



Universidad del Desarrollo
Facultad de Ingeniería

ELECTROMOVILIDAD EN TRANSPORTE FORESTAL. ¿ES FACTIBLE? PERCEPCIÓN DE IMPLEMENTACIÓN EN LA INDUSTRIA CHILENA

SEBASTIÁN ANDRÉS LARENAS BARRA - LUIS PATRICIO MÉNDEZ DEDES

PROFESORES GUÍA: CRISTIÁN PALMA, PhD - HÉCTOR VALDÉS GONZÁLEZ, PhD

**PROYECTO DE GRADO PRESENTADO A LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA
UNIVERSIDAD DEL DESARROLLO PARA OPTAR AL GRADO ACADÉMICO DE
MAGÍSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS**

**CONCEPCIÓN – CHILE
2020**



Universidad del Desarrollo
Facultad de Ingeniería

ELECTROMOVILIDAD EN TRANSPORTE FORESTAL. ¿ES FACTIBLE? PERCEPCIÓN DE IMPLEMENTACIÓN EN LA INDUSTRIA CHILENA

**POR: SEBASTIÁN ANDRÉS LARENAS BARRA - LUIS PATRICIO MÉNDEZ
DEDES**

Proyecto de Grado presentado a la Comisión integrada por los profesores:

PROFESORES GUIA: Cristian Palma, PhD
Héctor Valdes Gonzalez, PhD

PROFESOR INTEGRANTE 2: Fernando Rojas Ochagavía, MPP

PROFESOR INTEGRANTE 3: Claudia Sandoval Yáñez, PhD

Para completar las exigencias del Grado de Magíster en Ingeniería Industrial y de
Sistemas

Diciembre, 2020

Concepción, Chile

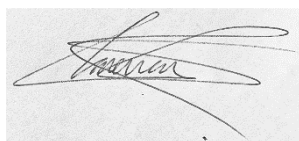
DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

Por medio de la presente, declaro que el trabajo titulado: ELECTROMOVILIDAD EN TRANSPORTE FORESTAL. ¿ES FACTIBLE? PERCEPCIÓN DE IMPLEMENTACIÓN EN LA INDUSTRIA CHILENA, que presento a la Universidad del Desarrollo de Chile, es de mi autoría (o co-autoría) y no ha sido publicado previamente, ni está siendo considerado para publicación bajo otra filiación. En igual sentido, declaro que el trabajo de tesis y su contenido, son originales y que todos los datos y referencias a trabajos ya publicados con anterioridad han sido debidamente identificados, referenciados o citados en el documento, y que estas citas han sido incluidas en las referencias bibliográficas. Afirmo, asimismo, que los materiales presentados no se encuentran protegidos por derechos de autor; y en caso de que así lo estuvieran, me hago responsable de cualquier litigio o reclamo relacionado con la violación de derechos de propiedad intelectual, exonerando de toda responsabilidad a la Universidad del Desarrollo de Chile.

Finalmente, me comprometo a no someter este trabajo (o parte de este), a consideración en ninguna revista o congreso para publicación sin contar con la aprobación y haber pasado el debido proceso de revisión en Universidad del Desarrollo. En caso de que un artículo sea aprobado para su publicación, autorizo a la Universidad del Desarrollo a incluir dicho artículo en sus revistas, y a reproducirlo, editarlo, distribuirlo, exhibirlo y comunicarlo en el país y en el extranjero, por medios impresos, electrónicos, Internet o cualquier otro medio, para propósitos científicos y sin fines de lucro.

SEBASTIÁN ANDRÉS LARENAS BARRA

Firma



LUIS PATRICIO MÉNDEZ DEDES

Firma



La presente tesis está dedicada con todo mi amor a mi hermosa familia:

A mi esposa y compañera de siempre, pilar fundamental en este

y en todos los desafíos que he tenido en mi vida,

y a nuestros hijos, los que, con su alegría y cariños,

son el motor de nuestras vidas.

Luis Patricio Méndez Dedes

Dedico este trabajo con cariño a mis padres, a mis hermanos y a mi compañera de vida

Los cuales han sido un apoyo incondicional en este gran desafío

Sebastián Andrés Larenas Barra

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer profundamente a todos quienes fueron partícipes en esta etapa de nuestras vidas y que sin duda fueron en algún momento soporte y aliento para continuar adelante en todo momento de nuestros estudios. A nuestros compañeros de curso, quienes supimos identificar desde el inicio que sería una relación agradable, cómoda y generosa. Además, queremos reconocer particularmente a nuestras compañeras y amigas de tareas y trasnoches Soraya y Ximena, por sus incansables horas de trabajos que más que extenuantes, eran horas de acompañamientos y diversión, que harán que esta etapa sea inolvidable.

Adicionalmente queremos dar las gracias a la Universidad del Desarrollo, la cual, a través de sus equipos directivos y cuerpo docente, nos abrieron las puertas y nos guiaron en todo momento por este nuevo desafío.

Por último, agradecer a nuestras esposas e hijos por habernos permitido robarles todo el tiempo que debimos dedicar para asistir a clases, realizar trabajos, tareas y estudios, tiempo que sabemos reconocer hizo mucha falta, pero que su ausencia no significará de ninguna manera que nuestro amor sea disminuido ni siquiera opacado.

ELECTROMOVILIDAD EN TRANSPORTE FORESTAL. ¿ES FACTIBLE? PERCEPCIÓN DE IMPLEMENTACIÓN EN LA INDUSTRIA CHILENA

Sebastián Andrés Larenas Barra - Luis Patricio Méndez Dedes

Bajo la supervisión de los Profesores Cristián Palm, PhD y Héctor Valdés González, PhD, en la Universidad del Desarrollo de Chile

Resumen

Este trabajo examina las distintas impresiones y perspectivas relacionadas a la implementación de electromovilidad en transporte de rollizos con camiones de capacidad de carga de hasta 45 toneladas en el sector forestal de la octava y decimosexta región de Chile. El objetivo de este trabajo es establecer las variables críticas que los actores claves de la industria forestal identifican y perciben para una correcta implementación de camiones de alto tonelaje en base a electromovilidad. Para esto se propone un estudio metodológico del tipo cualitativo con un diseño no experimental en base a entrevistas semiestructuradas, dirigidas a actores del sector forestal de la zona estudio. Se utiliza una muestra por conveniencia aplicada a 4 empresarios del rubro, 3 ejecutivos de empresas forestales principales y 2 representantes de distribuidores de camiones. Los datos muestran que en la actualidad existe un bajo conocimiento, derivado de la inexistencia de proyectos y plataformas de difusión específicas que consideren la tecnología en el rubro, pero que, por el contrario, demuestra que existe una buena disposición por parte de los actores a implementar planes piloto, derivados de una visualización de sustentabilidad económica que se le proyecta a la electromovilidad. Es posible evidenciar que existe una concentración de variables críticas, que es necesario abordar para una implementación de electromovilidad en el transporte forestal y que, atendidas por un trabajo público - privado, permitiría al rubro y al país, obtener los beneficios económicos y ambientales que esta tecnología trae consigo.

Palabras Clave: Electromovilidad; Transporte forestal; Camiones eléctricos; Sustentabilidad; Logística.

HIGHLIGHTS

ELECTROMOVILIDAD EN TRANSPORTE FORESTAL. ¿ES FACTIBLE? PERCEPCIÓN DE IMPLEMENTACIÓN EN LA INDUSTRIA CHILENA.

Sebastián Andrés Larenas Barra - Luis Patricio Méndez Dedes

- Analiza variables críticas para implementar camiones eléctricos en sector forestal
- Estudio cualitativo en base a entrevistas realizadas a actores de la industria
- Investigación contempla actores de la octava y decimosexta región de Chile
- Los datos muestran gran desconocimiento, pero apertura a la implementación de pilotos
- Concentración de variables críticas que deben ser abordadas para una implementación

ÍNDICE GENERAL

Contenido

1	INTRODUCCIÓN	9
1.1	ELECTROMOVILIDAD UNA ALTERNATIVA A LOS COMBUSTIBLES FÓSILES.....	10
1.2	BREVE DISCUSIÓN DE LA LITERATURA	10
1.3	CONTRIBUCIÓN DEL TRABAJO	19
1.4	OBJETIVO GENERAL.....	19
1.4.1	<i>Objetivos específicos</i>	20
1.5	PROPUESTA METODOLÓGICA	20
1.6	ORGANIZACIÓN Y PRESENTACIÓN DE ESTE TRABAJO	24
2	INFORMACIÓN Y RESULTADOS	26
2.1	PROCEDIMIENTO DE RECOGIDA Y ANÁLISIS DE DATOS	26
2.2	PROCESO DE RECOGIDA DE INFORMACIÓN.....	28
2.3	LOS DATOS RECOGIDOS:	29
2.4	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS	30
2.5	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	40
3	ARTÍCULO	44
4	CONCLUSIONES GENERALES	63
4.1	PROPUESTA PARA TRABAJOS FUTUROS	64
5	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	66
6	ANEXO: REPORTE DE PLAGIO	70

ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

<i>Gráfico 1: ¿Que entiende usted por electromovilidad?.....</i>	<i>31</i>
<i>Gráfico 2: ¿Conoce el estado actual de su utilización en el transporte de carga?.....</i>	<i>32</i>
<i>Gráfico 3: ¿En su empresa, se ha desarrollado alguna evaluación o implementación de esta tecnología?</i>	<i>33</i>
<i>Gráfico 4: Según su experiencia, ¿en qué plazo de tiempo estima que esta tecnología será competitiva con los camiones diésel de alto tonelaje y por qué?</i>	<i>34</i>
<i>Gráfico 5: ¿Qué factores cree usted que deberían existir para poder evaluar la implementación o incorporación de camiones eléctricos en su compañía?</i>	<i>35</i>
<i>Gráfico 6: ¿Tiene propuestas específicas que impulsen la implementación de camiones eléctricos a corto plazo y de manera permanente?</i>	<i>36</i>
<i>Gráfico 7: Si yo le propusiera una estrategia de cambio basada en la comprensión de cuáles son las variables de base, que factibiliza la incorporación en una estrategia de implementación y desarrollo de electromovilidad en el transporte de la compañía ¿Qué opina de dicha propuesta o el cambio planteado así?.....</i>	<i>37</i>
<i>Gráfico 8: ¿Cuáles son las oportunidades o beneficios que visualiza usted para el sector forestal y para su empresa, la utilización de camiones eléctricos?.....</i>	<i>38</i>
<i>Gráfico 9: ¿Qué tipo de dificultad o riesgo podría provocar en el sector y en su organización, la implementación de este tipo de tecnología?.....</i>	<i>38</i>
<i>Gráfico 10: ¿Por qué cree usted que aún no se han introducido camiones eléctricos en el transporte forestal chileno y en su empresa?.....</i>	<i>39</i>
<i>Gráfico 11: ¿Cuál sería su principal preocupación al momento de la implementación de un proyecto de camiones forestales eléctricos?</i>	<i>40</i>
<i>Tabla 1: Agrupación de resultados por categorías claves</i>	<i>29</i>

1 INTRODUCCIÓN

La humanidad ha manifestado permanentemente la necesidad por detener o mitigar el cambio climático, el que se ha traducido en una serie de acuerdos internacionales que, sin el apoyo de la ciencia y la tecnología sería muy difícil de alcanzar. De esta manera, hoy se ha vuelto fundamental poder lograr cambios en la matriz energética, que permitan alcanzar el objetivo de descarbonizar el planeta, en donde las energías limpias y las tecnologías juegan un rol fundamental.

De esta manera, el reemplazo de combustibles fósiles por las energías eléctricas está siendo evaluada en el rubro del transporte de carga, en donde los camiones eléctricos en el mundo ya han manifestado ser viables principalmente en el transporte de carga menor y de última milla, existiendo mayor incertidumbre y desafíos en el caso del transporte de carga pesada.

A pesar de esto último, es posible encontrar en el mundo múltiples estudios e iniciativas público-privadas, en distintas etapas de madurez y consolidación, de las cuales Chile no está exento. Demostración de lo anterior, es el hecho de metas claras establecidas en el país, para asegurar una participación mínima de la electromovilidad en los vehículos particulares y en el transporte público.

Aun no existiendo metas concretas en Chile asociadas a la electromovilidad en el transporte de carga, ya es posible encontrar iniciativas públicos - privadas que van encaminadas a incentivar el uso de este tipo de tecnología, que sin duda y conociendo el estado del arte de la electromovilidad en el mundo y la región, permiten ir a la vanguardia en la región.

Pero es justamente el hecho de que esta tecnología es pionera en el transporte de carga, que se hace fundamental que exista un conocimiento de los beneficios y condiciones de operación, que en el caso de las experiencias europeas ha sido fundamental para alcanzar la viabilidad de los proyectos y en el caso de Chile, no tendría por qué ser distinto.

De esta manera, uno de los principales rubros del país como es la industria forestal, no puede quedar ajena a la innovación con este tipo de tecnología, sobre todo cuando la principal empresa forestal del país ha manifestado públicamente, la intención de certificarse como la primera empresa forestal carbono neutral del mundo.

Por tal motivo, es que se vuelve fundamental contar con estudios locales que permitan evaluar el conocimiento actual que poseen los actores del rubro del transporte forestal, disposición de estos para evaluar e implementar esta tecnología en sus operaciones y los factores críticos que la hacen viable técnica y económicamente.

1.1 Electromovilidad una alternativa a los combustibles fósiles

La electromovilidad es una alternativa para eliminar y reducir el uso de combustibles fósiles y de esta manera, ayudar en el objetivo común de reducir el impacto ambiental y el cambio climático del planeta. En este sentido, ya existen múltiples iniciativas a nivel mundial que han evaluado la factibilidad de la utilización de electromovilidad en el transporte de carga y los más avanzados, recién se encuentran en una etapa temprana de implementación en el transporte de carga urbana e interurbana.

Entendida esta realidad, y considerando la revisión bibliográfica presentada, es posible efectuar el siguiente cuestionamiento de contexto: ¿Cuáles son las variables críticas que factibilizan o no, la implementación de electromovilidad en el transporte forestal?

En este sentido, gran parte la industria forestal chilena cuenta con políticas y directrices en materia de sostenibilidad, sin embargo, hay sectores como el del transporte, que, a pesar de haber implementado innovaciones tecnológicas importantes en el equipamiento utilizado, no han tenido un impacto relevante en término de minimizar o eliminar el uso de combustibles fósiles. Dado esto, es fundamental comprender desde el punto de vista técnico, las motivaciones y preocupaciones que actores del sector del transporte forestal, consideran como relevantes para evaluar la implementación de camiones eléctricos como una alternativa a los camiones convencionales.

1.2 Breve discusión de la literatura

Durante la historia reciente, es posible identificar en el mundo la búsqueda de compromisos concretos en pos de detener o mitigar el cambio climático, lo que ha quedado de manifiesto en la reciente y última edición de La Conferencia de las Partes (COP) N°25 del 2019, que fue organizada por España en Madrid bajo la presidencia de Chile, en donde fue redactado y aprobado un documento final denominado: Chile-Madrid Tiempo para la Acción, que solicita nuevos compromisos y desafíos a las naciones para limitar el crecimiento de la temperatura global a 1,5°C, en donde existe un consenso mundial en que la ciencia y la tecnología son

fundamentales para lograrlo, junto con la toma de conciencia de la necesidad del cambio del paradigma energético, el que en la actualidad se sustenta principalmente en combustibles fósiles (Ministerio Medio Ambiente, Gobierno de Chile, 2019).

Es en este sentido, donde existen estudios recientes a nivel mundial, que exploran como una alternativa viable los camiones eléctricos, los cuales en general han presentado un buen desempeño para transporte de carga menor. Sin embargo, demuestran mayores desafíos para el transporte de carga pesada, en donde las consideraciones para su implementación dependen de las condiciones inherentes de cada país (Liimatainen, Van Vliet, y Aplyn, 2019).

De acuerdo con el estudio realizado por Wang, Saari, Bachmann y Mukherjee (2020), la adopción de un 5% de vehículos de carga con cero emisiones en Ontario Canadá, reduciría en alrededor de 0,8 MtCO_{2e}. Esto excedería con creces las metas de impuestas para la reducción de gases de efecto invernadero en esa región.

La posición de Chile en el mercado automotor eléctrico global es pequeña, con una incipiente etapa de introducción de tecnología relacionada a vehículos eléctricos. De manera general, existen iniciativas públicas y privadas que intentan motivar la utilización de esta tecnología, junto con la definición de objetivos públicos a largo plazo que establecen metas concretas para vehículos particulares y transporte público de aquí al año 2050, con un 40% y 100% de participación de electromovilidad respectivamente. Para esto, Chile ha estructurado una estrategia nacional de electromovilidad que contiene dentro de los objetivos específicos: a) Establecer regulaciones y estandarización, b) Impulsar electromovilidad en el transporte público en todo el país, c) Apoyar la investigación y desarrollo, d) Impulsar el desarrollo en el mercado, e) Generar espacios de transferencia de conocimiento y entrega de información (Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones, Gobierno de Chile, 2019).

Electromovilidad: Teoría y definiciones

Los Vehículos de Carga Eléctricos (VCE), independiente de su capacidad de carga, son aquellos que obtienen su capacidad motriz en base a energía eléctrica, a diferencia de los vehículos convencionales que la obtienen desde la combustión de combustibles fósiles como el petróleo.

A pesar de que este tipo de vehículo registra su incorporación al uso masivo a nivel mundial recién desde 2008, es importante mencionar que su invención data del siglo XIX, en plena

etapa de competencia y crecimiento mundial que incluso llegó, en 1912, a que un tercio de los vehículos fueran eléctricos en Estados Unidos. (Marín y Doblado, 2017).

Sin embargo, desde principios del siglo XX el VCE empezó a perder relevancia frente al Vehículo a Combustión Interna (VCI) debido a las limitaciones de autonomía, tiempos de recarga, facilidad en la accesibilidad del petróleo y a la llegada al mercado del FORD modelo T. (Ruíz, 2015).

Se pueden identificar en la bibliografía dos tipos de VCE, aquellos que obtienen la liberación de la energía desde baterías que pueden convertir la energía química almacenada en electricidad, y otros que la obtienen directamente desde una red eléctrica a la que están permanentemente conectados, existiendo para los primeros, la alternativa de recarga directa de baterías o también sistema de cambio de baterías (Ruíz, 2015).

Es posible encontrar en la bibliografía una serie de ventajas y beneficios de los VCE que son coincidentes y que van desde lo estratégico con el término de la dependencia del combustible fósil, hasta lo ambiental, al terminar con la emisión de gases de efecto invernadero. Según Jones, Begley, Berkeley, Jarvis y Bos (2020) si se abordan exitosamente factores como la autonomía de viaje, la velocidad e infraestructura de recarga y los costos de venta de estos vehículos se podría viabilizar esta tecnología para uso comercial e industrial. Todo lo anterior impone desafíos a la ciencia y también a la política, para generar incentivos, definir regulaciones y contribuir a la infraestructura para impulsar esta tendencia tecnológica (Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones, Gobierno de Chile, 2016).

Políticas públicas para incentivar la electromovilidad

Estudios de electromovilidad en Europa muestran que dada una oferta limitada de VCE se generan altos precios de compra. Además, debido a que gran parte de los operadores logísticos desconocen y/o tienen poca experiencia en el ámbito, se genera un mercado poco dinámico en países como Alemania, Dinamarca, Polonia y Turquía. Esto conlleva a que gran parte de las decisiones de inversión en VCE sean descartadas, debido a que sus evaluaciones económicas son poco rentables, especialmente para los vehículos de medio a alto tonelaje (>5t) (Iwan, Allesch, Celebi, Kijewska, Hoé, Klauenberg y Zajicek, 2019).

Para impulsar un mercado de electromovilidad para vehículos de carga es fundamental combinar políticas eficientes con plataformas de intercambio de conocimientos. Para

subsano esto, la Comisión Europea y Electric Mobility Europe (EMEurope) financiaron el proyecto EUFAL (Electric and Urban Freight and Logistics) con el objetivo de construir una plataforma de intercambio que permitiera a las compañías manejar las implementaciones de VCE en flotas mixtas y conceptos de distribuciones en multinivel. Una encuesta realizada en el marco del proyecto FREVUE (Freight Electric Vehicles in Urban Europe) realizada el 2017, mostró que al comienzo del proyecto sólo un 39% de los gerentes de flotas percibían que los VCE eran una alternativa viable respecto de los vehículos a diésel. Al final del proyecto, un 72% creía que los vehículos eléctricos eran una alternativa viable. Dado esto, para que estas plataformas operen eficazmente es necesario contar con un marco regulatorio, infraestructura y de incentivos que las sustenten. (FREVUE, 2017).

Dentro de los incentivos para el desarrollo de la electromovilidad, es posible encontrar variados tipos de incentivos en países europeos, que se basan principalmente en la facilitación de acceso a la adquisición de los vehículos eléctricos y en una proporción menor, al desarrollo de infraestructura de recarga eléctrica, pero en conjunto atienden factores identificados como claves en la implementación de este tipo de tecnología (Vargas, Ortega y Hernández, 2018).

Resultados de estudios de electromovilidad en Chile y en el mundo para transporte de bajo tonelaje

Teoh, Kunze y Teo (2016) realizaron una evaluación de un escenario hipotético de reparto de última milla de supermercado con diez tipos de clases de equipos y cuatro estrategias de carga de electricidad de camiones, concluyendo que todos los sistemas de electromovilidad no pudieron cumplir con los altos requisitos de la operación logística habitual, debido principalmente a complicaciones para superar la autonomía de viaje y donde se plantean además desafíos en la necesidad de aumentos de capacidades de baterías, diseño adecuado de carga eléctrica inalámbrica estática durante las labores de carga y descarga, y por último la carga inalámbrica dinámica durante los trayectos de los vehículos en carretera.

