



UNIVERSIDAD DE CHILE

INSTITUTO DE ESTUDIOS INTERNACIONALES

Descarbonización del transporte marítimo-comercial en Chile: la transición de una economía que flota sobre agua salada

Decarbonization of maritime and comercial transport in Chile: The transition of an economy that floats on salty water.

AFE para optar al grado de Magíster en Desarrollo y Cooperación Internacional

Sofía Antonia Bruna Contreras

Profesor Guía: Dr. Constantino Villarroel Ríos

Santiago de Chile, 08 de enero, 2024.

Resumen

El objetivo del presente estudio de caso es analizar las percepciones que tienen los agentes del espacio marítimo-comercial de Chile, sobre la incorporación de la estrategia de descarbonización del transporte marítimo promovida por la OMI.

Para responder a este, se realiza una metodología de tipo cualitativa con aplicación de un análisis de contenido y un análisis léxico métrico de un corpus de entrevistas. Se aplican entrevistas semi estructuradas a una muestra de personas relacionadas con el campo marítimo comercial chileno.

A partir de lo anterior, se concluye que Chile posee diversas ventajas y oportunidades que pueden aprovecharse para avanzar en la descarbonización del sector marítimo comercial, sin embargo, existen también obstáculos que enlentecen la transición hacia un sector carbono cero.

Ante los resultados del estudio, se sugiere el desarrollo de mecanismos de financiamiento provenientes del estado, para ayudar en el coste de las tecnologías necesarias para la descarbonización. También, la posibilidad de ejecutar un marco normativo concreto que permita una mayor rapidez en la transición.

Además, generar nichos de innovación, para ello existe la posibilidad de aplicar ciertas innovaciones en el cabotaje y finalmente, incorporar de manera urgente al sector portuario dentro del espacio de interacción, y una mayor difusión con el objetivo de informar sobre la situación actual y la proyección futura sobre la descarbonización.

Abstract

The objective of this study is to analyze the perceptions that the agents of the maritime-commercial space in Chile have about the incorporation of the maritime transport decarbonization strategy promoted by the IMO.

To respond to this, a qualitative methodology is carried out with the application of a content and a lexical metric analysis of a corpus of interviews. Semi-structured interviews are applied to a sample of people related to the Chilean commercial maritime field.

From the above, it is concluded that Chile has various advantages and opportunities that can be considered to move forward regarding the decarbonization of the commercial maritime sector; however, there are also obstacles that hinder the transition to a carbon zero sector.

Given the results of the study, the development of financing mechanisms from the state is suggested to help with the cost of the technologies necessary for decarbonization. Also, the possibility of executing a specific regulatory framework that allows for greater speed in the transition.

In addition, generate innovation niches. For this there is the possibility of applying certain innovations in cabotage and finally, incorporating urgently the port sector within the interaction space, and greater dissemination with the objective of reporting on the current situation and the future projection on decarbonization.

Agradecimientos

Quisiera expresar mi sincero agradecimiento a todas las personas que contribuyeron de manera significativa a la realización de este estudio de caso.

En primer lugar, quiero agradecer a mi profesor guía, Constantino, por su orientación, paciencia y apoyo constante a lo largo de todo este proceso. Su dedicación y su entusiasmo por el tema de estudio contribuyeron enormemente a obtener un grato y satisfactorio resultado. Agradezco también a mi prima Verónica, por guiarme y motivarme a tomar este gran paso hacia mi desarrollo académico profesional. Sin su impulso, este logro no hubiera sido posible.

Quiero expresar mi agradecimiento a mis padres, por creer siempre en mí y confiar ciegamente en mis capacidades. A mis compañeros de clase, por aportar una perspectiva única a mis ideas, por el apoyo incondicional y por los momentos de risas. Agradezco también a mis amigas, Catalina y Constanza, por darme constantemente el impulso a seguir dando lo mejor de mí.

Finalmente, dedico este trabajo a mi pareja, Sebastián, cuyo amor incondicional y constante aliento han sido mi fuente de fortaleza.

Este logro no hubiera sido posible sin la contribución de cada una de estas personas. A todos ustedes, mi más sincero agradecimiento.

Palabras claves: Descarbonización, Transporte marítimo, Cambio climático, OMI, Combustibles alternativos, MARPOL, Gases de efecto invernadero.

Key words: Decarbonization, Maritime transport, Climate change, IMO, Alternative fuels, MARPOL, Greenhouse gas.

Contenido

I.	Introducción	7
II.	Problema de investigación.....	11
2.1.	Pregunta de investigación.....	11
2.2.	Objetivos	11
2.2.1.	Objetivo general	11
2.2.2.	Objetivos específicos.....	11
2.3.	Justificación del estudio de caso.....	12
III.	Estado del arte	18
IV.	Marco Teórico	23
4.1.	Gobernanza, Gobernanza internacional y los aportes de la gobernanza interactiva.....	23
4.2.	La teoría de la orquestación: más allá del enfoque.....	25
V.	Metodología	26
5.1.	Técnicas de recolección de datos.....	27
5.1.1.	Entrevistas semiestructuradas	27
5.2.	Técnica de análisis de datos.....	30
VI.	Análisis de resultados	32
6.1.	Agentes claves en la descarbonización del espacio marino	33
6.2.	Valoraciones sobre la estrategia de descarbonización de la OMI.....	39
6.3.	Percepciones desde Chile: entre mediadores y dificultades técnicas y económicas.....	41
6.3.1.	Descarbonización del transporte marítimo: “mundos lexicales” de percepción	44
6.4.	Clase 4: oportunidades y ventajas para Chile	51
6.4.1.	Combustibles alternativos	54
6.5.	Clase 3: obstáculos, conflictos y riesgos para la descarbonización.....	57
6.5.1	Fenómeno Norte Sur: la disyuntiva sobre la justicia azul	60
6.6.	Proyección futura y desafíos.....	63
6.6.1.	El posible debate sobre la energía nuclear	67

6.6.2. El rol de los puertos en la descarbonización del transporte marítimo.....	70
Conclusiones.....	73
Bibliografía	78
Anexos	83
Anexo 1. Guión temático para entrevistas semiestructuradas	83
Anexo 2. Consentimiento Informado para Entrevistas	84

Índice de Figuras

Figura 1 . Mapa mundial de colaboración entre países, a través de biblioshiny	15
Figura 2. % de publicaciones sobre descarbonización del transporte marítimo, por área de estudio.....	16
Figura 3. Mapa de co-ocurrencias de palabras claves en las publicaciones sobre descarbonización del transporte marítimo.....	17
Figura 4. Descripción del flujo de trabajo metodológico de la investigación.....	27
Figura 5. Detalle del flujo de aplicación de la estrategia de descarbonización de la OMI	36
Figura 6. Agentes claves involucrados en el transporte marítimo comercial.....	38
Figura 7. CHD (dendograma) de percepciones sobre la descarbonización del transporte marítimo en Chile	45
Figura 8. AFC sobre las percepciones de la descarbonización del transporte marítimo en Chile	47
Figura 9. Aspectos necesarios para desarrollar la descarbonización en Chile.	66

Índice de Tablas

Tabla 1. Caracterización de los/las participantes de las entrevistas semiestructuradas (2023).....	29
Tabla 2. Resultados descriptivos del análisis lexicográfico de las entrevistas	44

I. Introducción

Los océanos, si consideramos las propuestas del enfoque de servicios ecosistémicos (MA, 2005), son un sistema de soporte que contribuye a la conservación del equilibrio ambiental, debido a su capacidad de absorber la radiación solar que llega a la tierra y las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) generadas por elementos antropogénicos (Liquete et al., 2013). Asimismo, es una fuente de biodiversidad y de producción de oxígeno, y produce otros numerosos servicios ecosistémicos, tales como el turismo, el control de la contaminación, la producción pesquera, la protección costera, entre otros (Barbier, 2017; Cooley et al., 2009; Custodio et al., 2022). Es por lo mismo que su conservación y protección, como constatamos en los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM), específicamente en lo que tiene relación con asegurar un medio ambiente sano y seguro, y en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas (UN), sobre todo con los propósitos referidos a la acción por el clima (13) y a la vida submarina (14), son un eje prioritario para la conservación de vida en el planeta.

Asimismo, los océanos representan un espacio de conexión, cada vez más utilizado, por las grandes cadenas de abastecimiento del comercio internacional. De hecho, la *United Nations Conference of Trade and Development* (UNCTAD) sostiene que más del 80% del volumen del comercio mundial de mercancías, y casi el 70% en valor aproximadamente, es transportado mediante transporte marítimo (Carballo Piñeiro et al., 2021; Grzelakowski et al., 2022; UNCTAD, 2020). Al respecto, el flujo de embarques ha aumentado durante las últimas décadas, incluso, para el año 2021 se alcanzaron once billones de toneladas. Esto representa un aumento de siete puntos porcentuales en comparación a las cifras del año anterior. Además, se proyecta que siga en aumento hasta el año 2050 (Sardain et al., 2019; UNCTAD, 2022).

Bajo este contexto, el transporte marítimo se considera, entre otras actividades antropogénicas, como uno de los agentes que genera un impacto ambiental considerable y es responsable, en cierto nivel, por contribuir al calentamiento global (Koilo, 2019). Esto se debe a las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) que producen las naves

que utilizan petróleo crudo como combustible, específicamente lo que se relaciona al proceso de combustión en el motor y el consumo total de combustible (European Environment Agency, 2021). De hecho, el transporte marítimo produce gran cantidad de óxidos de nitrógeno (NOx) y óxidos de azufre (SOx) (Fratila (Adam) et al., 2021), ambos causantes en gran medida de la lluvia ácida, como también el CO₂, que es el principal GEI que contribuye al calentamiento global (Schrooten et al., 2009; Wang et al., 2009).