Tanco, Cat y Garat (2019) efectuaron un análisis económico en cinco países de América Latina (Argentina, Brasil, Chile, Colombia y Uruguay), para determinar el punto de equilibrio entre camiones eléctricos y los convencionales en base a diésel, para diferentes clases de tonelaje y aplicaciones, donde consideró parámetros locales como el precio de compra, costos de

combustible y electricidad, los costos de seguros y de mantenimiento, entre otros. Los resultados mostraron que Chile y Uruguay son los países con mayor rapidez en alcanzar el punto de equilibrio, el que se consigue en primera instancia con camiones de menor tonelaje por sobre los camiones de alto tonelaje. Destaca, además, el costo inicial de los vehículos eléctricos como la principal barrera de implementación y el diferencial de costo entre electricidad y diésel como un factor determinante en los resultados del punto de equilibrio entre ambos sistemas, las que podrían ser atendidas con políticas públicas, para facilitar un punto de equilibrio anterior.

Madera (2019) desarrolló en Colombia un modelo para evaluar económicamente la factibilidad de cambiar vehículos de transporte de carga a combustión interna por VCE, donde se analizaron varios escenarios y casos de operación. El estudio buscaba atender la pregunta de cuál es el momento adecuado para incorporar VCE en la operación de transporte de carga, ya que los VCI se veían sometidos a restricciones de circulación producto de periodos de emergencia ambiental por lo que se había prohibido la circulación de 3 a 8 horas diarias en etapas iniciales de emergencia, llegando hasta prohibiciones de 9 a 16 horas diarias en fases críticas de los eventos. El resultado fue que la comparación con un escenario de operación con bajo tonelaje, presenta una factibilidad económica mejor y más rápida que para aquellas operaciones de mayor tonelaje, en donde se calculó un punto de equilibrio para el año 2025, pero suponiendo una restricción de circulación permanente de 6 horas semanales para los VCI, en donde al evaluar misma situación sin restricción de circulación, el punto de equilibrio sube al año 2028.

El estudio además mencionó como factores relevantes en los puntos de equilibrio: El valor de compra del VCE; menor capacidad de carga de los VCE producto del peso del paquete de baterías y restricciones de autonomía presentes en los VCE para la operación de distancias mayores.

Iwan, Allesch, Celebi, Kijewska, Hoé, Klauenberg y Zajicek (2019) realizaron un análisis de las etapas de desarrollo en la incorporación de vehículos comerciales en flotas de países europeos, entregando información respecto del estado de la movilidad eléctrica en la logística urbana europea.

Los países evaluados fueron Alemania, Austria, Dinamarca, Polonia y Turquía, en donde se concluyó que existen distintos niveles de uso y experiencia, siendo los primeros tres países los que han logrado desarrollar cierta experiencia en el uso de vehículos eléctricos en el transporte comercial y de carga urbana, por el contrario, los otros dos países se encuentran en etapas de planificación de la implementación de vehículos eléctricos.

De esta manera, el análisis concluye que existe potencial para el desarrollo de la movilidad eléctrica en el transporte y logística comercial urbana de mercancías.

Balaguer (2016) estudió los beneficios del proyecto FREVUE implementado en Europa el 2009 cuyo objetivo era alcanzar la logística de la ciudad esencialmente libre de CO₂ en los principales centros urbanos para el 2030, el que contó con la participación de las ciudades de Londres, Estocolmo, Oslo, Lisboa, Frankfurt, Beja, Suceava, Katowice y Madrid, con el objetivo de ayudar a desarrollar estrategias de movilidad eléctrica, en la operación de distribución urbana o de última milla. En Madrid se consideró como aspecto fundamental, el establecimiento de una base céntrica de consolidación y utilizando vehículos medianos con pesos que van desde 1,4 a 3,3 toneladas y capacidades de carga de desde 3 a 8 toneladas.

En mismo Madrid, los primeros resultados a 16 meses de su implementación y aún en periodo de evaluación, estimaron un ahorro de 5 toneladas de CO₂ por vehículo al año, pero adicional a las ventajas ambientales, se estimaron beneficios económicos que se desprenden de ahorros en términos de combustible y mantenimiento. Lo anterior se comenta, que se logra debido a que la mayoría de las ciudades, Madrid incluida, contemplan incentivos y ventajas para los vehículos comerciales eléctricos, lo que añade ventajas operativas como, por ejemplo: bonificación del 75% en la cuota del impuesto de carácter indefinido, estacionamiento gratuito, libre acceso a áreas de prioridad residencial vigente desde el 2015.

Además, se comprobó que la logística urbana presenta un gran potencial para la reducción de emisiones contaminantes, asegurando que, a pesar del fuerte apoyo de las políticas, el uso de vehículos eléctricos en el sector logístico urbano se ha visto restringido por varias barreras, dentro de las cuales se pueden mencionar el mayor costo de inversión, las limitaciones de autonomía de distancia de viaje y la capacidad de carga de los equipos.

Situación actual de electromovilidad en Chile y proyectos en el mundo para transporte de alto tonelaje

En la literatura se pueden apreciar varios análisis sobre el potencial de los VCE. Estos son bastante recientes, pero no menos prometedores. Por ejemplo, en Finlandia se realizaron pruebas con camiones articulados de alto tonelaje a distancias medias mayores de 100 km. Debido a esto, se concluyó que el potencial de mover carga sólo con baterías es bajo si no se mejoran las capacidades de estas. Sin embargo, esta alternativa se hace atractiva en combinación con caminos electrificados que permitan la recarga de las baterías sin la necesidad de detener el camión y centros de carga rápida en estaciones de descanso o centros logísticos. Es importante mencionar que los VCE van a tener un efecto no menor en la matriz energética debido a un aumento en la demanda de carga, por lo que será necesario realizar un análisis de rutas para localizar las estaciones de carga más importantes (Liimatainen, van Vliet y Aplyn, 2019).

En Chile desde mayo 2019 se encuentra disponible una plataforma digital sobre electromovilidad liderada por los ministerios de Transportes y Telecomunicaciones y Ministerio de Energía (Gobierno de Chile, 2019), el cual forma parte del compromiso público-privado para impulsar la electromovilidad en el país, la cual contiene información del sector como costos de los vehículos eléctricos, marco regulatorio, modificaciones o nueva normativa al respecto, capacitaciones que se ofrecen en la temática, proyectos en curso y las características de los VCE en Chile y a nivel internacional.

En dicha plataforma, es posible encontrar un resumen de las experiencias de electromovilidad del país como por ejemplo el caso de una empresa que ha incorporado en su flota de transporte urbano cuatro camiones de capacidad de 1,6 toneladas de carga y un camión con capacidad de carga de 13 toneladas.

Transporte forestal de rollizos con camiones

El transporte forestal de rollizos en Chile ha sido históricamente desarrollado en su gran mayoría con camiones, debido a que cumplen con los requisitos de potencia y versatilidad, para acceder a la exigente topografía donde están ubicados los bosques, la flexibilidad necesaria para abordar la gran dispersión de centros de carga y descarga, y, además, han

permitido satisfacer la estrategia de liderazgo en costos que exige la industria (Andalajt, Landeros y Perret, 2005).

Los tipos de camiones en la actualidad corresponden en su gran mayoría a VCI, que desarrollan potencias que van desde los 300 a los 500 caballos de fuerza, que les facilita operar en los tipos de caminos y topografía de los caminos forestales.

Los camiones cuentan con estructuras formadas por perfiles cuadrados de acero de alta resistencia que van ubicadas de manera perpendicular al chasis del camión y en cada extremo una estaca, que en su conjunto se denominan atriles, cuyas características y estándares se encuentran debidamente establecidas por ley (Decreto N°94, 1991).

Los camiones cuentan con 4 a 6 atriles sobre su chasis, que pueden ser de tipo fijo o móvil y están equipados con remolques de longitud fija de 7,2 metros promedio para transporte de trozos de largos desde 2,0 hasta 8,0 metros o de tipo tronquero con lanza telescópica para largos de rollizos de hasta 17 metros aproximadamente.

Con todo lo anterior, los equipos cargados deben dar cumplimiento a la capacidad máxima de peso existente en el país y que es regulada por eje y tonelaje total, esta última definida en Chile hasta las 45 toneladas (Ley N°19.171, 1992).

De esta manera, el transporte en camiones de rollizos en el país significó al 2017 más del 98,8% del total de carga movilizada, relegando a otros medios de transporte de carga como el tren, a un segundo lugar muy lejano, a pesar del potencial que este medio de transporte tiene para el rubro. Esta tendencia en la superioridad del transporte carretero con camiones se aprecia como constante en todos los países de América y del mundo, independiente de su desarrollo o condiciones de territorio (Aliste Mieres, 2019).

Respecto de los tipos de combustibles que utilizan los camiones, también es posible apreciar al igual que en el resto del mundo, un fuerte predominio de los motores de combustión interna en base a diésel, el que en el informe del 2018 de estadísticas del transportes de la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa, es posible apreciar que para países de Europa, Asia central y América del Norte, el predominio de camiones con capacidad de carga mayor a 3.500 kg está en el combustible tipo diésel, en donde los vehículos en base a electromovilidad sólo alcanzan un 0,0419% de las unidades existentes, existiendo sólo vehículos eléctricos con capacidad de carga mayor a 3.500 kg. en 7 de 19 países encuestados.

Dentro de los países que concentran la mayor cantidad de vehículos eléctricos están Polonia, Reino Unido, Francia y España, pero ninguno de ellos supera el 0,01% y no existiendo además una tendencia clara al aumento en los últimos 3 años (CEPE, 2018).

Sector forestal

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura este sector exportó US \$207 billones en el año 2018 siendo los principales importadores países como China y Estados Unidos. La principal gama de productos generados por esta industria va desde la biomasa para la producción de energía renovable no convencional, maderas aserradas utilizadas en la construcción y pulpa de celulosa para la elaboración de papel y textiles (FAO, 2018).

Existen varias formas de clasificar a las empresas del sector forestal. De acuerdo con el Forest Stewardship Council, principal ente certificador de manejo sustentable de la industria, se puede categorizar una empresa forestal según la escala de administración sobre una determinada área en hectáreas que maneja. (Forest Stewardship Council, 2016).

Otra manera de clasificarlas es mediante el tipo de bosque que estas organizaciones gestionan. En esta clasificación se encuentran las empresas que administran plantaciones de especies de uso industrial como por ejemplo el Eucaliptus y Pinus radiata. En contraste se encuentran las empresas que manejan bosques de especies nativas o endémicas de la región en la cual operan (Tricallotis, Gunningham y Kanowski, 2018).

También se podría clasificar una empresa del sector forestal dependiendo del nivel de integración vertical que estas tienen. Según Korhonen, Zhang y Toppinen (2016) la necesidad de integración vertical depende del tamaño y la orientación a la producción de celulosa debido a que de esta manera pueden asegurar un flujo continuo de materia prima hacia sus plantas disminuyendo los riesgos de suspender la producción y de la dependencia en mercados internos de madera.

Independiente de la clasificación que se le pueda otorgar a una empresa forestal, todas necesitan transportar la materia prima desde los bosques hacia los distintos centros productivos, lo cual conlleva a un costo económico significativo, el cual se estima que, en promedio, llega a más de un tercio del costo de venta por metro cubico (Rönnqvist, D'Amours, Weintraub, Jofre, Gunn, Haight y Romero, 2015).

Finalmente, y habiendo revisado las principales contribuciones que aportan o han aportado a la línea de trabajo de este proyecto, es posible indicar que una oportunidad de desarrollo se encuentra en el hecho que no existe, para el caso de las empresas de transporte forestal en Chile, información suficiente o certeza, respecto de los factores que factibilizan la implementación de electromovilidad, como una alternativa a los camiones convencionales en base a combustibles fósiles. Lo que autoriza la siguiente como contribución para este proyecto de grado.

1.3 Contribución del trabajo

Habiendo recorrido las bases teóricas fundamentales para este estudio, cabe mencionar que la principal motivación para realizarlo ha sido mejorar el entendimiento de las variables críticas que facilitan la implementación de la electromovilidad para el transporte forestal en Chile, permitiendo a esta industria dar los primeros pasos para convertirse en una actividad carbono neutral, manteniendo los actuales estándares que se han conseguido en aspectos claves como la productividad, costos y estándares operativos.

Ante esto se propone la realización de un estudio cualitativo de percepciones y opiniones de los actores relevantes del sector forestal que permita identificar y establecer las variables críticas que deben ser abordadas para adoptar exitosamente este tipo de tecnología. En este sentido el trabajo contribuye a la comprensión de cuáles son las variables de base, que factibiliza la incorporación en una estrategia de implementación y desarrollo de electromovilidad en el transporte forestal de las regiones de Biobío y Ñuble.

De acuerdo con lo mencionado anteriormente, este trabajo considera los siguientes como objetivo general y objetivos específicos para este trabajo de tesis.

1.4 Objetivo general

Establecer las variables críticas que los actores claves de la industria forestal identifican y perciben, como necesarias para una correcta implementación de camiones de alto tonelaje en base a electromovilidad.

1.4.1 Objetivos específicos

- Categorizar las variables que se visualizan como críticas por los actores claves del transporte forestal de las regiones de Biobío y Ñuble, para la implementación de electromovilidad
- Priorizar las variables críticas que los actores de la industria forestal perciben como relevantes para implementar efectivamente electromovilidad en el transporte forestal
- Proponer recomendaciones para apoyar la implementación de camiones en base a electromovilidad en el sector forestal

1.5 Propuesta metodológica

Paradigma y Diseño: El diseño de la investigación corresponde a un estudio de tipo no experimental, en base a metodología de investigación del tipo cualitativa, basada en entrevistas semi estructuradas, siendo esta última la alternativa más utilizada, la que con la preparación anticipada de las preguntas, busca asegurar la estructura y objetivos de la entrevista, permitiendo además ir un poco más allá con exploración de aspectos presentes en las respuestas del entrevistado, lo que será complementado con análisis de lenguaje no verbal (Quintana, 2006) y aplicadas secuencialmente, de acuerdo a una clasificación del tipo de negocio que representan los entrevistados, de una muestra que se consideró en base a selección no probabilística y por conveniencia, del tipo muestreo intensivo, la que en base a la experiencia de los entrevistados, asegurará una descripción de alta calidad en relación a lo específico del tema (Flores, Gómez, y Jiménez, 1999).

De esta manera, se consideró entrevistar en primera instancia a proveedores de camiones forestales del país, con el objetivo de recopilar primero, antecedentes respecto a la disponibilidad de camiones eléctricos en el mercado chileno, en base a cumplimiento de las especificaciones técnicas mínimas para desenvolverse en la operación forestal, como pueden ser la autonomía de los camiones eléctricos, potencia de camiones, capacidad de carga, disponibilidad de servicios de mantención tipo full service, entre otros.

Posteriormente se entrevistó a empresarios y gerentes de empresas de servicios de transporte forestal de las regiones en estudio, para conocer sus apreciaciones, aprehensiones

y disposición respecto a la factibilidad o no, de la implementación de transporte forestal en base a camiones eléctricos.

Por último, se entrevistó a ejecutivos de la principal empresa forestal de las regiones, con el objetivo de explorar su percepción, planificación e intención, respecto a la factibilidad de implementación de transporte forestal con camiones eléctricos.

El desarrollo de la investigación fue de carácter exploratoria, sistemática y empírica, donde se observaron y analizaron resultados en su desarrollo normal y general, de manera de facilitar un pensamiento con análisis hacia el descubrimiento (Quintana, 2006).

El análisis de datos se desarrolló en base a una metodología de investigación con temporalidad transversal, de manera que las entrevistas fueron desarrolladas de manera única en el tiempo.

Población sobre la que se efectuó el estudio: Para este estudio se entrevistaron a 3 ejecutivos de las empresas principales, 4 gerentes de empresas de transporte y 2 proveedores de camiones.

La totalidad de los entrevistados, independiente del tipo de clasificación antes mencionada, cuenta con una alta experticia en el rubro, y comprende a niveles jerárquicos altos en cada una de sus compañías, considerando a jefes de unidad, gerentes generales de empresas de transporte forestal y gerentes de zona de los distribuidores de camiones, en donde el 78% de los entrevistados cuenta con estudios universitarios completos y experiencia promedio en el rubro de 17 años. De estos, 3 poseen títulos de postgrado. La edad de los entrevistados comprende un rango de 33 a 66 años de los cuales el 89% supera los 41 años.

Entorno: El estudio comprendió la octava y decimosexta región de Chile, cuyos sectores económicos relevantes comprenden servicios financieros, inmobiliarios, construcción, electricidad, gas, agua, servicios personales y forestal alcanzando un PIB de 13.497 billones de pesos al 2017 (Banco Central de Chile, 2018) contribuyendo en un 7,5% al PIB Nacional.

Estas regiones son consideradas como el motor del sector forestal chileno y en donde operan los tres actores forestales relevantes de escala mayor del país, administrando en conjunto un patrimonio de 1.286.000 ha de plantaciones de bosque de uso industrial. En total, el sector

forestal aporta un 1,7% al PIB de Chile totalizando 3.176,6 billones de pesos chilenos (Banco Central de Chile, 2018).

En total el sector forestal chileno genera 113,8 mil puestos de trabajo que se subdividen en la industria forestal primaria, secundaria y de silvicultura y extracción. Los principales productos generados por este sector contemplan la pulpa química, madera aserrada, tableros y chapas, astillas y otros totalizando exportaciones que alcanzaron en 2018 los 6.838 millones de dólares y un consumo de 47.854.215 m³ssc de madera aserrable y pulpable (Instituto Forestal de Chile, 2019).

Generalmente el modelo de transporte forestal se compone de las empresas forestales, quienes actúan como empresas mandantes o clientes y las cuales generalmente licitan o negocian los servicios de transporte forestal con empresas de servicios de transporte especializadas, con el fin de aprovechar las economías de escala y experiencia que estas poseen respecto a temas logísticos. Se estima que existen alrededor de 80 empresas especializadas en transporte forestal a escala industrial con flotas que varían de 5 a 100 camiones. Estos camiones completan alrededor de 60.000 viajes mensuales recorriendo distancias promedio por viaje cargado entorno a los 120 km.

Intervenciones: Se efectuaron entrevistas a los principales proveedores de camiones y empresas forestales, para poder realizar un levantamiento de los aspectos claves indicados en el diseño del estudio. Para esto se utilizaron grabadoras de voz y un documento escrito con las preguntas guía de la discusión.

En las entrevistas se consideraron las siguientes preguntas bases separadas en tres etapas:

Etapas 1: Caracterización del presente y comprensión de la realidad

- Ítem 1: ¿Qué entiende usted por electromovilidad?
- Ítem 2: ¿Conoce el estado actual de su utilización en el transporte de carga?
- Ítem 3: ¿En su empresa, se ha desarrollado alguna evaluación o implementación de esta tecnología?
- Ítem 4: Según su experiencia, ¿en qué plazo de tiempo estima que esta tecnología será competitiva con los camiones diésel de alto tonelaje y por qué?

Etapas 2: Propuestas para implementación de alto impacto

- Ítem 5: ¿Qué factores cree usted que deberían existir para poder evaluar la implementación o incorporación de camiones eléctricos en su compañía?
- Ítem 6: ¿Tiene propuestas específicas que impulsen la implementación de camiones eléctricos a corto plazo y de manera permanente?
- Ítem 7: Si yo le propusiera una estrategia de cambio basada en la comprensión de cuáles son las variables de base, que factibiliza la incorporación en una estrategia de implementación y desarrollo de electromovilidad en el transporte de la compañía ¿Qué opina de dicha propuesta o del cambio planteado así?

Etapas 3: Alertas sobre las transformaciones

- Ítem 8: ¿Cuáles son las oportunidades o beneficios que visualiza usted para el sector forestal y para su empresa, la utilización de camiones eléctricos?
- Ítem 9: ¿Qué tipo de dificultad o riesgo podría provocar en el sector y en su organización, la implementación de este tipo de tecnología?
- Ítem 10: ¿Por qué cree usted que aún no se han introducido camiones eléctricos en el transporte forestal chileno y en su empresa?
- Ítem 11: ¿Cuál sería su principal preocupación al momento de la implementación de un proyecto de camiones forestales eléctricos?

Métodos de verificación y validación del instrumento: Para verificar y validar el instrumento, se sometió a análisis y validación por parte de profesores expertos de la escuela de ingeniería de la Universidad del Desarrollo. Producto de lo anterior, se logró capturar sugerencias y modificaciones, de manera de hacer la entrevista coherente con el diseño de esta investigación.

Plan de análisis de datos: El análisis de datos consideró la agrupación y tabulación de los resultados de las entrevistas, de manera de poder conocer el escenario actual vigente en torno al conocimiento de esta tecnología y su factibilidad en las principales empresas forestales de Chile y las creencias y paradigmas respecto de la implementación a corto y mediano plazo, con lo cual podremos conocer las variables basales que influyen en la decisión de adoptar esta tecnología.

Ética: Durante la investigación se puso especial énfasis en demostrar el nulo interés o beneficio de los investigadores con relación a las entrevistas realizadas.

Se logró una participación voluntaria mediante la transparencia, entregando la información suficiente a los distintos participantes del estudio y manejando la información entregada con un alto grado de confidencialidad. Respecto a los resultados, se puede asegurar que fueron desarrollados sin presiones o influencias con el fin de anular cualquier sesgo de los datos u opiniones y, además, las observaciones y apreciaciones de los entrevistados, se realizaron y analizaron en su contexto normal y real. Por último, se confirma que no existió en ninguna parte del proceso, manipulación deliberada de las variables de estudio en ninguna magnitud.

1.6 Organización y presentación de este trabajo

Este trabajo de grado posee cuatro capítulos principales y se organiza de la siguiente manera:

Capítulo 1: Presenta el marco conceptual que contextualiza el trabajo y la discusión de la literatura atingente que fundamenta la contribución de éste. A su vez, se proponen los objetivos principales y secundarios, explicando también la metodología utilizada para el desarrollo e implementación de la investigación.