Otras fuentes señalan que el transporte marítimo internacional actualmente representa alrededor de un 3% de las emisiones globales de GEI (Ha et al., 2023; Urban et al., 2024; Zanobetti et al., 2023), y se estima un aumento considerable, ante el crecimiento de la población mundial, si no se aplican cambios en la manera que se opera hoy (Doelle & Chircop, 2019; OECD/ITF, 2018). Aquí, se encuentran estudios que proyectan un aumento de las emisiones, comparados con 2008, en un 90-130% para 2050, según diferentes escenarios económicos y energéticos (IMO, 2020).

Entonces, ante la crisis climática, en la que el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) subraya, que desde 1970, la temperatura de la superficie global ha aumentado más rápido que cualquier otro periodo de 50 años en al menos los últimos 2000 años (IPCC, 2023), resulta necesario tomar decisiones, elaborar estrategias de acción y desplegar políticas que promuevan sistemas de transporte marítimo seguros, protegidos, eficientes y bajos en carbono, sobre todo si se considera lo pactado en el Acuerdo de París (2015) y, por ende, el cumplimiento de los ODS. Lo anterior contribuiría a un mayor desarrollo, económicamente eficiente, socialmente equitativo y sustentable (Benamara et al., 2019).

A raíz de lo anterior, diferentes empresas navieras, ONG, Estados, organizaciones internacionales, entre otros agentes del espacio marítimo, impulsan diversas iniciativas para contribuir a la descarbonización del transporte marítimo (Christodoulou & Cullinane, 2021, 2022; Hessevik, 2022; Kuttan, 2023). Bajo este contexto, un referente para Chile y el mundo es la Organización Marítima Internacional (OMI). La génesis de las recomendaciones de la OMI sobre esta materia data de 1973, con la adopción del

Convenio MARPOL, en el que figuran reglas dirigidas a prevenir y reducir al máximo la contaminación atmosférica causada por los buques, ya sea por factores accidentales o de funcionamiento. Con el Protocolo de 1978, el que absorbió el convenio original, se comenzaron a añadir enmiendas y anexos, las que permitieron abordar distintas cuestiones relacionadas con este tipo de contaminación.

En el año 2005 entró en vigor el Anexo VI, el que incluye reglas para limitar la contaminación atmosférica por emisiones de SOx y NOx en el transporte marítimo. En el capítulo 4, adoptado en 2011, se establecieron medidas técnicas y operacionales obligatorias para la eficiencia energética y la reducción de emisiones de GEI. El compromiso en lograr la descarbonización marítima tiene un punto de quiebre con las recomendaciones de la *IMO GHG Strategy*, estrategia inicial que fue revisada el presente año y se denomina *Estrategia 2023*. Dichos *corpus* promueven la eliminación de las emisiones de GEI (CO₂), emitidas por el transporte marítimo, con una meta apuntada a reducir un 40% al 2030 y el 100% de las emisiones al 2050. Todo con el fin de que los estados desarrollen políticas e instrumentos que aporten en la reducción de GEI. En este sentido, el no cumplimiento o incorporación de lo prescrito en los convenios de la OMI, en las legislaciones nacionales, se podrá identificar a través del plan obligatorio de auditorías de los Estados Miembros de la OMI, lo que puede poner en riesgo la reputación del estado respectivo, así como el rechazo al ingreso de sus buques a puertos internacionales (OMI, 2021).

En el caso de Chile, dichas recomendaciones se han incorporado a través de reglamentos, promoción de medidas técnicas y tecnológicas, cooperación técnica, exigencias a buques de banderas extranjeras que recalcan en puertos nacionales, mesas de trabajo de la OMI para el desarrollo de directrices, y la participación de diferentes agentes del campo en talleres nacionales, cuyo propósito manifiesto es trabajar y discutir posibles políticas de transporte marítimo, como también, según lo que menciona la Dirección General del Territorio Marítimo y Marina Mercante de Chile (Directemar) con la mesa de trabajo “bunker-fuels”, consensuar los efectos de medidas técnicas y

operacionales en la economía chilena (Directemar, 2020, 2021). De hecho, los seis anexos del MARPOL han sido ratificados por el estado chileno (Directemar, 2021).

Ahora bien, la incorporación de dichas recomendaciones, en el caso de Chile, tienen una emergencia, al menos en lo que respecta a los comités y mesas de trabajo, desde fines de la década del 2000. Es por ello que una evaluación de impacto sobre estas medidas adolece de elementos empíricos para su estudio, pues, además, aún no se cuenta con la formalización de una política nacional sobre la descarbonización del transporte marítimo. Sin embargo, lo anterior no impide conocer cómo se ha llevado a cabo el proceso de incorporar las medidas y recomendaciones de la OMI.

Es por todo lo anterior que la presente investigación plantea la siguiente interrogante: ¿Cuáles son las percepciones que tienen los agentes del espacio marítimo-comercial de Chile sobre la incorporación de la estrategia de descarbonización del transporte marítimo promovida por la OMI? Para responder a dicha pregunta, a continuación, se describen el objetivo general y los objetivos específicos de la investigación. Luego, continuamos con el estado actual, o estado del arte, de la investigación sobre la descarbonización del transporte marítimo.

En seguida, se exponen los principales enfoques teóricos utilizados para interpretar el fenómeno de estudio, cuya reflexión considera al mar como un campo de relaciones de fuerzas. Para ello, se trabajan las temáticas de gobernanza interactiva, instituciones de gobernanza internacional y el cómo se vinculan los niveles nacionales e internacionales mediante la teoría de la orquestación. En el apartado siguiente se describe la metodología utilizada, junto a los instrumentos de recolección de datos y las técnicas de análisis seleccionadas. Posteriormente se exponen los resultados y la discusión, para dar paso a las conclusiones, sugerencias y un subapartado de reconocimiento de las limitaciones del estudio.

II. Problema de investigación

En el presente apartado se exponen la pregunta que guía la investigación, como sus objetivos, tanto general como específicos, y la justificación del estudio de caso. Esto último se fundamenta a partir de los antecedentes en las medidas, estrategias y posibles mecanismos que ha incorporado Chile, en relación con las recomendaciones sobre descarbonización del transporte marítimo producidas por la OMI.

2.1. Pregunta de investigación

Al identificar los antecedentes antes descritos, en la presente investigación se plantea la siguiente interrogante: ¿Cuáles son las percepciones que tienen los agentes del espacio marítimo-comercial de Chile sobre la incorporación de la estrategia de descarbonización del transporte marítimo promovida por la OMI?

2.2. Objetivos

2.2.1. Objetivo general

A partir de la pregunta de investigación, se establece el siguiente objetivo general: Analizar las percepciones que tienen los agentes del espacio marítimo-comercial de Chile sobre la incorporación de la estrategia de descarbonización del transporte marítimo promovida por la OMI.

2.2.2. Objetivos específicos

Al considerar el objetivo general, enunciaremos los siguientes objetivos específicos:

- a) Identificar las estrategias y las recomendaciones que impulsa la OMI para la descarbonización del transporte marítimo en sus Estados-miembros.

- b) Describir las medidas, las estrategias y los mecanismos sobre descarbonización del transporte marítimo que el Estado chileno incorpora en su espacio marítimo.
- c) Caracterizar los tipos de percepciones que tienen los agentes del espacio marítimo-comercial chileno sobre las medidas, las estrategias y los mecanismos de descarbonización del transporte marítimo que incorpora y/o promueve el Estado de Chile.
- d) Analizar los tipos de percepciones que tienen los agentes del espacio marítimo-comercial chileno sobre la descarbonización del transporte marítimo-comercial que incorpora y/o promueve el Estado de Chile.

2.3. Justificación del estudio de caso

El interés de investigación sobre la presente temática, se inscribe en tres áreas: (i) la vinculada a un elemento contextual-medioambiental; otra (ii) a una dimensión interna (nacional); y, (iii) otra relacionada a la escasa producción académica sobre este tema proveniente desde el campo de los estudios de comercio internacional, como también la escasa presencia de palabras como cooperación internacional en la estructura de palabras claves de la producción académica sobre descarbonización del transporte marítimo. En relación con el primero subrayamos en los antecedentes medioambientales mencionados en la introducción de este documento. En este sentido, solo se hace necesario comentar que la crisis climática antropogénica actual avanza rápidamente, lo que se debe, sobre todo, al aumento exponencial y en un breve periodo tiempo de los GEI, principalmente como consecuencia del continuo uso de combustibles fósiles (petróleo y carbón) para obtener energía (Aguilera et al., 2019).

Al respecto, y como ya adelantamos, el transporte marítimo contribuye a las grandes cantidades de emisiones de GEI que se encuentran hoy día en la atmósfera, como también la acidificación de los océanos. El océano cumple un rol único para el ecosistema, debido a su capacidad de absorber gases tóxicos. Sin embargo, los niveles

de CO₂ se han intensificado con el tiempo, alcanzando un volumen un 50% superior a lo registrado previo a la revolución industrial. La acidificación de los océanos, en tanto absorción de un tercio del CO₂ antropogénico y la consecuente disminución del pH oceánico (Doo et al., 2020), resulta en un factor de estrés para las especies, que tiene efectos en la sustitución y reorganización de las comunidades (tipos y papeles funcionales), con una posible pérdida de diversidad funcional del ecosistema y su efecto en la estabilidad de este (Nagelkerken & Connell, 2022). Lo que tiene impacto en la biota marina, como es el caso de la calidad alimentaria de los productores primarios y su transferencia a los secundarios y terciarios de la red trófica (Jin et al., 2020), como también en los servicios ecosistémicos oceánicos (Hall-Spencer & Harvey, 2019). Es por lo mismo, que la OMI, como también otras organizaciones internacionales (UNCTAD, PNUD, entre otras), promueve que el transporte marítimo se constituya como un agente clave en la reducción de emisiones de CO₂.