Capítulo 2: Asociado a recogida de información, modelos y datos. También explicita resultados.

Capítulo 3: El proyecto de grado, se presenta en formato resumido en un artículo académico que se estructura de la siguiente manera:

1. Título
2. Resumen
3. Introducción
4. Metodología
 - a. Paradigma de diseño
 - b. Población sobre la que se efectúa el estudio
 - c. Entorno
 - d. Intervenciones
 - e. Método de verificación y validación del instrumento
 - f. Plan de análisis de los datos
 - g. Ética

5. Resultados
 - a. Presentación y análisis básico de datos recogidos
 - b. Discusión de resultados
6. Conclusiones
7. Referencias

Capítulo 4: Finalmente las conclusiones generales se presentan en este capítulo, junto con las líneas de desarrollo de futuras investigaciones relacionadas con el tema en cuestión, las que permitan contribuir a robustecer el entendimiento de este.

Referencias bibliográficas

2 INFORMACIÓN Y RESULTADOS

Para abordar este trabajo de investigación se ha optado por una aproximación metodológica del tipo cualitativa, que permite considerar la siguiente estructura para la presentación de la información y sus análisis:

2.1 Procedimiento de recogida y análisis de datos

Esta investigación identifica y analiza las variables críticas, que, en base a un estudio de percepciones de actores del sector del transporte forestal, deben ser abordadas para adoptar exitosamente este tipo de tecnología. Por tal motivo, se llevó a cabo en el año 2020 entrevistas semiestructuradas con la finalidad de recoger información para su posterior análisis. En particular se solicitó responder preguntas y temáticas, explicando sus ideas y respuestas con sus palabras.

El método utilizado en este estudio es de carácter descriptivo, dado que se miden y recolecta información de diferentes aspectos o dimensiones del elemento en la investigación.

Fechas en que se recogieron los datos:

Las entrevistas se realizaron entre el 10 de julio de 2020 y 10 de octubre de 2020.

Coherencia con lo planificado:

La entrevista inicialmente propuesta, sufrió modificaciones parciales producto del piloteo inicial, modificaciones que permitieron mejorar la entrevista, de manera de hacerla más precisa y coherente, permitiendo aplicar el mismo instrumento a todos los intervinientes.

Por otro lado, debido a las condiciones sanitarias vigentes, se modificó la ejecución de las entrevistas presenciales, por entrevistas vía plataformas online.

Fortalezas y debilidades del proceso:

Fortalezas:

- Se entrevistaron actores relevantes y con gran experiencia en el rubro del transporte forestal
- Proceso con consentimiento informado, y transparencia

- Proceso ético
- Permitió dar respuesta a la pregunta de investigación

Las debilidades propias de la investigación de contexto se circunscriben a:

- Para generalizar resultados, se debe aumentar la muestra
- Considerar otras empresas del rubro
- La inexistencia de equipos disponibles en el país no permite incluir análisis económicos comparativos
- Analizar más exhaustivamente la utilización de otros instrumentos como encuestas, y/o métodos matemáticos-estadísticos

Población y muestras

Además de lo planteado en el marco metodológico, en la sección de población sobre la que se efectuó el estudio, se hace notar que fueron incluidos actores del sector de transporte forestal, que incorporó a proveedores de camiones forestales del país, empresarios y gerentes de empresas de servicios de transporte forestal y ejecutivos de la principal empresa forestal de las regiones en estudio, en donde la selección de participantes se realizó en base a una muestra no probabilística y por conveniencia, que asegure la recolección de información de alta calidad en base a la experiencia de estos. En resumen, se entrevistaron a 3 ejecutivos de las empresas principales, 4 gerentes de empresas de transporte y 2 proveedores de camiones.

Instrumento.

Como se indicó anteriormente, para recoger información respecto de las percepciones que los actores claves del rubro del transporte forestal tienen sobre la factibilidad de la electromovilidad, se utilizó una entrevista semiestructurada en base a tres etapas, en donde la primera permite la caracterización del presente y comprensión de la realidad, una segunda etapa que considera análisis de propuestas para la implementación de alto impacto y una última etapa de alertas sobre transformaciones. Este instrumento consta de once preguntas abiertas, de la misma forma como se muestra en la tabla siguiente.

1. ¿Qué entiende usted por electromovilidad?
2. ¿Conoce el estado actual de su utilización en el transporte de carga?
3. ¿En su empresa, se ha desarrollado alguna evaluación o implementación de esta tecnología?
4. Según su experiencia, ¿en qué plazo de tiempo estima que esta tecnología será competitiva con los camiones diésel de alto tonelaje y por qué?
5. ¿Qué factores cree usted que deberían existir para poder evaluar la implementación o incorporación de camiones eléctricos en su compañía?
6. ¿Tiene propuestas específicas que impulsen la implementación de camiones eléctricos a corto plazo y de manera permanente?
7. Si yo le propusiera una estrategia de cambio basada en la comprensión de cuáles son las variables de base, que factibiliza la incorporación en una estrategia de implementación y desarrollo de electromovilidad en el transporte de la compañía ¿Qué opina de dicha propuesta o del cambio planteado así?
8. ¿Cuáles son las oportunidades o beneficios que visualiza usted para el sector forestal y para su empresa, la utilización de camiones eléctricos?
9. ¿Qué tipo de dificultad o riesgo podría provocar en el sector y en su organización, la implementación de este tipo de tecnología?
10. ¿Por qué cree usted que aún no se han introducido camiones eléctricos en el transporte forestal chileno y en su empresa?
11. ¿Cuál sería su principal preocupación al momento de la implementación de un proyecto de camiones forestales eléctricos?

Este cuestionario se aplicó como elemento de consulta durante las entrevistas personales realizadas, previo consentimiento informado. A partir de dichas instancias se provoca un espacio de conversación en relación con las opiniones y conocimientos que los entrevistados tienen respecto de la electromovilidad y las variables que, a su juicio y experiencia, serían relevantes al momento de implementarla en el transporte forestal.

2.2 Proceso de recogida de información

Como se ha indicado anteriormente, se aplicó un instrumento basado en una entrevista semiestructurada, a través de un cuestionario de preguntas abiertas las que han permitido

agrupar las respuestas por categorías claves, concentrando la información para analizarla posteriormente de forma cualitativa.

2.3 Los datos recogidos:

La agrupación de resultados por categorías claves, agrupando la información para su posterior análisis queda representada en la tabla 1 que se muestra a continuación:

Tabla 1: Agrupación de resultados por categorías claves

Ítem	Categorización
Ítem 1: ¿Qué entiende usted por electromovilidad?	<ul style="list-style-type: none"> • Maneja claramente • Maneja medianamente • No maneja
Ítem 2: ¿Conoce el estado actual de su utilización en el transporte de carga?	<ul style="list-style-type: none"> • Conoce aplicación en otro tipo de transporte • Conoce aplicación en transporte carga menor • Conoce estado actualizado • No conoce
Ítem 3: ¿En su empresa, se ha desarrollado alguna evaluación o implementación de esta tecnología?	<ul style="list-style-type: none"> • Tiene implementado • Se ha investigado • Se ha evaluado • Nunca
Ítem 4: Según su experiencia, ¿en qué plazo de tiempo estima que esta tecnología será competitiva con los camiones diésel de alto tonelaje y por qué?	<ul style="list-style-type: none"> • Mayor a 20 años • Entre 10 y 20 años • Entre 5 y 10 años • Menor a 5 años
Ítem 5: ¿Qué factores cree usted que deberían existir para poder evaluar la implementación o incorporación de camiones eléctricos en su compañía?	<ul style="list-style-type: none"> • Antecedentes del producto • Infraestructura de carga • Incentivos • Mano de obra calificada • Cambios operativos
Ítem 6: ¿Tiene propuestas específicas que impulsen la implementación de camiones eléctricos a corto plazo y de manera permanente?	<ul style="list-style-type: none"> • Incentivos • Proyecto piloto • Infraestructura de carga • Planificación estratégica • Mano de obra calificada • Soporte
Ítem 7: Si yo le propusiera una estrategia de cambio basada en la comprensión de cuáles son las variables de base, que factibiliza la incorporación en una estrategia de	<ul style="list-style-type: none"> • Sería bueno / Ayudaría

implementación y desarrollo de electromovilidad en el transporte de la compañía ¿Qué opina de dicha propuesta o del cambio planteado así?	<ul style="list-style-type: none"> • No creo que ayude / sirva
Ítem 8: ¿Cuáles son las oportunidades o beneficios que visualiza usted para el sector forestal y para su empresa, la utilización de camiones eléctricos?	<ul style="list-style-type: none"> • Sustentabilidad económica • Sustentabilidad ambiental • Faltan antecedentes
Ítem 9: ¿Qué tipo de dificultad o riesgo podría provocar en el sector y en su organización, la implementación de este tipo de tecnología?	<ul style="list-style-type: none"> • Baja performance del vehículo • Poca infraestructura de carga • Falta de antecedentes • Condiciones sociales y de seguridad • Falta de incentivos
Ítem 10: ¿Por qué cree usted que aún no se han introducido camiones eléctricos en el transporte forestal chileno y en su empresa?	<ul style="list-style-type: none"> • Performance del vehículo • Falta de incentivos • Inexistencia del equipo • Falta infraestructura de carga • Falta de antecedentes • Ausencia mano de obra calificada • Riesgo operacional • Ausencia proyecto piloto • Infactibilidad económica
Ítem 11: ¿Cuál sería su principal preocupación al momento de la implementación de un proyecto de camiones forestales eléctricos?	<ul style="list-style-type: none"> • Infraestructura de carga • Performance del vehículo • Productividad • Mano de obra calificada • Ausencia proyecto piloto • Rentabilidad • Condiciones sociales y de seguridad

2.4 Análisis e interpretación de los datos

Etapa 1: Caracterización del presente y comprensión de la realidad

Ítem 1: ¿Qué entiende usted por electromovilidad?

Los resultados en relación a esta pregunta muestran una tendencia mayoritaria hacia el manejo claro del concepto de electromovilidad, encontrándonos que un 78% de ellos

manejan definiciones y conceptos de electromovilidad, quedando respaldado por ejemplo en definiciones como: “Para mover un camión necesito energía, en este caso se utiliza electricidad” (Entrevistado 8, 41 años) o también definiciones más generales como por ejemplo: “Todo lo que se transporta, ya sea de carga o pasajeros y que se hace con electricidad como fuente energética” (Entrevistado 2, 51 años).

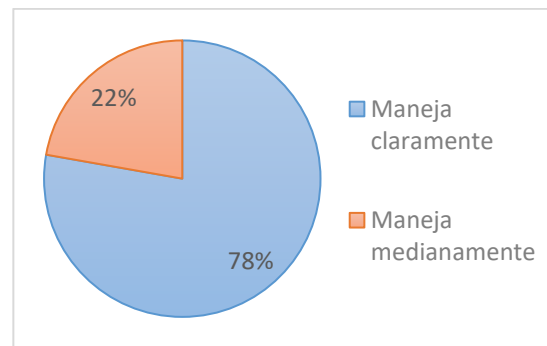


Gráfico 1: ¿Que entiende usted por electromovilidad?

De esta manera, el concepto de electromovilidad presentó definiciones que utilizaron distintos enfoques, sin embargo, todos incorporan de alguna manera ideas y nociones que van en línea con su significado.

Ítem 2: ¿Conoce el estado actual de su utilización en el transporte de carga?

A diferencia de los resultados de la pregunta anterior, acá el porcentaje de entrevistados que mostró conocimientos claros de la pregunta bajó al 22%, con conocimientos que abordan experiencias en otras industrias y en la cual destacan respuestas como "En la gran minería hay pilotos asociados a camiones eléctricos, porque la industria desde el punto de vista híbrido ya está bien desarrollada" (Entrevistado 1, 33 años)

Por otra parte, existe un 44% que declaró conocer principalmente experiencias en transporte de personas y de menor capacidad de carga, ya sean de ámbito nacional o internacional y donde encontramos conceptos como por ejemplo: “Yo diría que en Chile el sector de mediana carga ya está bien encaminado” (Entrevistado 1, 33 años) o en la misma línea: “He visto que hay unos camiones de transporte para retiro de basura en Santiago...En términos de movilidad de personas hay buses que son en gran mayoría chinos de la marca BYD” (Entrevistado 2, 51 años). Es importante mencionar que mucho de este conocimiento es de carácter bibliográfico o de origen comunicacional, ya que la mayoría de los entrevistados no

había conocido directamente un equipo o una operación con camiones eléctricos. Por último, el 22% de entrevistados declaró no conocer el estado actualizado "En el extranjero sé que hay avances en carretera, pero desconozco detalles" (Entrevistado 3, 46 años).

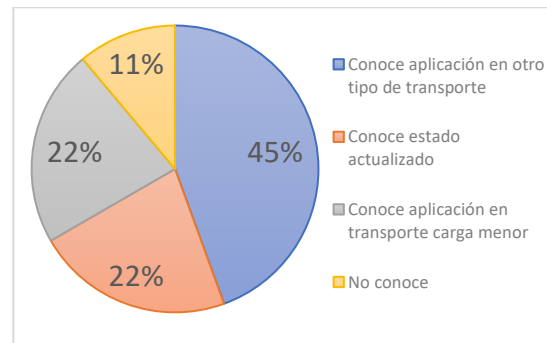


Gráfico 2: ¿Conoce el estado actual de su utilización en el transporte de carga?

Ítem 3: ¿En su empresa, se ha desarrollado alguna evaluación o implementación de esta tecnología?

Las respuestas a esta pregunta deben ser analizadas por separado, dependiendo de la industria a quién pertenece el entrevistado. Esto se debe a que las respuestas de los distribuidores de camiones muestran que el 100% de ellos indica contar actualmente con implementación de proyectos asociados a electromovilidad, argumentando contar con tecnología disponible para la venta, pero estrictamente dirigida a distintos tipos de transporte urbano y de pasajeros, pero nada disponible actualmente para la venta masiva de camiones forestales o de carga pesada en Chile, lo que queda claramente respaldado por una respuesta como: "Se trajeron a Chile camiones de capacidad menor, pero se vendieron de inmediato, por lo que rápidamente hubo que traer más" (Entrevistado 5, 48 años).

Respecto de la categoría de entrevistado de empresa forestal mandante, indican contar con un 100% de respuestas confirmando que se han evaluado proyectos de esta índole y que antes de fin de año tendrán operando este tipo de tecnología: "Tomamos la decisión de implementar grúas eléctricas para una de nuestras plantas y hubo que convencer al directorio de que eran más eficientes" (Entrevistado 1, 33 años). En la categoría de las empresas de transporte, existe un 50% de respuestas asociadas a que se ha investigado, un 25% de ellas ha evaluado, mismo porcentaje que dice no haber realizado nunca nada al respecto, confirmando que ninguna empresa del rubro de transporte forestal, ha efectuado una implementación actualmente.

Relacionado a las empresas de transporte forestal, los resultados indican que un 75% de ellas, se encuentra en una etapa actual de investigación y evaluación de algún proyecto asociados a la electromovilidad que les permita dar cumplimiento a una exigencia que les impuso el cliente, en la última adjudicación de licitación asignada el presente 2020, en donde se les exigió el compromiso de que dentro de los dos primeros años del contrato de licitación (2021-2022), deben contar con alguna iniciativa en término de electromovilidad en sus operaciones, lo que queda de manifiesto en respuestas como: “Si, lo que conozco es lo que investigue producto de una licitación que postule, pero lo que averigüe es que mi proveedor de camiones no cuenta con la tecnología para el rubro forestal” (Entrevistado 8, 41 años).

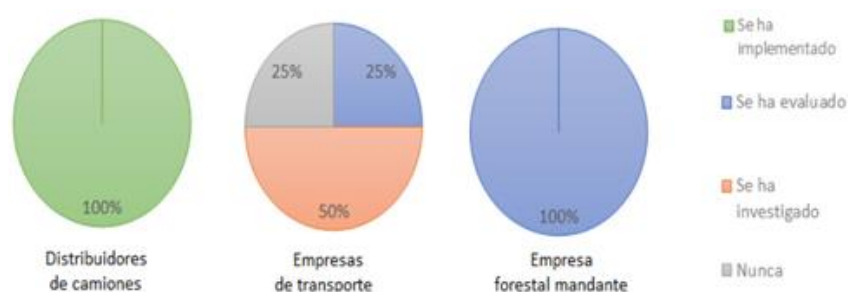


Gráfico 3: ¿En su empresa, se ha desarrollado alguna evaluación o implementación de esta tecnología?

Ítem 4: Según su experiencia, ¿en qué plazo de tiempo estima que esta tecnología será competitiva con los camiones diésel de alto tonelaje? ¿Y por qué?

Para este caso la evidencia muestra que un 56% de los entrevistados estima que esta tecnología será competitiva entre 5 a 10 años. Se destacan respuestas como: “En la próxima licitación he pensado que serán camiones eléctricos” (Entrevistado 7, 66 años) y “Primero tiene que desarrollarse en las fábricas, luego probarse con capacidades de 45 ton, lo que no veo que sea menor a 5 años” (Entrevistado 6, 61 años).

Por otro lado, el 22,2% de los entrevistados estima que el plazo estará entre los 10 y 20 años, con respuestas como: “No lo veo antes de 10 años como mínimo porque el avance en Chile ha sido bastante lento en términos de la electromovilidad” (Entrevistado 2, 51 años), lo que, sumado a la categoría anterior, entrega un total de 78% que no creen que el tiempo sea inferior a 10 años.

Por otro lado, quienes esperan que esta tecnología sea competitiva en menos de 5 años, equivale al 22%, donde se aprecian respuestas como "Pienso que podrían ser unos 5 años" (Entrevistado 3, 46 años).

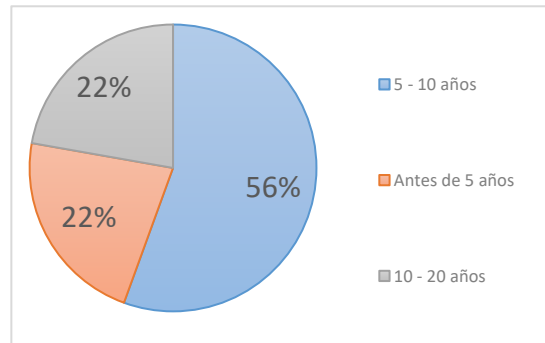


Gráfico 4: Según su experiencia, ¿en qué plazo de tiempo estima que esta tecnología será competitiva con los camiones diésel de alto tonelaje y por qué?

Etapas 2: Propuestas para implementación de alto impacto

Ítem 5: ¿Qué factores cree usted que deberían existir para poder evaluar la implementación o incorporación de camiones eléctricos en su compañía?

Debido a la gran cantidad de factores mencionados por los entrevistados se opta por categorizar las respuestas en 5 principales: Antecedentes del producto con un 28% y el cual va en directa relación con los conocimientos que los entrevistados puedan o no tener sobre un camión eléctrico. Se aprecian respuestas como "Hay algunos temas o problemas con la potencia, más que nada para poder ingresar a los caminos forestales. Se desempeñan bien en carretera, pero no sé qué tan bien en el bosque" (Entrevistado 3, 46 años). Le sigue la infraestructura de carga a la cual un 29% de los entrevistados hicieron referencia y alude a la red de abastecimiento de energía y las características técnicas necesarias para operar. Se destacan respuestas como: "Contar con tecnología de recarga que no impacte el tiempo de uso del camión, si lo deja fuera de servicio por un par de horas, afectaría la productividad del camión que buscamos conseguir. Tendríamos que aumentar la flota por tener camiones parados cargando" (Entrevistado 3, 46 años) y "Si todo lo que se ve en el mercado tiene poca autonomía. ¿Dónde nos abastecemos y cuánto nos demoramos?, no lo sabemos y eso influye sobre las operaciones. No podríamos dar la cantidad de vueltas que damos con uno convencional...Eso, al final, influye en las rentabilidades" (Entrevistado 7, 66 años). Luego,

los entrevistados hicieron referencia a los incentivos económicos, factor que fue mencionado en un 29% en las respuestas de los entrevistados, contemplando un espectro que iban desde incentivos estatales a privados. Sobresalen respuestas como "Creo que el gobierno debe pronunciarse, tal vez, por medio de beneficios tributarios al incorporar camiones eléctricos...Eso puede contribuir a que los empresarios puedan evaluar otros tipos de combustible" (Entrevistado 2, 51 años). Continúa el factor de mano de obra calificada con un 9,52%, enfocado principalmente a los conocimientos técnicos de conductores y mecánicos. Finalmente, un 4,76% de los entrevistados hicieron referencia a Cambios operativos como factor necesario para implementar este tipo de tecnología.

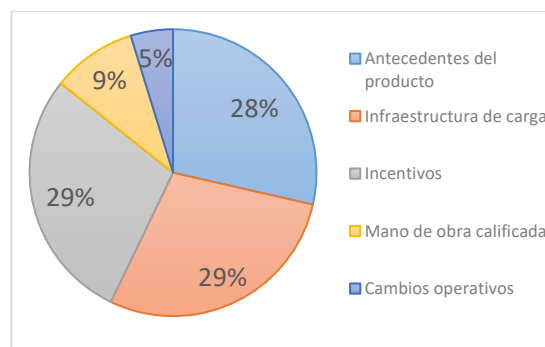


Gráfico 5: ¿Qué factores cree usted que deberían existir para poder evaluar la implementación o incorporación de camiones eléctricos en su compañía?

Ítem 6: ¿Tiene propuestas específicas que impulsen la implementación de camiones eléctricos a corto plazo y de manera permanente?