Con respecto al segundo punto, identificamos una mayor preocupación por esta temática de parte de las unidades de gobernanza del Estado chileno desde el año 2010. Así, durante ese año el Comité de ministros de Cambio Climático acordó bajo consenso, la formación de la mesa de trabajo Bunkers Fuels - Transporte Marítimo. Esta mesa fue coordinada el año 2011 por la Subsecretaría de Relaciones Económicas Internacionales (SUBREI), y a partir de un trabajo intersectorial, el Ministerio de Hacienda ha realizado importantes contribuciones en definir la postura de negociación de Chile ante la OMI (Ministerio de Hacienda, 2020). Una de las primeras instancias de encuentro ocurre el año 2019, espacio en el que se discute, entre varios actores vinculados al sector, sobre la postura de Chile relativa a las acciones y políticas que se deben implementar para lograr la descarbonización del transporte marítimo.

Sumado a lo anterior, en 2019 se realizó el Taller Nacional sobre Políticas de Transporte Marítimo, organizado por la OMI y la Directemar, con el fin de fortalecer la cooperación en el ámbito marítimo y fomentar conciencia a nivel país sobre lo importante que es implementar una política de transporte marítimo, en la que se involucran distintos actores y partes interesadas. Este taller se enfocó en la elaboración y en el contenido mismo de

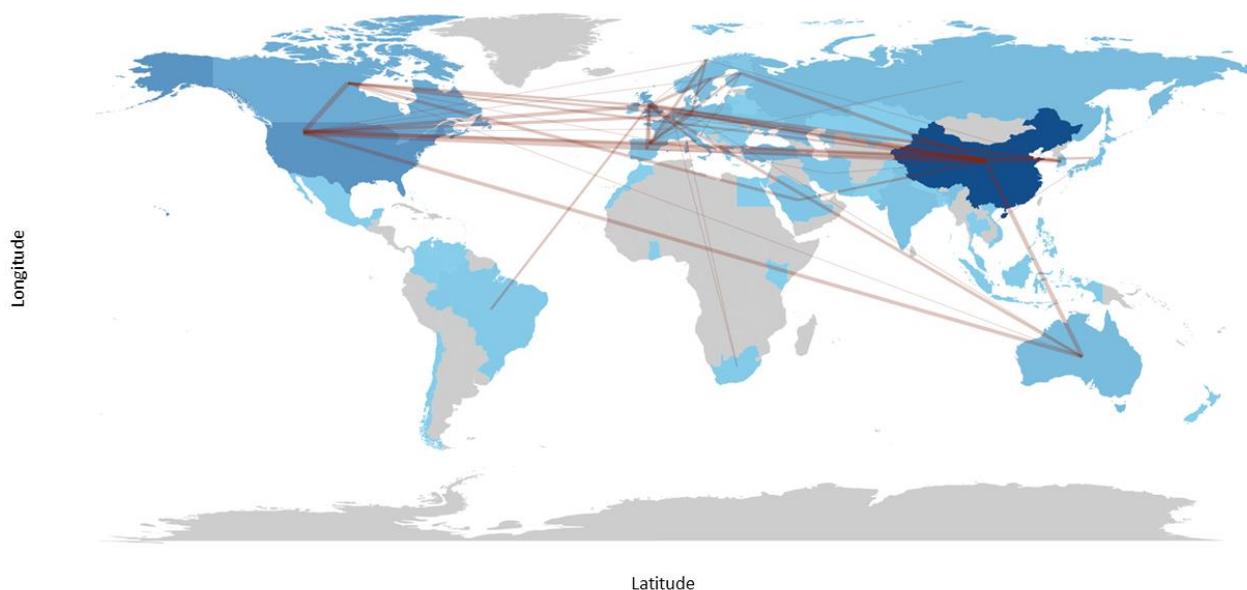
políticas (Directemar, 2019). Chile, durante 2020, se ha puesto énfasis en aportar a la implementación de la estrategia de la OMI, con la idea de establecer metas ambiciosas con respecto a la reducción de emisiones y que, a su vez, no tenga un impacto desproporcionado en el crecimiento económico del país.

A pesar de lo anterior, países como Chile aún no tienen las herramientas normativas y sistemáticas para trabajar hacia la descarbonización. Lo que hace falta son políticas nacionales que sean coherentes, coordinadas y que guíen en la planificación y proceso de toma de decisiones. Un ejemplo concreto de esto es una Política Nacional de Transporte Marítimo, la que se centra en las necesidades de un país en términos de logística y servicios de suministro, para hacer crecer su sector marítimo y portuario. Esto con el fin de potenciar el desarrollo económico y social, que sea seguro, eficaz y resiliente (Mundo Marítimo, 2019).