Dada la gran variedad de respuestas, se optó por consolidar en seis propuestas principales de las cuales un 29% de los entrevistados refirió iniciativas enfocadas a los incentivos necesarios para poder alinear al estado y los privados en pos de implementar esta tecnología. Sobresalen respuestas como: "Creo que el gobierno debe pronunciarse, tal vez, por medio de beneficios tributarios al incorporar camiones eléctricos" (Entrevistado 2, 51 años)

La segunda y tercera categoría de respuestas dicen relación con propuestas enfocadas a la implementación de proyectos piloto e implementación de la infraestructura de carga a escala industrial, ambas con un 24%. Es posible destacar las siguientes respuestas: "Tal vez, si las empresas mandantes exigieran un piloto con un camión por empresario, para evaluar costos y conocer esta fuente de energía" (Entrevistado 7, 66 años). Se podría decir que debido al desconocimiento de este tipo de tecnología se hace fundamental pasar por esta etapa de

modo de aclarar las dudas que los principales actores puedan tener en relación con el rendimiento y costos de operación de estos camiones.

Luego le siguen propuestas asociadas a la planificación estratégica y mano de obra calificada, ambas con un 9%. La primera se enfoca a los cambios operativos que sería necesario poner en práctica y los pasos a seguir para conseguirlos, mientras que la segunda hace referencia a las capacidades técnicas de los conductores y mecánicos encargados de manipular y reparar los vehículos.

El factor soporte abarca desde la red de proveedores de mantenimiento, repuestos e insumos con un 5% de las propuestas.

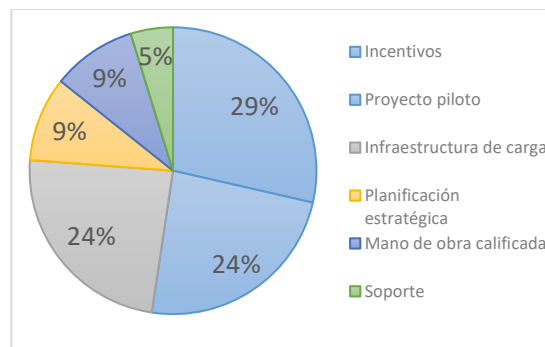


Gráfico 6: ¿Tiene propuestas específicas que impulsen la implementación de camiones eléctricos a corto plazo y de manera permanente?

Ítem 7: Si yo le propusiera una estrategia de cambio basada en la comprensión de cuáles son las variables de base, que factibiliza la incorporación en una estrategia de implementación y desarrollo de electromovilidad en el transporte de la compañía ¿Qué opina de dicha propuesta o del cambio planteado así?

El 100% de los entrevistados comentaron que una estrategia de cambio que tome en consideración las variables basales les apoyaría para decidir si optar o no por un VCE. Algunas respuestas destacadas son las siguientes: "Debe ser una de las cosas que necesitamos para impulsar nuestra meta de tener 100% movimiento eléctrico" (Entrevistado 1, 33 años) y "Te ayuda a tomarla o no tomarla" (Entrevistado 4, 43 años). Esta respuesta muestra que en cierto grado hay un desconocimiento, y a la vez, un interés por interiorizarse sobre esta tecnología para adelantarse a un cambio tecnológico no menor que se vislumbra en el futuro.

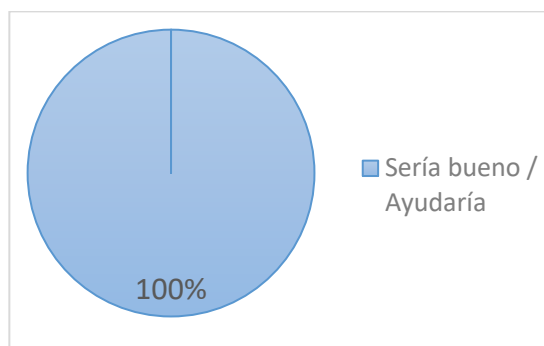


Gráfico 7: Si yo le propusiera una estrategia de cambio basada en la comprensión de cuáles son las variables de base, que factibiliza la incorporación en una estrategia de implementación y desarrollo de electromovilidad en el transporte de la compañía ¿Qué opina de dicha propuesta o el cambio planteado así?

Etapa 3: Alertas sobre las transformaciones

Ítem 8: ¿Cuáles son las oportunidades o beneficios que visualiza usted para el sector forestal y para su empresa, la utilización de camiones eléctricos?

Los resultados de esta pregunta muestran que el 58% de los entrevistados ven como principal beneficio de la electromovilidad, la sustentabilidad económica de sus empresas, con respuestas como por ejemplo: "Te lo va a pedir el mercado y porque te lo va a pedir la ciudadanía por el medio ambiente" (Entrevistado 7, 66 años) o "Tener una tecnología de punta y la posibilidad de obtener por ejemplo un sello verde que te diferencia como empresa transportadora de carga, permitiría tener acceso a otro tipo de contratos" (Entrevistado 8, 41 años). Adicionalmente se aprecia un 25% de entrevistados que visualizan un complemento de beneficios ambientales y económicos, que no son excluyentes entre sí, lo que se ve reflejado en respuestas como, por ejemplo: "Creo que la huella que emitimos con nuestra flota de camiones, que quema miles de litros petróleo al día, ayudaría por un lado a la empresa, pero realmente al medio ambiente" (Entrevistado 3, 46 años). Por último, un 17% no se inclina por un beneficio claro, debido a falta de antecedentes que manejan, donde se indica, por ejemplo: "No teniendo la experiencia o no conociendo los productos, es difícil dar con las ventajas" (Entrevistado 5, edad 48 años).

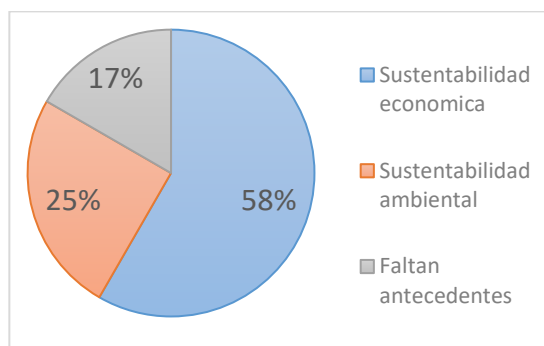


Gráfico 8: ¿Cuáles son las oportunidades o beneficios que visualiza usted para el sector forestal y para su empresa, la utilización de camiones eléctricos?

Ítem 9: ¿Qué tipo de dificultad o riesgo podría provocar en el sector y en su organización, la implementación de este tipo de tecnología?

Los resultados a la pregunta muestran que existen dos principales dificultades, las que corresponden a la baja performance del vehículo con un 34% y que se argumentan con respuestas como por ejemplo: “El ingreso de camiones de proveedores no especializados en la industria forestal, podría generar inconvenientes de durabilidad de los camiones y por ende, rentabilidad del negocio” (Entrevistado 9, 42 años) y la segunda alternativa mayoría que corresponde a la poca infraestructura de carga con un 33%, donde se encuentran argumentos respuestas como: “Nuestras flotas tienen muchas bases en zonas rurales, por lo que no estén preparadas para nutrir de energía” (Entrevistado 3, 46 años). A continuación, aparece con un 17% el riesgo de la falta de antecedentes, donde se responde: “El desconocimiento sobre el camión y la falta de desarrollo de la industria” (Entrevistado 7, 66 años). Posteriormente aparecen otras dificultades como son las condiciones sociales y de seguridad con un 8% y la falta de incentivos también con un 8%.

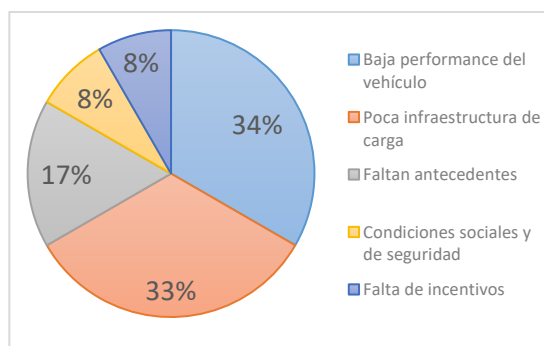


Gráfico 9: ¿Qué tipo de dificultad o riesgo podría provocar en el sector y en su organización, la implementación de este tipo de tecnología?

Ítem 10: ¿Por qué cree usted que aún no se han introducido camiones eléctricos en el transporte forestal chileno y en su empresa?

Las alternativas de respuestas a esta pregunta son más amplias que los casos anteriores, liderando como causa la performance del vehículo con un 23%, argumentada por respuestas como: “Aun existiendo una hipotética nivelación de precio, capacitación de la gente y se le dan las condiciones para trabajar, estaríamos fallando en la autonomía” (Entrevistado 7, 66 años). Le siguen en orden de participación las alternativas de Inexistencia del equipo y la falta de incentivos, ambos con un 18%, en donde respecto de esta última causa de indica por parte de un entrevistado: “Faltan políticas públicas, el estado debe convencerse” (Entrevistado 8, 41 años). Por último, aparecen respuestas que obedecen a falta de infraestructura de carga (14%) y falta de antecedentes (9%).

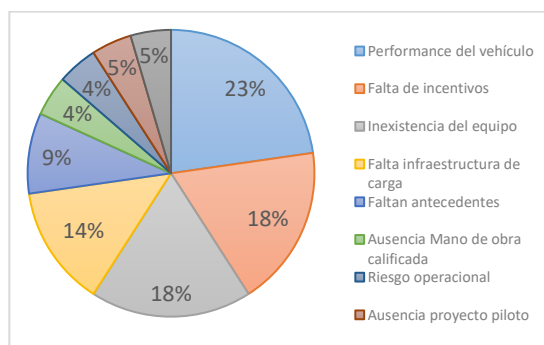


Gráfico 10: ¿Por qué cree usted que aún no se han introducido camiones eléctricos en el transporte forestal chileno y en su empresa?

Ítem 11: ¿Cuál sería su principal preocupación al momento de la implementación de un proyecto de camiones forestales eléctricos?

Al analizar la respuestas de esta pregunta, se puede evidenciar que se mantienen con alta participación variables mencionadas anteriormente, como son la infraestructura de carga con un 26%, performance del vehículo con un 18%, pero empiezan a aparecer nuevas variables como por ejemplo la pérdida de productividad de la operación con un 18%, que se ven reflejadas en respuestas del tipo: “El indicador de disponibilidad es lo más preocupante, ya sea por fallas o durabilidad” (Entrevistado 3, 46 años) o “Preocupa que eche a perder el disponibilidad que hemos logrado con los equipos actuales” (Entrevistado 4, 43 años).

También con un 17% aparece la preocupación de contar con mano de obra calificada, donde se argumenta: “El perfil que se requiere para operadores y mantenedores no será fácil de

encontrar en la región, por lo que habrá que salir de la región para encontrarlo, lo que lo encarecerá” (Entrevistado 1, 33 años) y con un 13% la preocupación de la ausencia de un plan piloto: “De un camión diésel uno conoce las necesidades y requerimientos, pero de estos vehículos no tengo idea de qué tipo de problemas pueda tener y eso puede afectar a nuestros cliente” (Entrevistado 4, 43 años).

Cierran las preocupaciones la rentabilidad del negocio y la actual condición social y de seguridad, con un 4% cada una.

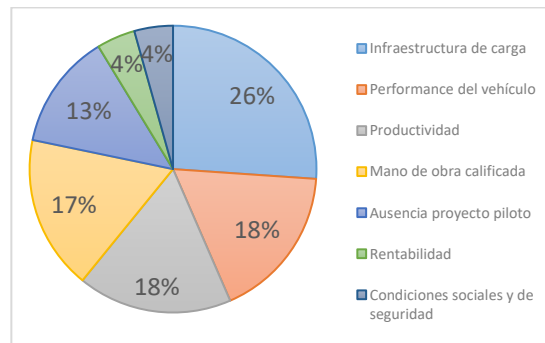


Gráfico 11: ¿Cuál sería su principal preocupación al momento de la implementación de un proyecto de camiones forestales eléctricos?

2.5 Discusión de resultados

La evidencia de este estudio relacionada a la caracterización del presente y comprensión de la realidad, indica que si bien el 78% comprende claramente el concepto de electromovilidad, este conocimiento baja considerablemente al consultar por el estado actualizado de su aplicación en el transporte de carga, en donde sólo el 22% de los entrevistados manifiesta conocimiento actualizado de su uso (donde no se encontraron respuestas positivas en algún empresario de transporte de carga), encontrándose el mayor conocimiento de su uso en otros medios de transporte, principalmente asociados a la Red Metropolitana de Movilidad de transporte público de Santiago, lo que va en directa relación con la primera estrategia nacional de electromovilidad de Chile (Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones, Gobierno de Chile, 2016) y cuyo foco es establecer el transporte público de pasajeros como motor de desarrollo de esta tecnología.

Lo anterior continúa siendo reafirmado en los resultados que indican que sólo los entrevistados del negocio de distribución de camiones manifiesta haber implementado proyectos asociados a la electromovilidad, situación que en el caso de las empresas

mandantes alcanza sólo hasta el desarrollo de evaluaciones de este tipo de tecnologías en sus operaciones, destacando sólo un proyecto que ya se encontraba autorizado y en etapa de la importación de los equipos eléctricos, quedando el rubro de las empresas de transporte forestal de las regiones de Ñuble y Biobío relegadas a una etapa más reciente de exploración y acercamiento hacia la electromovilidad, la que como se mencionó, obedece a una exigencia que se originó desde su cliente principal, pero que aún no se ha reflejado con algún proyecto concreto que incorpore o considere este tipo de tecnología, lo que fue mencionado por Iwan, Allesch, Celebi, Kijewska, Hoé, Klauenberg y Zajicek (2019), comentando que en países como Alemania, Dinamarca, Polonia y Turquía, se genera un mercado poco dinámico, debido a que gran parte de los operadores logísticos desconocen y/o tienen poca experiencia en el ámbito. Respecto de las estimaciones de plazos entregadas por los entrevistados y que mayoritariamente estimaban un plazo entre 5 y 10 años, es importante destacar que estos están enmarcados dentro de lo indicado por Madera (2019), donde estimó para Colombia que el punto de equilibrio económico entre VCE y VCI se daría entre los años 2025 y 2028, dependiendo si se consideraban o no restricciones de desplazamientos para los VCI.

Al analizar las respuesta de la etapa de propuestas para implementación de alto impacto, destaca que pese a la baja implementación y conocimientos de proyectos vigentes en la industria, existe una preocupación sobre los aspectos claves que deberían existir para impulsar este tipo de tecnología, aspectos que además son muy acotados, de gran consenso y transversales entre los actores de la industria, destacándose la necesidad de una batería de incentivos, independientemente si estos son de origen públicos o privados y la necesidad de implementar una infraestructura de carga, que entregue la cobertura necesaria para cubrir los rangos de la operación forestal, lo que fue indicado inicialmente por Vargas, Ortega, y Hernández (2018) donde identifica dentro de los principales incentivos implementados en países de Europa para impulsar la electromovilidad, son apoyos a la adquisición de los vehículos eléctricos y en una menor proporción, al desarrollo de infraestructura de recarga eléctrica. Esto es reafirmado por Jones, Begley, Berkeley, Jarvis y Bos (2020), los cuales concluyeron que para factibilizar el transporte eléctrico rural es necesario abordar el alto costo de estos vehículos, su autonomía y la infraestructura de carga disponible en el área de acción.

Otro factor que se reitera por parte de los entrevistados, se relaciona con la mayor disposición de antecedentes de los equipos disponibles, de manera de conocer sus características como por ejemplo: precio, potencia, capacidades de carga, necesidades de mantenimiento, autonomía, etc. y que permitan estimar el performance que logrará desarrollar en el trabajo forestal, descrito como un trabajo de muy alta exigencia debido a las condiciones topográficas entre otras, lo que es complementado por el hecho que todos los entrevistados señalaron que les sería especialmente útil un modelo estratégico en el cual se identificaran las variables claves que les permitiera implementar vehículos eléctricos en sus respectivas organizaciones. Lo anterior va en directa relación con los resultados expuestos en (FREVUE, 2017) y en el cual se concluye que es necesaria una plataforma de difusión e intercambio de conocimientos que, combinado con infraestructura, marco regulatorio e incentivos eficientes, permitiera a las compañías manejar las implementaciones de este tipo de vehículos.

Lo anterior también fue señalado por Iwan, Allesch, Celebi, Kijewska, Hoé, Klauenberg y Zajicek (2019) los cuales identifican que, para impulsar el uso de esta tecnología, es fundamental combinar políticas públicas con una plataforma de intercambio de conocimientos tanto técnicos como económicos, en donde dicha plataforma impacte positivamente en las percepciones de los principales tomadores de decisión.

Por último, al analizar la etapa 3 respecto de alertas sobre transformaciones, destaca principalmente un enfoque orientado a la obtención de beneficios económicos incluso por sobre los beneficios ambientales, originados en base a la sustentabilidad que este tipo de tecnología brindaría a la actividad, producto de tres razones principales: a) exigencias que se visualizan podrían surgir desde los clientes y que permitirían mantenerse vigentes al lograr una transformación rápida y eficiente, b) mercado vigente de los bonos de carbono y c) menores costos de mantenimiento del camión eléctrico. Esto va en directa relación con lo expuesto por el (Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones y Ministerio de Energía, Gobierno de Chile, 2016) en la Estrategia Nacional de Electromovilidad.

Respecto a las principales preocupaciones y dificultades que proyectan los entrevistados, se mantienen nuevamente factores de convergencia común y adicionales a los que ya hemos mencionado, donde destacan la falta de antecedentes, lo que según se apreció en (FREVUE, 2017), un aumento de conocimientos técnicos respecto del tipo de tecnología, generó un

aumento significativo en la percepción positiva que tuvieron los gerentes de flota en la factibilidad de la implementación de VCE en el transporte de carga.

Por otro lado, la preocupación que dice relación con la inexistencia de camiones disponibles en Chile para el rubro forestal es reforzado por Iwan, Allesch, Celebi, Kijewska, Hoé, Klauenberg, y Zajicek (2019), en donde se identifica como una variable clave, el que exista una variada oferta de vehículos de carga eléctricos, lo que ayuda a reducir los precios de compra, evitando que muchos proyectos asociados a la electromovilidad sean descartados en las etapas de evaluación.

3 ARTÍCULO

El presente apartado, recoge la investigación contextualizada motivo de este proyecto de grado, y es presentada en formato de artículo académico. Se trata de un artículo conciso, escrito en el formato típico de revistas especializadas o de conferencias, de acuerdo con reglas específicas definidas por la dirección del programa.

El artículo, ha sido cuidadosamente redactado con el fin de que se haga fácilmente entendible y logre expresar de un modo claro y sintético lo que se pretende comunicar, considerando las citas y referencias respectivas de los estudios que lo fundamentan. El trabajo realizado, se sintetiza entonces como artículo, para facilitar al trabajo de quienes puedan estar interesados en consultar la obra original.

Este trabajo, considera y discute, a través de un proyecto aplicado, desarrollado en un contexto de realidad profesional, la integración de herramientas y conocimientos que se han adquirido en las líneas de desarrollo del programa. Lo que se consolida en una investigación profesional contextualizada a la realidad profesional que se expone, la que se relacionada con líneas y ámbitos específicos abordados en el plan de estudios del programa, permitiendo integrar, de manera adecuada, los conocimientos teóricos y metodológicos desarrollados en él.

ELECTROMOVILIDAD EN TRANSPORTE FORESTAL. ¿ES FACTIBLE? PERCEPCIÓN DE IMPLEMENTACIÓN EN LA INDUSTRIA CHILENA

Sebastián Andrés Larenas Barra ^a, Luis Méndez Dedes ^b

^a *Alumno de Magíster en Ingeniería Industrial y de Sistemas, Facultad de Ingeniería, Universidad del Desarrollo, slarenasb@udd.cl*

^b *Alumno de Magíster en Ingeniería Industrial y de Sistemas, Facultad de Ingeniería, Universidad del Desarrollo, pmendezd@udd.cl*

Resumen

Este trabajo examina las distintas impresiones y perspectivas relacionadas a la implementación de electromovilidad en transporte de rollizos con camiones de capacidad de carga de hasta 45 toneladas en el sector forestal de la octava y decimosexta región de Chile. El objetivo de este trabajo es establecer las variables críticas que los actores claves de la industria forestal identifican y perciben para una correcta implementación de camiones de alto tonelaje en base a electromovilidad. Para esto se propone un estudio metodológico del tipo cualitativo con un diseño no experimental en base a entrevistas semiestructuradas, dirigidas a actores del sector forestal de la zona estudio. Se utiliza una muestra por conveniencia aplicada a 4 empresarios del rubro, 3 ejecutivos de empresas forestales principales y 2 representantes de distribuidores de camiones. Los datos muestran que en la actualidad existe un bajo conocimiento, derivado de la inexistencia de proyectos y plataformas de difusión específicas que consideren la tecnología en el rubro, pero que, por el contrario, demuestra que existe una buena disposición por parte de los actores a implementar planes piloto, derivados de una visualización de sustentabilidad económica que se le proyecta a la electromovilidad. Es posible evidenciar que existe una concentración de variables críticas, que es necesario abordar para una implementación de electromovilidad en el transporte forestal y que, atendidas por un trabajo público - privado, permitiría al rubro y al país, obtener los beneficios económicos y ambientales que esta tecnología trae consigo.

Palabras clave: Electromovilidad; Transporte forestal; Camiones eléctricos; Sustentabilidad; Logística.

1. Introducción

Durante la historia reciente, es posible identificar en el mundo la búsqueda de compromisos concretos en pos de detener o mitigar el cambio climático, lo que ha quedado de manifiesto en la reciente y última edición de La Conferencia de las Partes (COP) N°25 del 2019, que fue organizada por España en Madrid bajo la presidencia de Chile, en donde fue redactado y aprobado un documento final denominado: Chile-Madrid Tiempo para la Acción, que solicita nuevos compromisos y desafíos a las naciones para limitar el crecimiento de la temperatura global a 1,5°C, en donde existe un consenso mundial en que la ciencia y la tecnología son fundamentales para lograrlo, junto con la toma de conciencia de la necesidad del cambio del paradigma energético, el que en la actualidad se sustenta principalmente en combustibles fósiles (Ministerio Medio Ambiente, Gobierno de Chile, 2019).