Ahora bien, un elemento de justificación que sostiene el punto anterior, lo identificamos a través de producción académica mundial sobre la descarbonización del transporte marítimo, con la utilización de una búsqueda de prueba en las bases de datos SCOPUS y WOS (en la base de *Web of Science Core Collection*) de los términos descarbonización (“*decarboni?ation*”) vinculado (AND) a marino o marítimo (“*maritime transport*” OR “*marine transport*”), identificamos, a partir de un análisis de redes de coautorías realizado a partir del lenguaje de programación R y su aplicación en Rstudio biblioshiny, la escasa participación de Chile en la red de colaboración mundial en este subcampo académico¹ (Figura 1).

¹ Se realizaron dos grupos de búsqueda. La primera fue realizada, a través de la base SCOPUS, el viernes 5 de mayo de 2023, cuyo resultado fue de 125 documentos; y, la segunda se realizó, incorporando las búsquedas de SCOPUS y WOS, el miércoles 6 de diciembre de 2023, con el objetivo de identificar la variación de producción de ese momento hasta la fecha próxima de entrega de la presente investigación. En esta segunda búsqueda se decidió limitar el rango temporal desde 2015 hasta 2024 (con los artículos *pre-print*), pues se considera como punto de inflexión los Acuerdos de París de 2015. El resultado de dicha búsqueda fue de 724 documentos de un total de 1010 si consideramos el inicio del año de búsqueda en 1975.

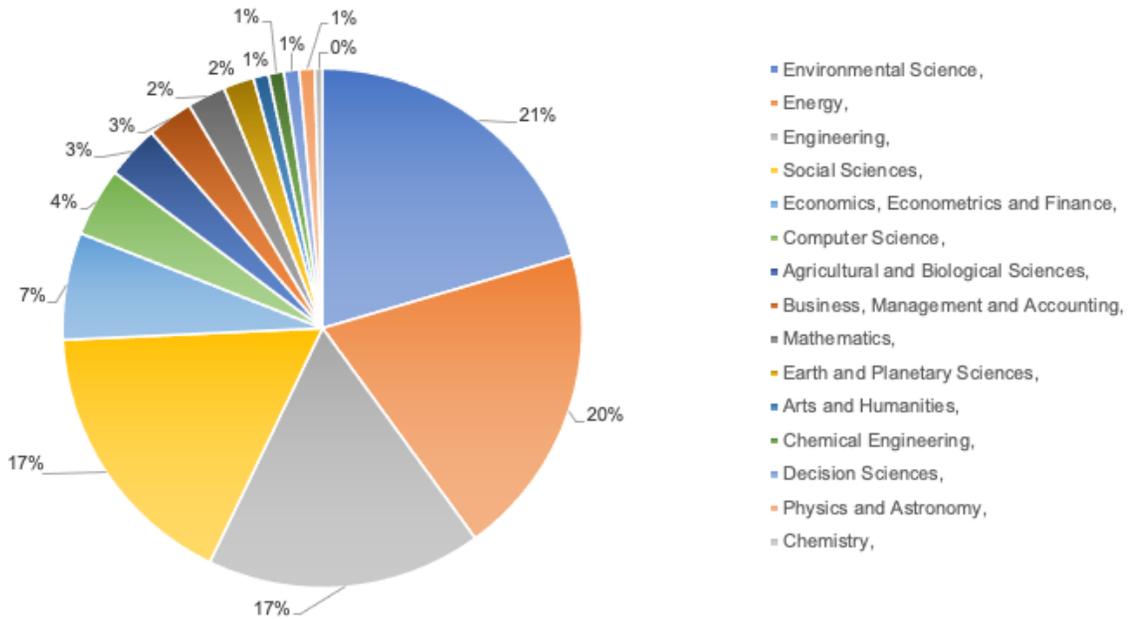
Figura 1 . Mapa mundial de colaboración entre países, a través de biblioshiny



Nota. La figura comprende los documentos publicados entre 2015-2024, en dicha red Chile es mencionado 5 veces, y solo en una de ella la dirección de la colaboración es desde Chile hacia otro país (Sudáfrica).

Ahora bien, como un tercer elemento a considerar en la justificación del estudio de caso, identificamos el escaso interés que tiene la descarbonización del transporte marítimo, pese a los antecedentes medioambientales antes descritos, en el campo de estudio del comercio internacional. De hecho, si consideramos la primera búsqueda bibliográfica realizada en la base SCOPUS, bajo el contexto de la investigación (viernes 5 de mayo de 2023, n=125), observamos que el comercio internacional tiene nula producción en este tema (Figura 2), en la que sí sobresalen las ciencias medioambientales, el campo de la energía, las ingenierías y las ciencias sociales. Lo anterior justifica la necesidad de realizar estudios sobre descarbonización en el transporte marítimo, pues, no debemos olvidar que el 80% de las cadenas de abastecimiento del mundo, dependen del transporte marítimo para movilizar bienes alrededor del globo (Romero & Jr, 2020).