Es en este sentido, donde existen estudios recientes a nivel mundial, que exploran como una alternativa viable los camiones eléctricos, los cuales en general han presentado un buen desempeño para transporte de carga menor. Sin embargo, demuestran mayores desafíos para el transporte de carga pesada, en donde las consideraciones para su implementación dependen de las condiciones inherentes de cada país (Liimatainen, Van Vliet, y Aplyn, 2019).

De acuerdo con el estudio realizado por Wang, Saari, Bachmann y Mukherjee (2020), la adopción de un 5% de vehículos de carga con cero emisiones en Ontario Canadá, reduciría en alrededor de 0.8 MtCO_{2e}. Esto excedería con creces las metas de impuestas para la reducción de gases de efecto invernadero en esa región.

La posición de Chile en el mercado automotor eléctrico global es pequeña, con una incipiente etapa de introducción de tecnología relacionada a vehículos eléctricos. De manera general, existen iniciativas

públicas y privadas que intentan motivar la utilización de esta tecnología, junto con la definición de objetivos públicos a largo plazo que establecen metas concretas para vehículos particulares y transporte público de aquí al año 2050, con un 40% y 100% de participación de electromovilidad respectivamente. Para esto, Chile ha estructurado una estrategia nacional de electromovilidad que contiene dentro de los objetivos específicos: a) Establecer regulaciones y estandarización, b) Impulsar electromovilidad en el transporte público en todo el país, c) Apoyar la investigación y desarrollo, d) Impulsar el desarrollo en el mercado, e) Generar espacios de transferencia de conocimiento y entrega de información (Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones, Gobierno de Chile, 2019).

Electromovilidad: Teoría y definiciones

Los Vehículos de Carga Eléctricos (VCE), independiente de su capacidad de carga, son aquellos que obtienen su capacidad motriz en base a energía eléctrica, a diferencia de los vehículos convencionales que la obtienen desde la combustión de combustibles fósiles como el petróleo.

A pesar de que este tipo de vehículo registra su incorporación al uso masivo a nivel mundial recién desde 2008, es importante mencionar que su invención data del siglo XIX, en plena etapa de competencia y crecimiento mundial que incluso llegó, en 1912, a que un tercio de los vehículos fueran eléctricos en Estados Unidos. (Marín y Doblado, 2017).

Sin embargo, desde principios del siglo XX el VCE empezó a perder relevancia frente al Vehículo a Combustión Interna (VCI) debido a las limitaciones de autonomía, tiempos de recarga, facilidad en la accesibilidad del petróleo y a la llegada al mercado del FORD modelo T. (Ruíz, 2015).

Se pueden identificar en la bibliografía dos tipos de VCE, aquellos que obtienen la liberación de la energía desde baterías que pueden convertir la energía química almacenada en electricidad, y otros que la obtienen directamente desde una red eléctrica a la que están permanentemente conectados, existiendo para los primeros, la alternativa de recarga directa de baterías o también sistema de cambio de baterías (Ruíz, 2015).

Es posible encontrar en la bibliografía una serie de ventajas y beneficios de los VCE que son coincidentes y que van desde lo estratégico con el término de la dependencia del combustible fósil, hasta lo ambiental,

al terminar con la emisión de gases de efecto invernadero. Según Jones, Begley, Berkeley, Jarvis, y Bos (2020) si se abordan exitosamente factores como la autonomía de viaje, la velocidad e infraestructura de recarga y los costos de venta de estos vehículos se podría viabilizar esta tecnología para uso comercial e industrial. Todo lo anterior impone desafíos a la ciencia y también a la política, para generar incentivos, definir regulaciones y contribuir a la infraestructura para impulsar esta tendencia tecnológica (Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones, Gobierno de Chile, 2016).

Políticas públicas para incentivar la electromovilidad

Estudios de electromovilidad en Europa muestran que dada una oferta limitada de VCE se generan altos precios de compra. Además, debido a que gran parte de los operadores logísticos desconocen y/o tienen poca experiencia en el ámbito, se genera un mercado poco dinámico en países como Alemania, Dinamarca, Polonia y Turquía. Esto conlleva a que gran parte de las decisiones de inversión en VCE sean descartadas, debido a que sus evaluaciones económicas son poco rentables, especialmente para los vehículos de medio a alto tonelaje (>5t) (Iwan, Allesch, Celebi, Kijewska, Hoé, Klauenberg y Zajicek, 2019).

Para impulsar un mercado de electromovilidad para vehículos de carga es fundamental combinar políticas eficientes con plataformas de intercambio de conocimientos. Para subsanar esto, la Comisión Europea y Electric Mobility Europe (EMEurope) financiaron el proyecto EUFAL (Electric and Urban Freight and Logistics) con el objetivo de construir una plataforma de intercambio que permitiera a las compañías manejar las implementaciones de VCE en flotas mixtas y conceptos de distribuciones en multinivel. Una encuesta realizada en el marco del proyecto FREVUE (Freight Electric Vehicles in Urban Europe) realizada el 2017, mostró que al comienzo del proyecto sólo un 39% de los gerentes de flotas percibían que los VCE eran una alternativa viable respecto de los vehículos a diésel. Al final del proyecto, un 72% creía que los vehículos eléctricos eran una alternativa viable. Dado esto, para que estas plataformas operen eficazmente es necesario contar con un marco regulatorio, infraestructura y de incentivos que las sustenten. (FREVUE, 2017).

Dentro de los incentivos para el desarrollo de la electromovilidad, es posible encontrar variados tipos de incentivos en países europeos, que se basan

principalmente en la facilitación de acceso a la adquisición de los vehículos eléctricos y en una proporción menor, al desarrollo de infraestructura de recarga eléctrica, pero en conjunto atienden factores identificados como claves en la implementación de este tipo de tecnología (Vargas, Ortega y Hernández, 2018).

Resultados de estudios de electromovilidad en Chile y en el mundo para transporte de bajo tonelaje

Teoh, Kunze y Teo (2016) realizaron una evaluación de un escenario hipotético de reparto de última milla de supermercado con diez tipos de clases de equipos y cuatro estrategias de carga de electricidad de camiones, concluyendo que todos los sistemas de electromovilidad no pudieron cumplir con los altos requisitos de la operación logística habitual, debido principalmente a complicaciones para superar la autonomía de viaje y donde se plantean además desafíos en la necesidad de aumentos de capacidades de baterías, diseño adecuado de carga eléctrica inalámbrica estática durante las labores de carga y descarga, y por último la carga inalámbrica dinámica durante los trayectos de los vehículos en carretera.

Tanco, Cat y Garat (2019) efectuaron un análisis económico en cinco países de América Latina (Argentina, Brasil, Chile, Colombia y Uruguay), para determinar el punto de equilibrio entre camiones eléctricos y los convencionales en base a diésel, para diferentes clases de tonelaje y aplicaciones, donde consideró parámetros locales como el precio de compra, costos de combustible y electricidad, los costos de seguros y de mantenimiento, entre otros. Los resultados mostraron que Chile y Uruguay son los países con mayor rapidez en alcanzar el punto de equilibrio, el que se consigue en primera instancia con camiones de menor tonelaje por sobre los camiones de alto tonelaje. Destaca, además, el costo inicial de los vehículos eléctricos como la principal barrera de implementación y el diferencial de costo entre electricidad y diésel como un factor determinante en los resultados del punto de equilibrio entre ambos sistemas, las que podrían ser atendidas con políticas públicas, para facilitar un punto de equilibrio anterior.

Madera (2019) desarrolló en Colombia un modelo para evaluar económicamente la factibilidad de cambiar vehículos de transporte de carga a combustión interna por VCE, donde se analizaron varios escenarios y casos de operación. El estudio buscaba atender la pregunta de cuál es el momento adecuado para incorporar VCE en la operación de transporte de carga, ya que los VCI se

veían sometidos a restricciones de circulación producto de periodos de emergencia ambiental por lo que se había prohibido la circulación de 3 a 8 horas diarias en etapas iniciales de emergencia, llegando hasta prohibiciones de 9 a 16 horas diarias en fases críticas de los eventos. El resultado fue que la comparación con un escenario de operación con bajo tonelaje, presenta una factibilidad económica mejor y más rápida que para aquellas operaciones de mayor tonelaje, en donde se calculó un punto de equilibrio para el año 2025, pero suponiendo una restricción de circulación permanente de 6 horas semanales para los VCI, en donde al evaluar misma situación sin restricción de circulación, el punto de equilibrio sube al año 2028.

El estudio además mencionó como factores relevantes en los puntos de equilibrio: El valor de compra del VCE; menor capacidad de carga de los VCE producto del peso del paquete de baterías y restricciones de autonomía presentes en los VCE para la operación de distancias mayores.

Iwan, Allesch, Celebi, Kijewska, Hoé, Klauenberg y Zajicek (2019) realizaron un análisis de las etapas de desarrollo en la incorporación de vehículos comerciales en flotas de países europeos, entregando información respecto del estado de la movilidad eléctrica en la logística urbana europea.

Los países evaluados fueron Alemania, Austria, Dinamarca, Polonia y Turquía, en donde se concluyó que existen distintos niveles de uso y experiencia, siendo los primeros tres países los que han logrado desarrollar cierta experiencia en el uso de vehículos eléctricos en el transporte comercial y de carga urbana, por el contrario, los otros dos países se encuentran en etapas de planificación de la implementación de vehículos eléctricos.

De esta manera, el análisis concluye que existe potencial para el desarrollo de la movilidad eléctrica en el transporte y logística comercial urbana de mercancías.

Balaguer (2016) estudió los beneficios del proyecto FREVUE implementado en Europa el 2009 cuyo objetivo era alcanzar la logística de la ciudad esencialmente libre de CO₂ en los principales centros urbanos para el 2030, el que contó con la participación de las ciudades de Londres, Estocolmo, Oslo, Lisboa, Frankfurt, Beja, Suceava, Katowice y Madrid, con el objetivo de ayudar a desarrollar estrategias de movilidad eléctrica, en la operación de distribución urbana o de última milla. En Madrid se consideró como

aspecto fundamental, el establecimiento de una base céntrica de consolidación y utilizando vehículos medianos con pesos que van desde 1,4 a 3,3 toneladas y capacidades de carga de desde 3 a 8 toneladas.

En mismo Madrid, los primeros resultados a 16 meses de su implementación y aún en periodo de evaluación, estimaron un ahorro de 5 toneladas de CO₂ por vehículo al año, pero adicional a las ventajas ambientales, se estimaron beneficios económicos que se desprenden de ahorros en términos de combustible y mantenimiento. Lo anterior se comenta, que se logra debido a que la mayoría de las ciudades, Madrid incluida, contemplan incentivos y ventajas para los vehículos comerciales eléctricos, lo que añade ventajas operativas como, por ejemplo: bonificación del 75% en la cuota del impuesto de carácter indefinido, estacionamiento gratuito, libre acceso a áreas de prioridad residencial vigente desde el 2015.

Además, se comprobó que la logística urbana presenta un gran potencial para la reducción de emisiones contaminantes, asegurando que, a pesar del fuerte apoyo de las políticas, el uso de vehículos eléctricos en el sector logístico urbano se ha visto restringido por varias barreras, dentro de las cuales se pueden mencionar el mayor costo de inversión, las limitaciones de autonomía de distancia de viaje y la capacidad de carga de los equipos.

Situación actual de electromovilidad en Chile y proyectos en el mundo para transporte de alto tonelaje

En la literatura se pueden apreciar varios análisis sobre el potencial de los VCE. Estos son bastante recientes, pero no menos prometedores. Por ejemplo, en Finlandia se realizaron pruebas con camiones articulados de alto tonelaje a distancias medias mayores de 100 km. Debido a esto, se concluyó que el potencial de mover carga sólo con baterías es bajo si no se mejoran las capacidades de estas. Sin embargo, esta alternativa se hace atractiva en combinación con caminos electrificados que permitan la recarga de las baterías sin la necesidad de detener el camión y centros de carga rápida en estaciones de descanso o centros logísticos. Es importante mencionar que los VCE van a tener un efecto no menor en la matriz energética debido a un aumento en la demanda de carga, por lo que será necesario realizar un análisis de rutas para localizar las estaciones de carga más importantes (Liimatainen, van Vliet y Aplyn, 2019).

En Chile desde mayo 2019 se encuentra disponible una plataforma digital sobre electromovilidad liderada por

los ministerios de Transportes y Telecomunicaciones y Ministerio de Energía (Gobierno de Chile, 2019), el cual forma parte del compromiso público-privado para impulsar la electromovilidad en el país, la cual contiene información del sector como costos de los vehículos eléctricos, marco regulatorio, modificaciones o nueva normativa al respecto, capacitaciones que se ofrecen en la temática, proyectos en curso y las características de los VCE en Chile y a nivel internacional.

En dicha plataforma, es posible encontrar un resumen de las experiencias de electromovilidad del país como por ejemplo el caso de una empresa que ha incorporado en su flota de transporte urbano cuatro camiones de capacidad de 1,6 toneladas de carga y un camión con capacidad de carga de 13 toneladas.

Transporte forestal de rollizos con camiones

El transporte forestal de rollizos en Chile ha sido históricamente desarrollado en su gran mayoría con camiones, debido a que cumplen con los requisitos de potencia y versatilidad, para acceder a la exigente topografía donde están ubicados los bosques, la flexibilidad necesaria para abordar la gran dispersión de centros de carga y descarga, y, además, han permitido satisfacer la estrategia de liderazgo en costos que exige la industria (Andalaft, Landeros y Perret, 2005).

Los tipos de camiones en la actualidad corresponden en su gran mayoría a VCI, que desarrollan potencias que van desde los 300 a los 500 caballos de fuerza, que les facilita operar en los tipos de caminos y topografía de los caminos forestales.

Los camiones cuentan con estructuras formadas por perfiles cuadrados de acero de alta resistencia que van ubicadas de manera perpendicular al chasis del camión y en cada extremo una estaca, que en su conjunto se denominan atriles, cuyas características y estándares se encuentran debidamente establecidas por ley (Decreto N°94, 1991).

Los camiones cuentan con 4 a 6 atriles sobre su chasis, que pueden ser de tipo fijo o móvil y están equipados con remolques de longitud fija de 7,2 metros promedio para transporte de trozos de largos desde 2,0 hasta 8,0 metros o de tipo tronquero con lanza telescópica para largos de rollizos de hasta 17 metros aproximadamente.

Con todo lo anterior, los equipos cargados deben dar cumplimiento a la capacidad máxima de peso existente en el país y que es regulada por eje y tonelaje total, esta

última definida en Chile hasta las 45 toneladas (Ley N°19.171, 1992).

De esta manera, el transporte en camiones de rollizos en el país significó al 2017 más del 98,8% del total de carga movilizada, relegando a otros medios de transporte de carga como el tren, a un segundo lugar muy lejano, a pesar del potencial que este medio de transporte tiene para el rubro. Esta tendencia en la superioridad del transporte carretero con camiones se aprecia como constante en todos los países de América y del mundo, independiente de su desarrollo o condiciones de territorio (Aliste Mieres, 2019).

Respecto de los tipos de combustibles que utilizan los camiones, también es posible apreciar al igual que en el resto del mundo, un fuerte predominio de los motores de combustión interna en base a diésel, el que en el informe del 2018 de estadísticas del transportes de la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa, es posible apreciar que para países de Europa, Asia central y América del Norte, el predominio de camiones con capacidad de carga mayor a 3.500 kg está en el combustible tipo diésel, en donde los vehículos en base a electromovilidad sólo alcanzan un 0,0419% de las unidades existentes, existiendo sólo vehículos eléctricos con capacidad de carga mayor a 3.500 kg. en 7 de 19 países encuestados. Dentro de los países que concentran la mayor cantidad de vehículos eléctricos están Polonia, Reino Unido, Francia y España, pero ninguno de ellos supera el 0,01% y no existiendo además una tendencia clara al aumento en los últimos 3 años (CEPE, 2018).

Sector forestal

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura este sector exportó US \$207 billones en el año 2018 siendo los principales importadores países como China y Estados Unidos. La principal gama de productos generados por esta industria va desde la biomasa para la producción de energía renovable no convencional, maderas aserradas utilizadas en la construcción y pulpa de celulosa para la elaboración de papel y textiles (FAO, 2018).

Existen varias formas de clasificar a las empresas del sector forestal. De acuerdo con el Forest Stewardship Council, principal ente certificador de manejo sustentable de la industria, se puede categorizar una empresa forestal según la escala de administración sobre una determinada área en hectáreas que maneja. (Forest Stewardship Council, 2016).

Otra manera de clasificarlas es mediante el tipo de bosque que estas organizaciones gestionan. En esta clasificación se encuentran las empresas que administran plantaciones de especies de uso industrial como por ejemplo el Eucaliptus y Pinus radiata. En contraste se encuentran las empresas que manejan bosques de especies nativas o endémicas de la región en la cual operan (Tricallotis, Gunningham y Kanowski, 2018).

También se podría clasificar una empresa del sector forestal dependiendo del nivel de integración vertical que estas tienen. Según Korhonen, Zhang y Toppinen (2016) la necesidad de integración vertical depende del tamaño y la orientación a la producción de celulosa debido a que de esta manera pueden asegurar un flujo continuo de materia prima hacia sus plantas disminuyendo los riesgos de suspender la producción y de la dependencia en mercados internos de madera.

Independiente de la clasificación que se le pueda otorgar a una empresa forestal, todas necesitan transportar la materia prima desde los bosques hacia los distintos centros productivos, lo cual conlleva a un costo económico significativo, el cual se estima que, en promedio, llega a más de un tercio del costo de venta por metro cubico (Rönnqvist, D'Amours, Weintraub, Jofre, Gunn, Haight y Romero, 2015).

Entendida esta realidad, y considerando la revisión bibliográfica presentada, es posible efectuar el siguiente cuestionamiento de contexto: ¿Cuáles son las variables críticas que factibiliza o no, la implementación de electromovilidad en el transporte forestal?

En este sentido, gran parte la industria forestal chilena cuenta con políticas y directrices en materia de sostenibilidad, sin embargo, hay sectores como el del transporte, que, a pesar de haber implementado innovaciones tecnológicas importantes en el equipamiento utilizado, no han tenido un impacto relevante en término de minimizar o eliminar el uso de combustibles fósiles. Dado esto, es fundamental comprender desde el punto de vista técnico, las motivaciones y preocupaciones, que actores del sector del transporte forestal, consideran como relevantes para evaluar la implementación de camiones eléctricos como una alternativa a los camiones convencionales.

Habiendo recorrido las bases teóricas fundamentales para este estudio, cabe mencionar que la principal motivación para realizarlo ha sido mejorar el entendimiento de las variables críticas que facilitan la

implementación de la electromovilidad para el transporte forestal en Chile, permitiendo a esta industria dar los primeros pasos para convertirse en una actividad carbono neutral, manteniendo los actuales estándares que se han conseguido en aspectos claves como la productividad, costos y estándares operativos.

Ante esto se propone la realización de un estudio cualitativo de percepciones y opiniones de los actores relevantes del sector forestal que permita identificar y analizar las variables críticas que deben ser abordadas para adoptar exitosamente este tipo de tecnología. En este sentido el trabajo contribuye a la comprensión de cuáles son las variables de base, que factibiliza la incorporación en una estrategia de implementación y desarrollo de electromovilidad en el transporte forestal de las regiones de Biobío y Ñuble.

Entendido esto, el objetivo de este trabajo es establecer las variables críticas que los actores claves de la industria forestal identifican y perciben, como necesarias para una correcta implementación de camiones de alto tonelaje en base a electromovilidad.

2. Metodología

Paradigma y Diseño: El diseño de la investigación corresponde a un estudio de tipo no experimental, en base a metodología de investigación del tipo cualitativa, basada en entrevistas semi estructuradas, siendo esta última la alternativa más utilizada, la que con la preparación anticipada de las preguntas, busca asegurar la estructura y objetivos de la entrevista, permitiendo además ir un poco más allá con exploración de aspectos presentes en las respuestas del entrevistado, lo que será complementado con análisis de lenguaje no verbal (Quintana, 2006) y aplicadas secuencialmente, de acuerdo a una clasificación del tipo de negocio que representan los entrevistados, de una muestra que se consideró en base a selección no probabilística y por conveniencia, del tipo muestreo intensivo, la que en base a la experiencia de los entrevistados, asegurará una descripción de alta calidad en relación a lo específico del tema (Flores, Gómez, y Jiménez, 1999).

De esta manera, se consideró entrevistar en primera instancia a proveedores de camiones forestales del país, con el objetivo de recopilar primero, antecedentes respecto a la disponibilidad de camiones eléctricos en el mercado chileno, en base a cumplimiento de las especificaciones técnicas mínimas para desenvolverse en la operación forestal, como pueden ser la autonomía

de los camiones eléctricos, potencia de camiones, capacidad de carga, disponibilidad de servicios de mantención tipo full service, entre otros.

Posteriormente se entrevistó a empresarios y gerentes de empresas de servicios de transporte forestal de las regiones en estudio, para conocer sus apreciaciones, apprehensiones y disposición respecto a la factibilidad o no, de la implementación de transporte forestal en base a camiones eléctricos.

Por último, se entrevistó a ejecutivos de la principal empresa forestal de las regiones, con el objetivo de explorar su percepción, planificación e intención, respecto a la factibilidad de implementación de transporte forestal con camiones eléctricos.

El desarrollo de la investigación fue de carácter exploratoria, sistemática y empírica, donde se observaron y analizaron resultados en su desarrollo normal y general, de manera de facilitar un pensamiento con análisis hacia el descubrimiento (Quintana, 2006).

El análisis de datos se desarrolló en base a una metodología de investigación con temporalidad transversal, de manera que las entrevistas fueron desarrolladas de manera única en el tiempo.