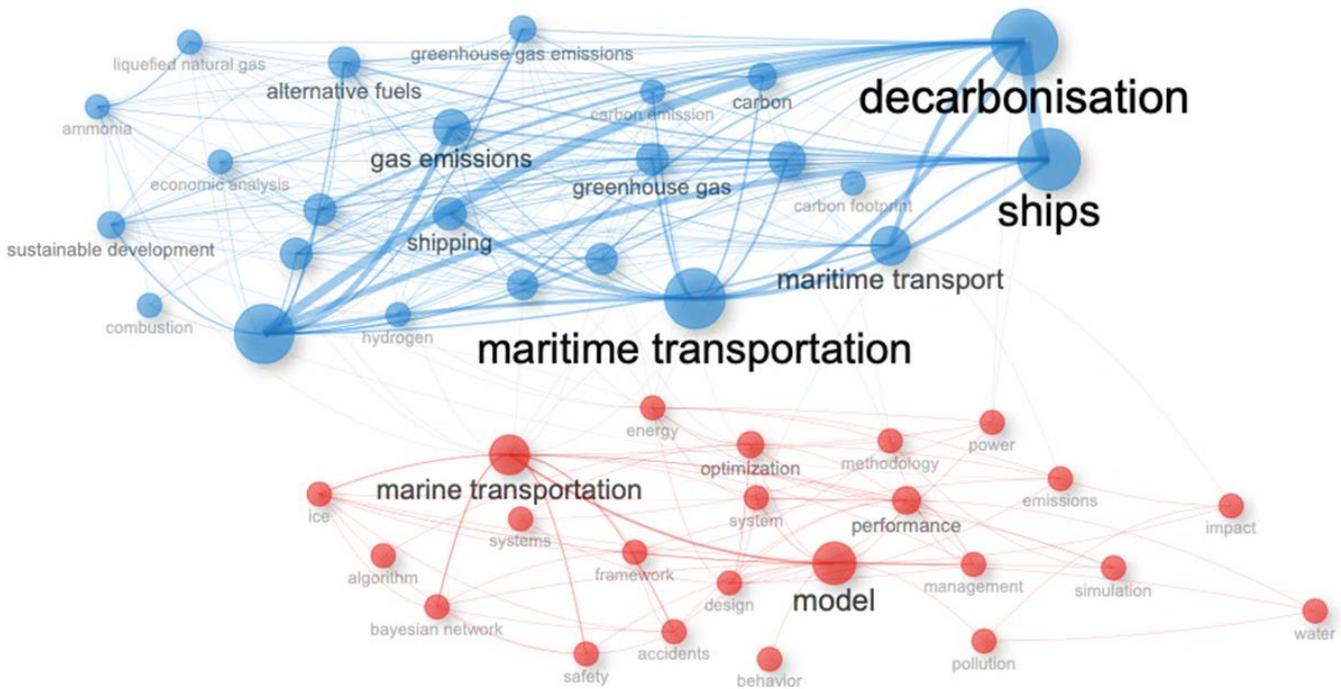
Figura 2. % de publicaciones sobre descarbonización del transporte marítimo, por área de estudio.



Nota. Esta tabla comprende los documentos publicados entre 2008-2022.

Por último, en un análisis de la red de co-ocurrencias de palabras claves proveniente de la segunda búsqueda bibliográfica, en el que incorporamos los resultados de la base de datos WOS, solo identificamos el “análisis económico” (*economic analysis*) como una palabra clave con alguna relación al área del comercio internacional o de la cooperación internacional, en esta red de co-ocurrencias sobre la descarbonización del transporte marítimo (Figura 3). A pesar de lo anterior, resulta llamativo identificar a la noción de “conducta” o “comportamiento” (*behavior*) dentro de esta red, lo que podría representar un puente de conexión con el área de desarrollo y cooperación internacional.

Figura 3. Mapa de co-ocurrencias de palabras claves en las publicaciones sobre descarbonización del transporte marítimo



Nota. Esta tabla comprende los documentos publicados entre 2015-2024, cuya búsqueda se realizó el miércoles 6 de diciembre de 2023 a través de las bases de datos SCOPUS y WOS.

III. Estado del arte

Recientes estudios, y también recomendaciones de organismos internacionales –como la OMI–, concuerdan que los esfuerzos por descarbonizar el transporte marítimo tienen estrecha relación con la necesidad de reducir los GEI (Psaraftis & Kontovas, 2021). Esto a pesar de que el sector de transporte es considerado un sector complejo de descarbonizar, lo que se debe, sobre todo, a las limitaciones existentes para reemplazar el petróleo por combustibles alternativos (Bhattacharyya et al., 2023). Es por ello que algunos aportes afirman que la descarbonización del transporte marítimo se lograría únicamente reduciendo de forma agresiva la demanda y el uso de combustibles fósiles, como es el caso del petróleo en naves e instalaciones portuarias (de Blas et al., 2020). Sobre todo si consideramos que al menos el 70% de los combustibles usados en el rubro marítimo deben modificarse para poder cumplir con las regulaciones de la estrategia de la OMI (Hsieh y Felby, 2017).