Población sobre la que se efectuó el estudio: Para este estudio se entrevistaron a 3 ejecutivos de las empresas principales, 4 gerentes de empresas de transporte y 2 proveedores de camiones.

La totalidad de los entrevistados, independiente del tipo de clasificación antes mencionada, cuenta con una alta experticia en el rubro, y comprende a niveles jerárquicos altos en cada una de sus compañías, considerando a jefes de unidad, gerentes generales de empresas de transporte forestal y gerentes de zona de los distribuidores de camiones, en donde el 78% de los entrevistados cuenta con estudios universitarios completos y experiencia promedio en el rubro de 17 años. De estos, 3 poseen títulos de postgrado. La edad de los entrevistados comprende un rango de 33 a 66 años de los cuales el 89% supera los 41 años.

Entorno: El estudio comprendió la octava y decimosexta región de Chile, cuyos sectores económicos relevantes comprenden servicios financieros, inmobiliarios, construcción, electricidad, gas, agua, servicios personales y forestal alcanzando un PIB de 13.497 billones de pesos al 2017 (Banco Central de Chile, 2018) contribuyendo en un 7,5% al PIB Nacional.

Estas regiones son consideradas como el motor del sector forestal chileno y en donde operan los tres actores forestales relevantes de escala mayor del país, administrando en conjunto un patrimonio de 1.286.000 ha de plantaciones de bosque de uso industrial. En total, el sector forestal aporta un 1,7% al PIB de Chile totalizando 3.176,6 billones de pesos chilenos (Banco Central de Chile, 2018).

En total el sector forestal chileno genera 113,8 mil puestos de trabajo que se subdividen en la industria forestal primaria, secundaria y de silvicultura y extracción. Los principales productos generados por este sector contemplan la pulpa química, madera aserrada, tableros y chapas, astillas y otros totalizando exportaciones que alcanzaron en 2018 los 6.838 millones de dólares y un consumo de 47.854.215 m³ssc de madera aserrable y pulpable (Instituto Forestal de Chile, 2019).

Generalmente el modelo de transporte forestal se compone de las empresas forestales, quienes actúan como empresas mandantes o clientes y las cuales generalmente licitan o negocian los servicios de transporte forestal con empresas de servicios de transporte especializadas, con el fin de aprovechar las economías de escala y experiencia que estas poseen respecto a temas logísticos. Se estima que existen alrededor de 80 empresas especializadas en transporte forestal a escala industrial con flotas que varían de 5 a 100 camiones. Estos camiones completan alrededor de 60.000 viajes mensuales recorriendo distancias promedio por viaje cargado entorno a los 120 km.

Intervenciones: Se efectuaron entrevistas a los principales proveedores de camiones y empresas forestales, para poder realizar un levantamiento de los aspectos claves indicados en el diseño del estudio. Para esto se utilizaron grabadoras de voz y un documento escrito con las preguntas guía de la discusión.

En las entrevistas se consideraron las siguientes preguntas bases separadas en tres etapas:

Etapas 1: Caracterización del presente y comprensión de la realidad

- ¿Qué entiende usted por electromovilidad?
- ¿Conoce el estado actual de su utilización en el transporte de carga?
- ¿En su empresa, se ha desarrollado alguna evaluación o implementación de esta tecnología?

- Según su experiencia, ¿en qué plazo de tiempo estima que esta tecnología será competitiva con los camiones diésel de alto tonelaje y por qué?

Etapas 2: Propuestas para implementación de alto impacto

- ¿Qué factores cree usted que deberían existir para poder evaluar la implementación o incorporación de camiones eléctricos en su compañía?
- ¿Tiene propuestas específicas que impulsen la implementación de camiones eléctricos a corto plazo y de manera permanente?
- Si yo le propusiera una estrategia de cambio basada en la comprensión de cuáles son las variables de base, que factibiliza la incorporación en una estrategia de implementación y desarrollo de electromovilidad en el transporte de la compañía ¿Qué opina de dicha propuesta o del cambio planteado así?

Etapas 3: Alertas sobre las transformaciones

- ¿Cuáles son las oportunidades o beneficios que visualiza usted para el sector forestal y para su empresa, la utilización de camiones eléctricos?
- ¿Qué tipo de dificultad o riesgo podría provocar en el sector y en su organización, la implementación de este tipo de tecnología?
- ¿Por qué cree usted que aún no se han introducido camiones eléctricos en el transporte forestal chileno y en su empresa?
- ¿Cuál sería su principal preocupación al momento de la implementación de un proyecto de camiones forestales eléctricos?

Métodos de verificación y validación del instrumento: Para verificar y validar el instrumento, se sometió a análisis y validación por parte de profesores expertos de la escuela de ingeniería de la Universidad del Desarrollo. Producto de lo anterior, se logró capturar sugerencias y modificaciones, de manera de hacer la entrevista coherente con el diseño de esta investigación.

Plan de análisis de datos: El análisis de datos consideró la agrupación y tabulación de los resultados de las entrevistas, de manera de poder conocer el escenario actual vigente en torno al conocimiento de esta tecnología y su factibilidad en las principales empresas forestales de Chile y las creencias y paradigmas respecto de la implementación a corto y mediano plazo, con lo cual podremos conocer las

variables basales que influyen en la decisión de adoptar esta tecnología.

Ética: Durante la investigación se puso especial énfasis en demostrar el nulo interés o beneficio de los investigadores en relación con las entrevistas realizadas.

Se logró una participación voluntaria mediante la transparencia, entregando la información suficiente a los distintos participantes del estudio y manejando la información entregada con un alto grado de confidencialidad.

Respecto a los resultados, se puede asegurar que fueron desarrollados sin presiones o influencias con el fin de anular cualquier sesgo de los datos u opiniones y, además, las observaciones y apreciaciones de los entrevistados, se realizaron y analizaron en su contexto normal y real.

Por último, se confirma que no existió en ninguna parte del proceso, manipulación deliberada de las variables de estudio en ninguna magnitud.

3. Resultados

A continuación, se presentan los resultados de las preguntas expuestas anteriormente en el instrumento. Es importante indicar que se ha seleccionado únicamente aquella información de mayor relevancia para el artículo, por razones de espacio y claridad de los análisis.

Cabe destacar que los datos recogidos han sido agrupados por categorías claves, como se muestra en la siguiente tabla:

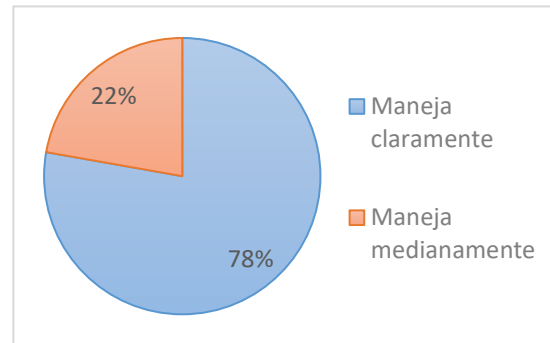
Ítem	Categorización
1 - ¿Qué entiende usted por electromovilidad?	<ul style="list-style-type: none"> • Maneja claramente • Maneja medianamente • No maneja
2 - ¿Conoce el estado actual de su utilización en el transporte de carga?	<ul style="list-style-type: none"> • Conoce aplicación en otro tipo de transporte • Conoce aplicación en transporte carga menor • Conoce estado actualizado • No conoce
3 - ¿En su empresa, se ha desarrollado alguna evaluación o implementación de esta tecnología?	<ul style="list-style-type: none"> • Tiene implementado • Se ha investigado

	<ul style="list-style-type: none"> • Se ha evaluado • Nunca
4 - Según su experiencia, ¿en qué plazo de tiempo estima que esta tecnología será competitiva con los camiones diésel de alto tonelaje y por qué?	<ul style="list-style-type: none"> • Mayor a 20 años • Entre 10 y 20 años • Entre 5 y 10 años • Menor a 5 años
5 - ¿Qué factores cree usted que deberían existir para poder evaluar la implementación o incorporación de camiones eléctricos en su compañía?	<ul style="list-style-type: none"> • Antecedentes del producto • Infraestructura de carga • Incentivos • Mano de obra calificada • Cambios operativos
6 - ¿Tiene propuestas específicas que impulsen la implementación de camiones eléctricos a corto plazo y de manera permanente?	<ul style="list-style-type: none"> • Incentivos • Proyecto piloto • Infraestructura de carga • Planificación estratégica • Mano de obra calificada • Soporte
7 - Si yo le propusiera una estrategia de cambio basada en la comprensión de cuáles son las variables de base, que factibiliza la incorporación en una estrategia de implementación y desarrollo de electromovilidad en el transporte de la compañía ¿Qué opina de dicha propuesta o del cambio planteado así?	<ul style="list-style-type: none"> • Sería bueno / Ayudaría • No creo que ayude / sirva
8 - ¿Cuáles son las oportunidades o beneficios que visualiza usted para el sector forestal y para su empresa, la utilización de camiones eléctricos?	<ul style="list-style-type: none"> • Sustentabilidad económica • Sustentabilidad ambiental • Faltan antecedentes
9 - ¿Qué tipo de dificultad o riesgo podría provocar en el sector y en su organización, la implementación de este tipo de tecnología?	<ul style="list-style-type: none"> • Baja performance del vehículo • Poca infraestructura de carga • Falta de antecedentes

	<ul style="list-style-type: none"> • Condiciones sociales y de seguridad • Falta de incentivos
10 - ¿Por qué cree usted que aún no se han introducido camiones eléctricos en el transporte forestal chileno y en su empresa?	<ul style="list-style-type: none"> • Performance del vehículo • Falta de incentivos • Inexistencia del equipo • Falta infraestructura de carga • Falta de antecedentes • Ausencia mano de obra calificada • Riesgo operacional • Ausencia proyecto piloto • Infactibilidad económica
11 - ¿Cuál sería su principal preocupación al momento de la implementación de un proyecto de camiones forestales eléctricos?	<ul style="list-style-type: none"> • Infraestructura de carga • Performance del vehículo • Productividad • Mano de obra calificada • Ausencia proyecto piloto • Rentabilidad • Condiciones sociales y de seguridad

definiciones como: “Para mover un camión necesito energía, en este caso se utiliza electricidad” (Entrevistado 8, 41 años) o también definiciones más generales como por ejemplo: “Todo lo que se transporta, ya sea de carga o pasajeros y que se hace con electricidad como fuente energética” (Entrevistado 2, 51 años).

Gráfico 1: ¿Que entiende usted por electromovilidad?



De esta manera, el concepto de electromovilidad presentó definiciones que utilizaron distintos enfoques, sin embargo, todos incorporan de alguna manera ideas y nociones que van en línea con su significado.

Ítem 2: ¿Conoce el estado actual de su utilización en el transporte de carga?

A diferencia de los resultados de la pregunta anterior, acá el porcentaje de entrevistados que mostró conocimientos claros de la pregunta bajó al 22%, con conocimientos que abordan experiencias en otras industrias y en la cual destacan respuestas como "En la gran minería hay pilotos asociados a camiones eléctricos, porque la industria desde el punto de vista híbrido ya está bien desarrollada" (Entrevistado 1, 33 años). Por otra parte, existe un 45% que declaró conocer principalmente experiencias en transporte de personas y de menor capacidad de carga, ya sean de ámbito nacional o internacional y donde encontramos conceptos como por ejemplo: "Yo diría que en Chile el sector de mediana carga ya está bien encaminado" (Entrevistado 1, 33 años) o en la misma línea: "He visto que hay unos camiones de transporte para retiro de basura en Santiago...En términos de movilidad de personas hay buses que son en gran mayoría chinos de la marca BYD" (Entrevistado 2, 51 años). Es importante mencionar que mucho de este conocimiento es de carácter bibliográfico o de origen comunicacional, ya que la mayoría de los entrevistados no había conocido

3.1 Presentación y análisis básico de datos recogidos

Para analizar e interpretar los datos recogidos, estos se agrupan de acuerdo con cada ítem de las categorías claves.

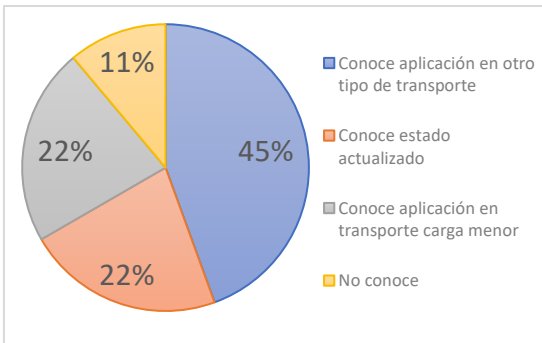
Etapas 1: Caracterización del presente y comprensión de la realidad

Ítem 1: ¿Qué entiende usted por electromovilidad?

Los resultados en relación a esta pregunta muestran una tendencia mayoritaria hacia el manejo claro del concepto de electromovilidad, encontrándonos que un 78% de ellos manejan definiciones y conceptos de electromovilidad, quedando respaldado por ejemplo en

directamente un equipo o una operación con camiones eléctricos. Por último, el 11% de entrevistados declaró no conocer el estado actualizado "En el extranjero sé que hay avances en carretera, pero desconozco detalles" (Entrevistado 3, 46 años).

Gráfico 2: ¿Conoce el estado actual de su utilización en el transporte de carga?



Ítem 3: ¿En su empresa, se ha desarrollado alguna evaluación o implementación de esta tecnología?

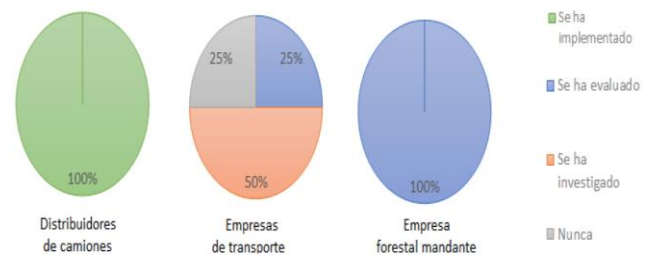
Las respuestas a esta pregunta deben ser analizadas por separado, dependiendo de la industria a quien pertenece el entrevistado. Esto se debe a que las respuestas de los distribuidores de camiones muestran que el 100% de ellos indica contar actualmente con implementación de proyectos asociados a electromovilidad, argumentando contar con tecnología disponible para la venta, pero estrictamente dirigida a distintos tipos de transporte urbano y de pasajeros, pero nada disponible actualmente para la venta masiva de camiones forestales o de carga pesada en Chile, lo que queda claramente respaldado por una respuesta como: "Se trajeron a Chile camiones de capacidad menor, pero se vendieron de inmediato, por lo que rápidamente hubo que traer más" (Entrevistado 5, 48 años).

Respecto de la categoría de entrevistado de empresa forestal mandante, indican contar con un 100% de respuestas confirmando que se han evaluado proyectos de esta índole y que antes de fin de año tendrán operando este tipo de tecnología: "Tomamos la decisión de implementar grúas eléctricas para una de nuestras plantas y hubo que convencer al directorio de que eran más eficientes" (Entrevistado 1, 33 años). En la categoría de las empresas de transporte, existe un 50% de respuestas asociadas a que se ha investigado, un 25% de ellas ha evaluado, mismo porcentaje que dice no haber realizado nunca nada al respecto,

confirmando que ninguna empresa del rubro de transporte forestal, ha efectuado una implementación actualmente.

Relacionado a las empresas de transporte forestal, los resultados indican que un 75% de ellas, se encuentra en una etapa actual de investigación y evaluación de algún proyecto asociados a la electromovilidad que les permita dar cumplimiento a una exigencia que les impuso el cliente, en la última adjudicación de licitación asignada el presente 2020, en donde se les exigió el compromiso de que dentro de los dos primeros años del contrato de licitación (2021-2022), deben contar con alguna iniciativa en término de electromovilidad en sus operaciones, lo que queda de manifiesto en respuestas como: "Si, lo que conozco es lo que investigue producto de una licitación que postule, pero lo que averigüé es que mi proveedor de camiones no cuenta con la tecnología para el rubro forestal" (Entrevistado 8, 41 años).

Gráfico 3: ¿En su empresa, se ha desarrollado alguna evaluación o implementación de esta tecnología?



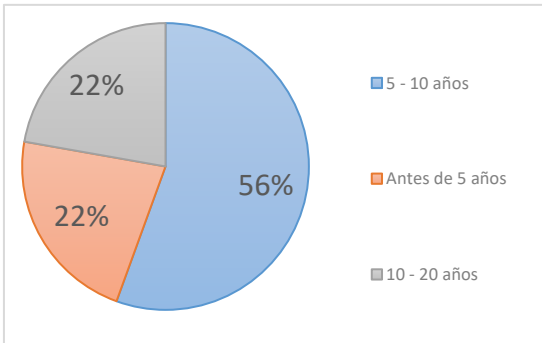
Ítem 4: Según su experiencia, ¿en qué plazo de tiempo estima que esta tecnología será competitiva con los camiones diésel de alto tonelaje? ¿Y por qué?

Para este caso la evidencia muestra que un 56% de los entrevistados estima que esta tecnología será competitiva entre 5 a 10 años. Se destacan respuestas como: "En la próxima licitación he pensado que serán camiones eléctricos" (Entrevistado 7, 66 años) y "Primero tiene que desarrollarse en las fábricas, luego probarse con capacidades de 45 ton, lo que no veo que sea menor a 5 años" (Entrevistado 6, 61 años).

Por otro lado, el 22% de los entrevistados estima que el plazo estará entre los 10 y 20 años, con respuestas como: "No lo veo antes de 10 años como mínimo porque el avance en Chile ha sido bastante lento en términos de la electromovilidad" (Entrevistado 2, 51 años), lo que, sumado a la categoría anterior, entrega un total de 78% que no creen que el tiempo sea inferior a 10 años.

Por otro lado, quienes esperan que esta tecnología sea competitiva en menos de 5 años, equivale al 22%, donde se aprecian respuestas como "Pienso que podrían ser unos 5 años" (Entrevistado 3, 46 años).

Gráfico 4: Según su experiencia, ¿en qué plazo de tiempo estima que esta tecnología será competitiva con los camiones diésel de alto tonelaje y por qué?



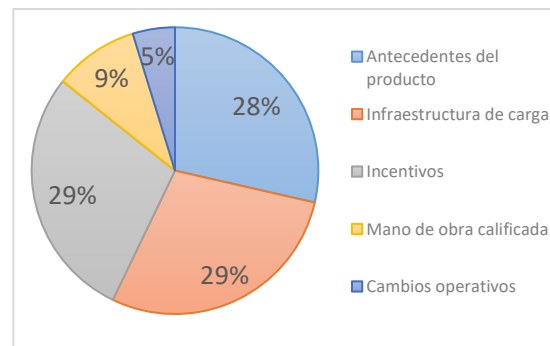
Etapa 2: Propuestas para implementación de alto impacto

Ítem 5: ¿Qué factores cree usted que deberían existir para poder evaluar la implementación o incorporación de camiones eléctricos en su compañía?

Debido a la gran cantidad de factores mencionados por los entrevistados se opta por categorizar las respuestas en 5 principales: Antecedentes del producto con un 28% y el cual va en directa relación con los conocimientos que los entrevistados puedan o no tener sobre un camión eléctrico. Se aprecian respuestas como "Hay algunos temas o problemas con la potencia, más que nada para poder ingresar a los caminos forestales. Se desempeñan bien en carretera, pero no sé qué tan bien en el bosque" (Entrevistado 3, 46 años). Le sigue la infraestructura de carga a la cual un 29% de los entrevistados hicieron referencia y alude a la red de abastecimiento de energía y las características técnicas necesarias para operar. Se destacan respuestas como: "Contar con tecnología de recarga que no impacte el tiempo de uso del camión, si lo deja fuera de servicio por un par de horas, afectaría la productividad del camión que buscamos conseguir. Tendríamos que aumentar la flota por tener camiones parados cargando" (Entrevistado 3, 46 años) y "Si todo lo que se ve en el mercado tiene poca autonomía. ¿Dónde nos abastecemos y cuánto nos demoramos?, no lo sabemos y eso influye sobre las operaciones. No podríamos dar la cantidad de vueltas que damos con uno convencional...Eso, al final, influye en las rentabilidades" (Entrevistado 7, 66 años). Luego, los

entrevistados hicieron referencia a los incentivos económicos, factor que fue mencionado en un 29% en las respuestas de los entrevistados, contemplando un espectro que iban desde incentivos estatales a privados. Sobresalen respuestas como "Creo que el gobierno debe pronunciarse, tal vez, por medio de beneficios tributarios al incorporar camiones eléctricos...Eso puede contribuir a que los empresarios puedan evaluar otros tipos de combustible" (Entrevistado 2, 51 años). Continua el factor de mano de obra calificada con un 9,52%, enfocado principalmente a los conocimientos técnicos de conductores y mecánicos. Finalmente, un 4,76% de los entrevistados hicieron referencia a Cambios operativos como factor necesario para implementar este tipo de tecnología.

Gráfico 5: ¿Qué factores cree usted que deberían existir para poder evaluar la implementación o incorporación de camiones eléctricos en su compañía?



Ítem 6: ¿Tiene propuestas específicas que impulsen la implementación de camiones eléctricos a corto plazo y de manera permanente?

Dada la gran variedad de respuestas, se optó por consolidar en seis propuestas principales de las cuales un 29% de los entrevistados refirió iniciativas enfocadas a los incentivos necesarios para poder alinear al estado y los privados en pos de implementar esta tecnología. Sobresalen respuestas como: "Creo que el gobierno debe pronunciarse, tal vez, por medio de beneficios tributarios al incorporar camiones eléctricos" (Entrevistado 2, 51 años).

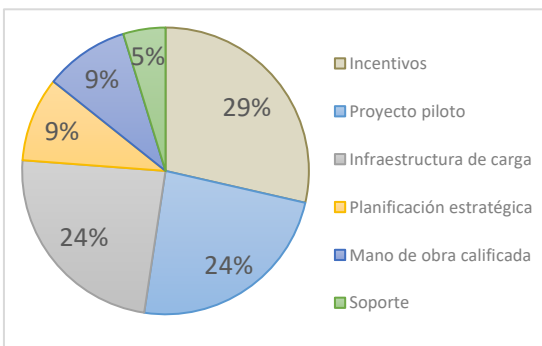
La segunda y tercera categoría de respuestas dicen relación con propuestas enfocadas a la implementación de proyectos piloto e implementación de la infraestructura de carga a escala industrial, ambas con un 24%. Es posible destacar las siguientes respuestas: "Tal vez, si las empresas mandantes exigieran un piloto con un camión por empresario, para evaluar costos y

conocer esta fuente de energía" (Entrevistado 7, 66 años). Se podría decir que debido al desconocimiento de este tipo de tecnología se hace fundamental pasar por esta etapa de modo de aclarar las dudas que los principales actores puedan tener en relación con el rendimiento y costos de operación de estos camiones.

Luego le siguen propuestas asociadas a la planificación estratégica y mano de obra calificada, ambas con un 9%. La primera se enfoca a los cambios operativos que sería necesario poner en práctica y los pasos a seguir para conseguirlos, mientras que la segunda hace referencia a las capacidades técnicas de los conductores y mecánicos encargados de manipular y reparar los vehículos.

El factor soporte abarca desde la red de proveedores de mantenimiento, repuestos e insumos con un 5% de las propuestas.

Gráfico 6: ¿Tiene propuestas específicas que impulsen la implementación de camiones eléctricos a corto plazo y de manera permanente?

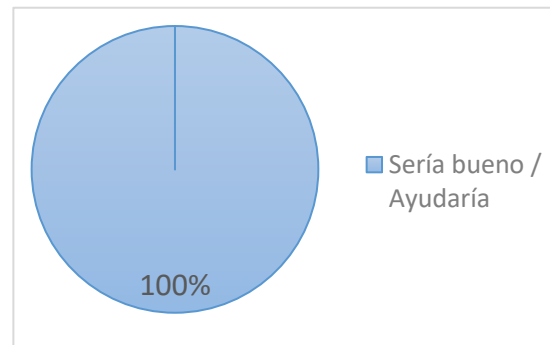


Ítem 7: Si yo le propusiera una estrategia de cambio basada en la comprensión de cuáles son las variables de base, que factibiliza la incorporación en una estrategia de implementación y desarrollo de electromovilidad en el transporte de la compañía ¿Qué opina de dicha propuesta o del cambio planteado así?

El 100% de los entrevistados comentaron que una estrategia de cambio que tome en consideración las variables basales les apoyaría para decidir si optar o no por un VCE. Algunas respuestas destacadas son las siguientes: "Debe ser una de las cosas que necesitamos para impulsar nuestra meta de tener 100% movimiento eléctrico" (Entrevistado 1, 33 años) y "Te ayuda a tomarla o no tomarla" (Entrevistado 4, 43 años). Esta respuesta muestra que en cierto grado hay un desconocimiento, y a la vez, un interés por interiorizarse sobre esta tecnología para adelantarse a

un cambio tecnológico no menor que se vislumbra en el futuro.

Gráfico 7: Si yo le propusiera una estrategia de cambio basada en la comprensión de cuáles son las variables de base, que factibiliza la incorporación en una estrategia de implementación y desarrollo de electromovilidad en el transporte de la compañía ¿Qué opina de dicha propuesta o del cambio planteado así?

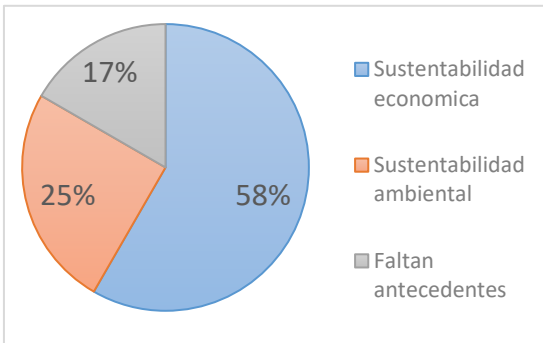


Etapa 3: Alertas sobre las transformaciones.

Ítem 8: ¿Cuáles son las oportunidades o beneficios que visualiza usted para el sector forestal y para su empresa, la utilización de camiones eléctricos?

Los resultados de esta pregunta muestran que el 58% de los entrevistados ven como principal beneficio de la electromovilidad, la sustentabilidad económica de sus empresas, con respuestas como por ejemplo: "Te lo va a pedir el mercado y porque te lo va a pedir la ciudadanía por el medio ambiente" (Entrevistado 7, 66 años) o "Tener una tecnología de punta y la posibilidad de obtener por ejemplo un sello verde que te diferencie como empresa transportadora de carga, permitiría tener acceso a otro tipo de contratos" (Entrevistado 8, 41 años). Adicionalmente se aprecia un 25% de entrevistados que visualizan un complemento de beneficios ambientales y económicos, que no son excluyentes entre sí, lo que se ve reflejado en respuestas como, por ejemplo: "Creo que la huella que emitimos con nuestra flota de camiones, que quema miles de litros petróleo al día, ayudaría por un lado a la empresa, pero realmente al medio ambiente" (Entrevistado 3, 46 años). Por último, un 17% no se inclina por un beneficio claro, debido a falta de antecedentes que manejan, donde se indica, por ejemplo: "No teniendo la experiencia o no conociendo los productos, es difícil dar con las ventajas" (Entrevistado 5, edad 48 años).

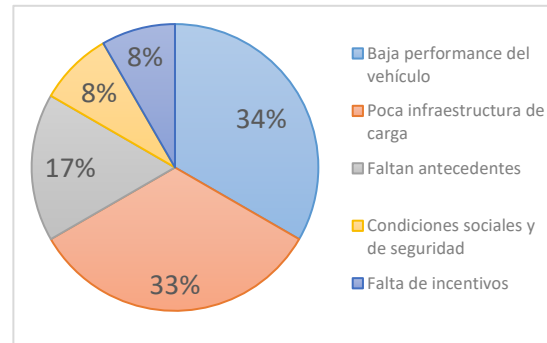
Gráfico 8: ¿Cuáles son las oportunidades o beneficios que visualiza usted para el sector forestal y para su empresa, la utilización de camiones eléctricos?



Ítem 9: ¿Qué tipo de dificultad o riesgo podría provocar en el sector y en su organización, la implementación de este tipo de tecnología?

Los resultados a la pregunta muestran que existen dos principales dificultades, las que corresponden a la baja performance del vehículo con un 34% y que se argumentan con respuestas como por ejemplo: “El ingreso de camiones de proveedores no especializados en la industria forestal, podría generar inconvenientes de durabilidad de los camiones y por ende, rentabilidad del negocio” (Entrevistado 9, 42 años) y la segunda alternativa mayoría que corresponde a la poca infraestructura de carga con un 33%, donde se encuentran argumentos respuestas como: “Nuestras flotas tienen muchas bases en zonas rurales, por lo que no estén preparadas para nutrir de energía” (Entrevistado 3; 46 años). A continuación, aparece con un 17% el riesgo de la falta de antecedentes, donde se responde: “El desconocimiento sobre el camión y la falta de desarrollo de la industria” (Entrevistado 7, 66 años). Posteriormente aparecen otras dificultades como son las condiciones sociales y de seguridad con un 8% y la falta de incentivos también con un 8%.

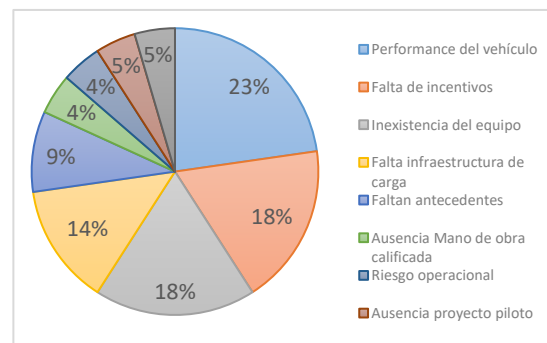
Gráfico 9: ¿Qué tipo de dificultad o riesgo podría provocar en el sector y en su organización, la implementación de este tipo de tecnología?



Ítem 10: ¿Por qué cree usted que aún no se han introducido camiones eléctricos en el transporte forestal chileno y en su empresa?

Las alternativas de respuestas a esta pregunta son más amplias que los casos anteriores, liderando como causa la performance del vehículo con un 23%, argumentada por respuestas como: “Aun existiendo una hipotética nivelación de precio, capacitación de la gente y se le dan las condiciones para trabajar, estaríamos fallando en la autonomía” (Entrevistado 7, 66 años). Le siguen en orden de participación las alternativas de inexistencia del equipo y la falta de incentivos, ambos con un 18%, en donde respecto de esta última causa de indica por parte de un entrevistado: “Faltan políticas públicas, el estado debe convencerse” (Entrevistado 8, 41 años). Por último, aparecen respuestas que obedecen a falta de infraestructura de carga (14%) y falta de antecedentes (9%)

Gráfico 10: ¿Por qué cree usted que aún no se han introducido camiones eléctricos en el transporte forestal chileno y en su empresa?



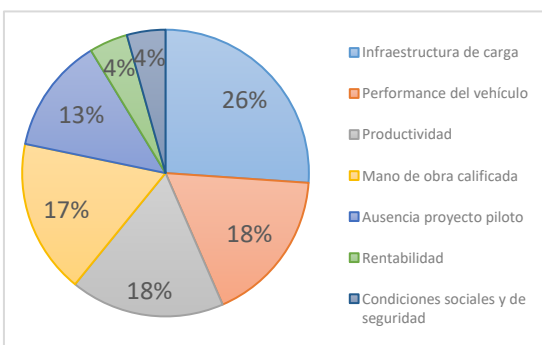
Ítem 11: ¿Cuál sería su principal preocupación al momento de la implementación de un proyecto de camiones forestales eléctricos?

Al analizar las respuestas de esta pregunta, se puede evidenciar que se mantienen con alta participación variables mencionadas anteriormente, como son la infraestructura de carga con un 26%, performance del vehículo con un 18%, pero empiezan a aparecer nuevas variables como por ejemplo la pérdida de productividad de la operación con un 18%, que se ven reflejadas en respuestas del tipo: “El indicador de disponibilidad es lo más preocupante, ya sea por fallas o durabilidad” (Entrevistado 3, 46 años) o “Preocupa que eche a perder la disponibilidad que hemos logrado con los equipos actuales” (Entrevistado 4, 43 años).

También con un 17% aparece la preocupación de contar con mano de obra calificada, donde se argumenta: “El perfil que se requiere para operadores y mantenedores no será fácil de encontrar en la región, por lo que habrá que salir de la región para encontrarlo, lo que lo encarecerá” (Entrevistado 1, 33 años) y con un 13% la preocupación de la ausencia de un plan piloto: “De un camión diésel uno conoce las necesidades y requerimientos, pero de estos vehículos no tengo idea de qué tipo de problemas pueda tener y eso puede afectar a nuestros cliente” (Entrevistado 4, 43 años).

Cierran las preocupaciones la rentabilidad del negocio y la actual condición social y de seguridad, con un 4% cada una.

Gráfico 10: ¿Cuál sería su principal preocupación al momento de la implementación de un proyecto de camiones forestales eléctricos?



3.2 Discusión de resultados

La evidencia de este estudio relacionada a la caracterización del presente y comprensión de la realidad, indica que si bien el 78% comprende claramente el concepto de electromovilidad, este

conocimiento baja considerablemente al consultar por el estado actualizado de su aplicación en el transporte de carga, en donde sólo el 22% de los entrevistados manifiesta conocimiento actualizado de su uso (donde no se encontraron respuestas positivas en algún empresario de transporte de carga), encontrándose el mayor conocimiento de su uso en otros medios de transporte, principalmente asociados a la Red Metropolitana de Movilidad de transporte público de Santiago, lo que va en directa relación con la primera estrategia nacional de electromovilidad de Chile (Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones, Gobierno de Chile, 2016) y cuyo foco es establecer el transporte público de pasajeros como motor de desarrollo de esta tecnología.

Lo anterior continúa siendo reafirmado en los resultados que indican que sólo los entrevistados del negocio de distribución de camiones manifiesta haber implementado proyectos asociados a la electromovilidad, situación que en el caso de las empresas mandantes alcanza sólo hasta el desarrollo de evaluaciones de este tipo de tecnologías en sus operaciones, destacando sólo un proyecto que ya se encontraba autorizado y en etapa de la importación de los equipos eléctricos, quedando el rubro de las empresas de transporte forestal de las regiones de Ñuble y Biobío relegadas a una etapa más reciente de exploración y acercamiento hacia la electromovilidad, la que como se mencionó, obedece a una exigencia que se originó desde su cliente principal, pero que aún no se ha reflejado con algún proyecto concreto que incorpore o considere este tipo de tecnología, lo que fue mencionado por Iwan, Allesch, Celebi, Kijewska, Hoé, Klauenberg y Zajicek (2019), comentando que en países como Alemania, Dinamarca, Polonia y Turquía, se genera un mercado poco dinámico, debido a que gran parte de los operadores logísticos desconocen y/o tienen poca experiencia en el ámbito.

Respecto de las estimaciones de plazos entregadas por los entrevistados y que mayoritariamente estimaban un plazo entre 5 y 10 años, es importante destacar que estos están enmarcados dentro de lo indicado por Madera (2019), donde estimó para Colombia que el punto de equilibrio económico entre VCE y VCI se daría entre los años 2025 y 2028, dependiendo si se consideraban o no restricciones de desplazamientos para los VCI.

Al analizar las respuesta de la etapa de propuestas para implementación de alto impacto, destaca que pese a la baja implementación y conocimientos de proyectos

vigentes en la industria, existe una preocupación sobre los aspectos claves que deberían existir para impulsar este tipo de tecnología, aspectos que además son muy acotados, de gran consenso y transversales entre los actores de la industria, destacándose la necesidad de una batería de incentivos, independientemente si estos son de origen públicos o privados y la necesidad de implementar una infraestructura de carga, que entregue la cobertura necesaria para cubrir los rangos de la operación forestal, lo que fue indicado inicialmente por Vargas, Ortega, y Hernández (2018) donde identifica dentro de los principales incentivos implementados en países de Europa para impulsar la electromovilidad, son apoyos a la adquisición de los vehículos eléctricos y en una menor proporción, al desarrollo de infraestructura de recarga eléctrica. Esto es reafirmado por Jones, Begley, Berkeley, Jarvis y Bos (2020), los cuales concluyeron que para factibilizar el transporte eléctrico rural es necesario abordar el alto costo de estos vehículos, su autonomía y la infraestructura de carga disponible en el área de acción.

Otro factor que se reitera por parte de los entrevistados, se relaciona con la mayor disposición de antecedentes de los equipos disponibles, de manera de conocer sus características como por ejemplo: precio, potencia, capacidades de carga, necesidades de mantenimiento, autonomía, etc. y que permitan estimar el performance que logrará desarrollar en el trabajo forestal, descrito como un trabajo de muy alta exigencia debido a las condiciones topográficas entre otras, lo que es complementado por el hecho que todos los entrevistados señalaron que les sería especialmente útil un modelo estratégico en el cual se identificaran las variables claves que les permitiera implementar vehículos eléctricos en sus respectivas organizaciones. Lo anterior va en directa relación con los resultados expuestos en (FREVIEW, 2017) y en el cual se concluye que es necesaria una plataforma de difusión e intercambio de conocimientos que, combinado con infraestructura, marco regulatorio e incentivos eficientes, permitiera a las compañías manejar las implementaciones de este tipo de vehículos.

Lo anterior también fue señalado por Iwan, Allesch, Celebi, Kijewska, Hoé, Klauenberg y Zajicek (2019) los cuales identifican que, para impulsar el uso de esta tecnología, es fundamental combinar políticas públicas con una plataforma de intercambio de conocimientos tanto técnicos como económicos, en donde dicha plataforma impacte positivamente en las percepciones de los principales tomadores de decisión.

Por último, al analizar la etapa 3 respecto de alertas sobre transformaciones, destaca principalmente un enfoque orientado a la obtención de beneficios económicos incluso por sobre los beneficios ambientales, originados en base a la sustentabilidad que este tipo de tecnología brindaría a la actividad, producto de tres razones principales: a) exigencias que se visualizan podrían surgir desde los clientes y que permitirían mantenerse vigentes al lograr una transformación rápida y eficiente, b) mercado vigente de los bonos de carbono y c) menores costos de mantenimiento del camión eléctrico. Esto va en directa relación con lo expuesto por el (Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones y Ministerio de Energía, Gobierno de Chile, 2016) en la Estrategia Nacional de Electromovilidad.

Respecto a las principales preocupaciones y dificultades que proyectan los entrevistados, se mantienen nuevamente factores de convergencia común y adicionales a los que ya hemos mencionado, donde destacan la falta de antecedentes, lo que según se apreció en (FREVIEW, 2017), un aumento de conocimientos técnicos respecto del tipo de tecnología, generó un aumento significativo en la percepción positiva que tuvieron los gerentes de flota en la factibilidad de la implementación de VCE en el transporte de carga.

Por otro lado, la preocupación que dice relación con la inexistencia de camiones disponibles en Chile para el rubro forestal es reforzado por Iwan, Allesch, Celebi, Kijewska, Hoé, Klauenberg, y Zajicek (2019), en donde se identifica como una variable clave, el que exista una variada oferta de vehículos de carga eléctricos, lo que ayuda a reducir los precios de compra, evitando que muchos proyectos asociados a la electromovilidad sean descartados en las etapas de evaluación.

4. Conclusiones

Luego de categorizar y priorizar las opiniones vertidas de actores relevantes se puede concluir que las principales variables críticas que factibiliza la implementación de electromovilidad en el transporte forestal son: 1) Impulsar la transferencia tecnológica para conocer la performance de los camiones eléctricos de carga forestal; 2) Implementación de una infraestructura de carga que tenga una cobertura espacial y eficiencia que no afecte la productividad de la flota; 3) Generación de incentivos públicos y/o privados que aceleren la formación de sociedades estratégicas colaborativas entre distribuidores de

camiones y empresas de transporte y por último; 4) Preparación de personal de mantenimiento calificado que permita asegurar mantener o mejorar los actuales estándares que ha alcanzado la industria.

Lo anterior se sustenta al analizar y consolidar respuestas claves de la etapa 2 y etapa 3, en donde fue posible identificar cuáles eran sus principales preocupaciones, las mayores dificultades que visualizaban y, por último, los factores que técnicamente consideraban como elementales para la implementación de electromovilidad en el transporte forestal. Es importante notar que existe una concentración de las variables que se identifican como claves para factibilizar la electromovilidad en la industria forestal, lo que permitirá facilitar el diseño y la implementación de planes de acción efectivos.

Cabe destacar que la totalidad de los entrevistados entrega propuestas específicas que ayuden en la implementación de este tipo de tecnología en la industria, las que en general van muy alineadas con los factores críticos identificados.

La actual inexistencia de este tipo de tecnología en Chile que permita cumplir con los requerimientos de la industria forestal actual puede ser atendida con la buena disposición a probarla por parte de las empresas de transporte forestal, de manera de acelerar o al menos cumplir los plazos de desarrollo que estos mismos actores proyectan. Destaca la relevancia que adquieren en este sentido las empresas forestales mandantes, quienes pasan a ser actores claves en los incentivos que requieren las empresas de transporte para implementar la electromovilidad en el sector forestal, ya que la falta de incentivos como un factor crítico, no solamente puede ser cubierta por políticas públicas.

Dicho esto, este trabajo contribuye a la identificación y comprensión de aquellas variables claves, que factibiliza la implementación de una estrategia para la incorporación de electromovilidad en el transporte forestal de las regiones del Biobío y Ñuble.

Por otro lado, la implementación de planes piloto permitiría abordar de una manera rápida y efectiva, parte de las brechas críticas detectadas, lo que se ve como fundamental para conocer los potenciales de la tecnología, sus costos reales de operación, las complicaciones operativas que tendrán que ser atendidas, y, por último, conocer los reales beneficios que la tecnología le puede brindar a la industria forestal y al país.

Además, se propone implementar una plataforma única de intercambio especializada en el rubro que permita reunir a universidades, proveedores, concesionarias, empresas de transporte forestal, empresas forestales mandantes y al gobierno, para facilitar el acceso a información que permita realizar evaluaciones relacionadas a esta tecnología con menor incertidumbre y aumentar así la factibilidad económica.

Como una manera para continuar abordando las brechas mencionadas en el documento, se proponen estudios futuros que se enfoquen en las siguientes temáticas:

- Analizar estrategias que factibiliza la implementación de un sistema de recarga de energía, desde un enfoque económico, técnico y sustentable, que contenga los incentivos y regulaciones para el desarrollo de un nuevo sistema de negocio y que permita la entrada de nuevos actores al mercado, de manera de permitir mayor competencia y beneficios para los consumidores y la electromovilidad.
- Analizar las baterías de incentivos públicos y/o privados aplicados en los países que lideran la implementación de esta tecnología, de modo de permitir la introducción de la electromovilidad a una escala productiva en el rubro del transporte forestal y que aborden desde la compra del vehículo, costos de operación y energía, capacitación y especialización de mano de obra, etc.
- Realizar análisis comparativos económicos entre la actual tecnología de camiones diésel y los camiones en base a electromovilidad.

Referencias

- Aliste Mieres, R. (2019). *Formulación de una estrategia para aumentar el transporte de carga Red Efe*. Recuperado de <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/172920>
- Andalaft, A., Landeros, R., & Perret, J. (2005). *Caracterización de la industria de servicios de transporte forestal en Chile y estrategias competitivas de las firmas*. *Bosque (Valdivia)*, 26(3), 137-148. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-92002005000300016>
- Balaguer, S. F. (2016). *Proyecto FREVUE: Experiencia piloto de logística urbana en Madrid con vehículos eléctricos*. *Economía industrial*. Recuperado de <https://www.mincotur.gob.es/Publicaciones/Public>

[acionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/400/SERGIO%20FERNANDEZ.pdf](https://www.bcechile.cl/estadisticas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/400/SERGIO%20FERNANDEZ.pdf).

Banco central de Chile (2018). PIB regional por actividad económica, a precios corrientes, 2013 – 2018. Recuperado de https://si3.bcentral.cl/estadisticas/Principal1/enlaces/Informes/AnuariosCCNN/anuario_CCNN_2019.html

Banco central de Chile (2018). Producto interno bruto trimestral por clase de actividad económica, volumen a precios del año anterior encadenado. Recuperado de https://si3.bcentral.cl/estadisticas/Principal1/Informes/AnuarioCCNN/listado2018/ACN005H_2018_Coment.pdf

Chamochumbi, V., & Fernando, B. (2020). Análisis de los factores del cambio climático. Recuperado de <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/4171>.

Decreto N°94. (1991). Establece las condiciones para el transporte de productos forestales. Chile 08 de junio 1991. Modificada por: Decreto N°120 Ministerio de transporte y telecomunicaciones; subsecretaría de transportes 08 de enero 2010. Recuperado de <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=9104>.

FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2018. Global production and trade in forest products in 2018. Recuperado de <http://www.fao.org/forestry/statistics/80938/es/>

Flores, J. G., Gómez, G. R., & Jiménez, E. G. (1999). Metodología de la investigación cualitativa (pp. 62-103). Ediciones Aljibe.

Freight Electric Vehicles In Urban Europe. (2017). FREVUE Results and Guidance for Vehicle Suppliers. Recuperado de https://frevue.eu/wp-content/uploads/2017/09/FREVUE-Results-and-Guidelines-for-Vehicle-Suppliers-v_09.pdf

FSC, F. S. C., 2006. Scale, Intensity and Risk (SIR) Guideline for Standard Developers (FSC-GUI-60-002 V1-0). Recuperado de <https://www.fsc.org/en/process-page/scale-intensity-and-risk-sir-guideline-for-standard-developers-fsc-gui-60-002-v1-0>

INFOR, Instituto Forestal de Chile (2019). Chilean statistical yearbook of forestry, 2019. Recuperado de <https://wef.infor.cl/publicaciones/anuario/2019/Aanuario2019.pdf>

Iwan, S., Allesch, J., Celebi, D., Kijewska, K., Hoé, M., Klauenberg, J., & Zajicek, J. (2019). Electric mobility in European urban freight and logistics—status and attempts of improvement. *Transportation Research Procedia*, 39, 112-123. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2019.06.013>.

Jones, A., Begley, J., Berkeley, N., Jarvis, D., & Bos, E. (2020). Electric vehicles and rural business: Findings from the Warwickshire rural electric vehicle trial. *Journal of Rural Studies*, 79, 395-408. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2020.08.007>

Korhonen, J., Zhang, Y., & Toppinen, A. (2016). Examining timberland ownership and control strategies in the global forest sector. *Forest Policy and Economics*, 70, 39-46. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2016.05.015>.

Ley N° 19.171. 1992. Modifica Decreto Supremo N° 294 de 1984, del Ministerio de Obras Públicas, y Ley N°18.290, en lo relativo a Normas sobre peso máximo de vehículos y carga. Chile 03 de octubre 1992. Recuperado de <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=30538>

Liimatainen, H., van Vliet, O., & Aplyn, D. (2019). The potential of electric trucks—An international commodity-level analysis. *Applied energy*, 236, 804-814. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.12.017>.

Madera Ramos, J. M. (2019). Escenarios para el cambio de vehículos con motor de combustión interna a vehículos eléctricos en el transporte de carga en Colombia (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Colombia-Sede Medellín). Recuperado de <http://bdigital.unal.edu.co/74577/2/1102843898.2019.pdf>.

Marín, J. A. R., & Doblado, Ó. B. (2017). Vehículos eléctricos e híbridos. Ediciones Paraninfo, SA. Recuperado de [https://books.google.cl/books?id=3LwrDwAAQBAJ&lpg=PP1&ots=oAaxZzdMkJ&dq=Mar%C3%ADn%2C%20J.%20A.%20R.%2C%20%26%20Doblado%2C%20%2C%93.%20B.%20\(2017\).%20Veh%C3%ADculos%20el%C3%A9ctricos%20e%20h%C3%ADbridos.%20Ediciones%20Paraninfo%2C%20SA.&lr&hl=es&pg=PR4#v=onepage&q&f=false](https://books.google.cl/books?id=3LwrDwAAQBAJ&lpg=PP1&ots=oAaxZzdMkJ&dq=Mar%C3%ADn%2C%20J.%20A.%20R.%2C%20%26%20Doblado%2C%20%2C%93.%20B.%20(2017).%20Veh%C3%ADculos%20el%C3%A9ctricos%20e%20h%C3%ADbridos.%20Ediciones%20Paraninfo%2C%20SA.&lr&hl=es&pg=PR4#v=onepage&q&f=false)

Ministerio de Energía, Ministerio de transportes y telecomunicaciones y Ministerio de Medio Ambiente, Gobierno de Chile (2016). Estrategia Nacional de Electromovilidad. Un camino para los vehículos eléctricos. Recuperado de

https://www.energia.gob.cl/sites/default/files/estrategia_electromovilidad-8dic-web.pdf.

- Ministerio de Energía. Gobierno de Chile, con la colaboración de la Universidad Técnica Federico Santa María., (s. f.). Plataforma de electromovilidad. Recuperado de <http://energia.gob.cl/electromovilidad>.
- Quintana Peña, A. (2006). Metodología de investigación científica cualitativa. Psicología tópicos de actualidad. Lima: UNMSM. Recuperado de <http://biblioteca.udgvirtual.udg.mx/jspui/handle/123456789/2724>.
- Rönnqvist, M., D'Amours, S., Weintraub, A., Jofre, A., Gunn, E., Haight, R. G., ... & Romero, C. (2015). Operations research challenges in forestry: 33 open problems. *Annals of Operations Research*, 232(1), 11-40. <https://doi.org/10.1007/s10479-015-1907-4>.
- Ruíz, M. G. (2015). Pasado, presente y futuro de vehículos eléctricos. Recuperado de <https://core.ac.uk/download/pdf/71398996.pdf>.
- Tanco, M., Cat, L., & Garat, S. (2019). A break-even analysis for battery electric trucks in Latin America. *Journal of Cleaner Production*, 228, 1354-1367. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.168>.
- Teoh, T., Kunze, O., & Teo, C. C. (2016). Methodology to evaluate the operational suitability of electromobility systems for urban logistics operations. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2016.02.066>.
- The United Nations Economic Commission for Europe (2018). Inland Transport Statistics. For Europe And North America. Recuperado de http://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/main/wp6/publications/2018_INLAND_TRANSPORT_STATISTICS.pdf
- Tricallotis, M., Gunningham, N., & Kanowski, P. (2018). The impacts of forest certification for Chilean forestry businesses. *Forest policy and economics*, 92, 82-91. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2018.03.007>.
- Us, A., W., (2017) Guidance Documents, F., Involved, G. and Intent, D. FREVUE | Freight Electric Vehicles in Urban Europe, Frevue. Recuperado de: <https://frevue.eu/publications/>
- Vargas, Á. A., Ortega, J. M. M., & Hernández, F. N. (2018). Propuestas para el fomento de la movilidad eléctrica: Barreras identificadas y medidas que se deberían adoptar. *Real Academia de Ingeniería de España*.
- Wang, W., Saari, R. K., Bachmann, C., & Mukherjee, U. (2020). Estimating transboundary economic damages from climate change and air pollution for subnational incentives for green on-road freight. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 82, 102325. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2020.102325>

4 CONCLUSIONES GENERALES

Luego de categorizar y priorizar las opiniones vertidas de actores relevantes se puede concluir que las principales variables críticas que factibiliza la implementación de electromovilidad en el transporte forestal son: 1) Impulsar la transferencia tecnológica para conocer la performance de los camiones eléctricos de carga forestal; 2) Implementación de una infraestructura de carga que tenga una cobertura espacial y eficiencia que no afecte la productividad de la flota; 3) Generación de incentivos públicos y/o privados que aceleren la formación de sociedades estratégicas colaborativas entre distribuidores de camiones y empresas de transporte y por último; 4) Preparación de personal de mantenimiento calificado que permita asegurar mantener o mejorar los actuales estándares que ha alcanzado la industria.

Lo anterior se sustenta al analizar y consolidar respuestas claves de la etapa 2 y etapa 3, en donde fue posible identificar cuáles eran sus principales preocupaciones, las mayores dificultades que visualizaban y, por último, los factores que técnicamente consideraban como elementales para la implementación de electromovilidad en el transporte forestal. Es importante notar que existe una concentración de las variables que se identifican como claves para factibilizar la electromovilidad en la industria forestal, lo que permitirá facilitar el diseño y la implementación de planes de acción efectivos.

Cabe destacar que la totalidad de los entrevistados entrega propuestas específicas que ayuden en la implementación de este tipo de tecnología en la industria, las que en general van muy alineadas con los factores críticos identificados.

La actual inexistencia de este tipo de tecnología en Chile que permita cumplir con los requerimientos de la industria forestal actual puede ser atendida con la buena disposición a probarla por parte de las empresas de transporte forestal, de manera de acelerar o al menos cumplir los plazos de desarrollo que estos mismos actores

proyectan. Destaca la relevancia que adquieren en este sentido las empresas forestales mandantes, quienes pasan a ser actores claves en los incentivos que requieren las empresas de transporte para implementar la electromovilidad en el sector forestal, ya que la falta de incentivos como un factor crítico, no solamente puede ser cubierta por políticas públicas.

Dicho esto, este trabajo contribuye a la identificación y comprensión de aquellas variables claves, que factibiliza la implementación de una estrategia para la incorporación de electromovilidad en el transporte forestal de las regiones del Biobío y Ñuble.

Por otro lado, la implementación de planes piloto permitiría abordar de una manera rápida y efectiva, parte de las brechas críticas detectadas, lo que se ve como fundamental para conocer los potenciales de la tecnología, sus costos reales de operación, las complicaciones operativas que tendrán que ser atendidas, y, por último, conocer los reales beneficios que la tecnología le puede brindar a la industria forestal y al país.

Además, se propone implementar una plataforma única de intercambio especializada en el rubro que permita reunir a universidades, proveedores, concesionarias, empresas de transporte forestal, empresas forestales mandantes y al gobierno, para facilitar el acceso a información que permita realizar evaluaciones relacionadas a esta tecnología con menor incertidumbre y aumentar así la factibilidad económica.

4.1 Propuesta para trabajos futuros

Como una manera para continuar abordando las brechas mencionadas en el documento, se proponen estudios futuros que se enfoquen en las siguientes temáticas:

- Analizar estrategias que factibiliza la implementación de un sistema de recarga de energía, desde un enfoque económico, técnico y sustentable, que contenga los incentivos y regulaciones para el desarrollo de un nuevo sistema de negocio y que permita la entrada de nuevos actores al mercado, de manera de permitir mayor competencia y beneficios para los consumidores y la electromovilidad.
- Analizar las baterías de incentivos públicos y/o privados aplicados en los países que lideran la implementación de esta tecnología, de modo de permitir la introducción de la electromovilidad a una escala productiva en el rubro del transporte forestal y que aborden desde la compra del vehículo, costos de operación y energía, capacitación y especialización de mano de obra, etc.
- Realizar análisis comparativos económicos entre la actual tecnología de camiones diésel y los camiones en base a electromovilidad.

5 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aliste Mieres, R. (2019). Formulación de una estrategia para aumentar el transporte de carga Red Efe. Recuperado de <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/172920>
- Andalaft, A., Landeros, R., & Perret, J. (2005). Caracterización de la industria de servicios de transporte forestal en Chile y estrategias competitivas de las firmas. *Bosque (Valdivia)*, 26(3), 137-148. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-92002005000300016>.
- Balaguer, S. F. (2016). Proyecto FREVUE: Experiencia piloto de logística urbana en Madrid con vehículos eléctricos. *Economía industrial*. Recuperado de <https://www.mincotur.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/400/SERGIO%20FERNANDEZ.pdf>.
- Banco central de Chile (2018). PIB regional por actividad económica, a precios corrientes, 2013 - 2018. Recuperado de https://si3.bcentral.cl/estadisticas/Principal1/enlaces/Informes/AnuariosCCNN/anuario_CCNN_2019.html
- Banco central de Chile (2018). Producto interno bruto trimestral por clase de actividad económica, volumen a precios del año anterior encadenado. Recuperado de https://si3.bcentral.cl/estadisticas/Principal1/Informes/AnuarioCCNN/listado2018/ACN005H_2018_Coment.pdf
- Chamochumbi, V., & Fernando, B. (2020). Análisis de los factores del cambio climático. Recuperado de <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/4171>.
- Decreto N°94. (1991). Establece las condiciones para el transporte de productos forestales. Chile 08 de junio 1991. Modificada por: Decreto N°120 Ministerio de transporte y telecomunicaciones; subsecretaría de transportes 08 de enero 2010. Recuperado de <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=9104>.

- FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2018. Global production and trade in forest products in 2018. Recuperado de <http://www.fao.org/forestry/statistics/80938/es/>
- Flores, J. G., Gómez, G. R., & Jiménez, E. G. (1999). Metodología de la investigación cualitativa (pp. 62-103). Ediciones Aljibe.
- Freight Electric Vehicles In Urban Europe. (2017). FREVUE Results and Guidance for Vehicle Suppliers. Recuperado de https://frevue.eu/wp-content/uploads/2017/09/FREVUE-Results-and-Guidelines-for-Vehicle-Suppliers-v_09.pdf.
- FSC, F. S. C., 2006. Scale, Intensity and Risk (SIR) Guideline for Standard Developers (FSC-GUI-60-002 V1-0). Recuperado de <https://www.fsc.org/en/process-page/scale-intensity-and-risk-sir-guideline-for-standard-developers-fsc-gui-60-002-v1-0>
- INFOR, Instituto Forestal de Chile (2019). Chilean statistical yearbook of forestry, 2019. Recuperado de <https://wef.infor.cl/publicaciones/anuario/2019/Anuario2019.pdf>
- Iwan, S., Allesch, J., Celebi, D., Kijewska, K., Hoé, M., Klauenberg, J., & Zajicek, J. (2019). Electric mobility in European urban freight and logistics—status and attempts of improvement. *Transportation Research Procedia*, 39, 112-123. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2019.06.013>.
- Jones, A., Begley, J., Berkeley, N., Jarvis, D., & Bos, E. (2020). Electric vehicles and rural business: Findings from the Warwickshire rural electric vehicle trial. *Journal of Rural Studies*, 79, 395-408. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2020.08.007>
- Korhonen, J., Zhang, Y., & Toppinen, A. (2016). Examining timberland ownership and control strategies in the global forest sector. *Forest Policy and Economics*, 70, 39-46. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2016.05.015>.
- Ley N° 19.171. 1992. Modifica Decreto Supremo N° 294 de 1984, del Ministerio de Obras Públicas, y Ley N°18.290, en lo relativo a Normas sobre peso máximo de

- vehículos y carga. Chile 03 de octubre 1992. Recuperado de <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=30538>
- Liimatainen, H., van Vliet, O., & Aplyn, D. (2019). The potential of electric trucks—An international commodity-level analysis. *Applied energy*, 236, 804-814. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.12.017>.
- Madera Ramos, J. M. (2019). Escenarios para el cambio de vehículos con motor de combustión interna a vehículos eléctricos en el transporte de carga en Colombia (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Colombia-Sede Medellín). Recuperado de <http://bdigital.unal.edu.co/74577/2/1102843898.2019.pdf>.
- Marín, J. A. R., & Doblado, Ó. B. (2017). Vehículos eléctricos e híbridos. Ediciones Paraninfo, SA. Recuperado de [https://books.google.cl/books?id=3LwrDwAAQBAJ&lpg=PP1&ots=oAaxZzdMkJ&dq=Mar%C3%ADn%2C%20J.%20A.%20R.%2C%20%26%20Doblado%2C%20%20C3%93.%20B.%20\(2017\).%20Veh%C3%ADculos%20el%C3%A9ctricos%20e%20h%C3%ADbridos.%20Ediciones%20Paraninfo%2C%20SA.&lr&hl=es&pg=PR4#v=onepage&q&f=false](https://books.google.cl/books?id=3LwrDwAAQBAJ&lpg=PP1&ots=oAaxZzdMkJ&dq=Mar%C3%ADn%2C%20J.%20A.%20R.%2C%20%26%20Doblado%2C%20%20C3%93.%20B.%20(2017).%20Veh%C3%ADculos%20el%C3%A9ctricos%20e%20h%C3%ADbridos.%20Ediciones%20Paraninfo%2C%20SA.&lr&hl=es&pg=PR4#v=onepage&q&f=false).
- Ministerio de Energía, Ministerio de transportes y telecomunicaciones y Ministerio de Medio Ambiente, Gobierno de Chile (2016). Estrategia Nacional de Electromovilidad. Un camino para los vehículos eléctricos. Recuperado de https://www.energia.gob.cl/sites/default/files/estrategia_electromovilidad-8dic-web.pdf.
- Ministerio de Energía. Gobierno de Chile, con la colaboración de la Universidad Técnica Federico Santa María,. (s. f.). Plataforma de electromovilidad. Recuperado de <http://energia.gob.cl/electromovilidad>.
- Quintana Peña, A. (2006). Metodología de investigación científica cualitativa. Psicología tópicos de actualidad. Lima: UNMSM. Recuperado de <http://biblioteca.udgvirtual.udg.mx/jspui/handle/123456789/2724>.
- Rönnqvist, M., D'Amours, S., Weintraub, A., Jofre, A., Gunn, E., Haight, R. G., ... & Romero, C. (2015). Operations research challenges in forestry: 33 open

- problems. *Annals of Operations Research*, 232(1), 11-40.
<https://doi.org/10.1007/s10479-015-1907-4>.
- Ruíz, M. G. (2015). Pasado, presente y futuro de vehículos eléctricos Recuperado de
<https://core.ac.uk/download/pdf/71398996.pdf>.
- Tanco, M., Cat, L., & Garat, S. (2019). A break-even analysis for battery electric trucks in Latin America. *Journal of Cleaner Production*, 228, 1354-1367. Recuperado de
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.168>.
- Teoh, T., Kunze, O., & Teo, C. C. (2016). Methodology to evaluate the operational suitability of electromobility systems for urban logistics operations.
<https://doi.org/10.1016/j.trpro.2016.02.066>.
- The United Nations Economic Commission for Europe (2018). Inland Transport Statistics. For Europe And North America. Recuperado de
http://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/main/wp6/publications/2018_INLAND_TRANSPORT_STATISTICS.pdf
- Tricallotis, M., Gunningham, N., & Kanowski, P. (2018). The impacts of forest certification for Chilean forestry businesses. *Forest policy and economics*, 92, 82-91. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2018.03.007>.
- Us, A., W., (2017) Guidance Documents, F., Involved, G. and Intent, D. FREVUE | Freight Electric Vehicles in Urban Europe, Frevue. Recuperado de
<https://frevue.eu/publications/>
- Vargas, Á. A., Ortega, J. M. M., & Hernández, F. N. (2018). Propuestas para el fomento de la movilidad eléctrica: Barreras identificadas y medidas que se deberían adoptar. Real Academia de Ingeniería de España.
- Wang, W., Saari, R. K., Bachmann, C., & Mukherjee, U. (2020). Estimating transboundary economic damages from climate change and air pollution for subnational incentives for green on-road freight. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 82, 102325.
<https://doi.org/10.1016/j.trd.2020.102325>

6 ANEXO: REPORTE DE PLAGIO

El reporte de posibilidad de plagio de este trabajo, con otros trabajos publicados entrega un porcentaje de similitud de: 0%

THE PLAGIARISM CHECKER

PREMIUM

The plagiarism detector has analyzed the following text segments, and did not find any instances of plagiarism:

Text being analyzed	Result
también existen desventajas bien identificadas y que pasan principa...	✔ OK
Estudios de electromovilidad en Europa muestran que dada una ofe...	✔ OK
continuación, se presentan los resultados de las preguntas expuest...	✔ OK
manera, el concepto de electromovilidad presentó definiciones que ...	✔ OK
Habiendo recorrido las bases teóricas fundamentales para este estu...	✔ OK
Además, se propone implementar una plataforma única de intercam...	✔ OK
Posteriormente aparecen otras dificultades como son las condicione...	✔ OK
Respecto a las principales preocupaciones y dificultades que proye...	✔ OK
Adicionalmente se aprecia un 25% de entrevistados que visualizan un	✔ OK
estima que existen alrededor de 80 empresas especializadas en tra...	✔ OK
último, aparecen respuestas que obedecen a falta de infraestructura...	✔ OK
Palabras clave: Electromovilidad; Transporte forestal; Camiones elé...	✔ OK
Respecto de las estimaciones de plazos entregadas por los entrevis...	✔ OK
Luego, los entrevistados hicieron referencia a los incentivos econó...	✔ OK
parte, existe un 44% que declaró conocer principalmente experienci...	✔ OK
impulsar un mercado de electromovilidad para vehículos de carga es	✔ OK
entrevistas se consideraron las siguientes preguntas bases separad...	✔ OK
esto, Chile ha estructurado una estrategia nacional de electromovili...	✔ OK
destacar que la totalidad de los entrevistados entrega propuestas e...	✔ OK
clasificación se encuentran las empresas que administran plantacio...	✔ OK

Results: No plagiarism suspected

[Download Plagiarism Report PDF](#)

Word count: 9486

[Go Back](#)

© 2002-2019 by Brian Klug - [Contact](#) - [Manage Account](#)

Used 15 of 50 times since 2020-11-23.