Gran parte de las opiniones indican que la descarbonización completa va a requerir la combinación de distintas herramientas, como mejoras técnicas y operativas, además de invertir en otras alternativas de combustibles. En ese contexto, las dificultades y oportunidades para lograr lo anterior se encuentran identificadas. Al respecto, Psaraftis (2021) afirma que los obstáculos para avanzar en la descarbonización marítima, no son técnicos ni económicos, sino políticos. Lo anterior se refiere a la disposición o voluntad política tanto de los estados, como de los agentes de las unidades de gobernanza vinculados al tema y organismos internacionales, para implementar medidas eficientes en promover la descarbonización del sistema de transporte marítimo. Según este autor, son escasos los casos de políticas gubernamentales que promuevan la descarbonización en esta área, escasas medidas de nivel vinculante que promuevan el desuso del petróleo.

En base a esto, Oberthür (2003) indica que existen opciones para promover el trabajo concreto frente a este tema, tales como: (1) potenciar la amenaza de regulación de los GEI emitidos por el transporte internacional bajo el régimen de cambio climático e (2)

implementar acciones internas unilaterales en varios países. No obstante, Bach y Hansen (2023) indican que un enfoque eficaz para abordar los múltiples aspectos que permitirían la transición más rápida hacia una economía sostenible, es la combinación de distintos tipos de instrumentos de política –como son los tipos regulatorios y económicos–. Las características de las combinaciones de políticas, incluyendo su exhaustividad y la consistencia, influyen en la capacidad de la combinación de políticas para impulsar una transición eficiente. Además, dado que la OMI es el principal ente regulador de la industria de transporte marítimo, existe mayor posibilidad de conectar claramente los objetivos de reducción de emisiones con los instrumentos de política necesarios para lograr estos. Por ende, es esperable que el sector tenga condiciones previas favorables para establecer una combinación de políticas integral y consistente para la descarbonización (H. N. Psaraftis & Zis, 2022).

Durante los últimos años, la OMI asume un liderazgo en la materia e impulsa una estrategia enfocada en la descarbonización del transporte marítimo, de hecho, se incorpora en el propósito de la organización (Schnurr & Walker 2019). En dicha estrategia se aborda la problemática a través de ambiciosas metas de mediano y largo plazo. Así, esta organización internacional instituye y promueve regulaciones estrictas para los operadores y propietarios de embarcaciones del sector marítimo y, así, abordar los efectos asociados a la emisión de GEI (Zou, 2020). Es por ello que bajo la estrategia inicial IMO 2023, se proponía reducir la intensidad de las emisiones totales de GEI en un 50% para 2050 y trabajar para eliminar tempranamente las emisiones de GEI del transporte marítimo (Rutherford & Comer, 2018).

En relación a los planes de trabajo y estrategias de la OMI para la descarbonización, se cuenta con información que reconoce que han sido adoptados por 100 estados de un total de 174 estados miembros, lo que representa una cantidad considerable de emisiones que se podrían reducir y, finalmente, eliminar si se continúa con este trabajo concreto de la OMI (Doelle & Chircop, 2019). En conjunto con lo anterior, esta organización se representa como un organismo pionero en diversos proyectos basados en un modelo de colaboración mundial (*The GloFouling Partnerships*), junto al Programa

de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y a la *Global Environment Facility* (GEF), denominado como Glo-X, entre los que encontramos el Proyecto Global de Gestión del Agua de Lastre (GloBallast) y el Proyecto Global de Asociaciones para la Eficiencia Energética Marítima (GloMEEP) (Moldanová et al., 2022). Dichas iniciativas promueven, por ejemplo, una aceleración en las reformas jurídicas, institucionales y políticas necesarias para su aplicación en los “países en desarrollo”. Esto con el fin de aplicar los convenios internacionales y, al mismo tiempo, aprovechar las alianzas con el sector privado y las universidades para impulsar la investigación, el intercambio de información, posibles alianzas de cooperación internacional y el desarrollo de innovaciones tecnológicas para el sector marítimo.

Sin embargo, Psaraftis y Kontovas (2021) señalan y cuestionan la suficiencia de la estrategia inicial diseñada por la OMI en 2018 para lograr alcanzar los targets mencionados. En este sentido, cuestionan la extensión del debate que se despliega en la OMI con respecto a las diversas medidas de mercado que se podrían aplicar con el fin de reducir las emisiones del transporte marítimo internacional, y, con ello, la falta de un acuerdo al respecto (UNCTAD, 2019). Esto ocurre a pesar de que algunos estudios indican que implementar ciertas medidas de mercado para la reducción de emisiones de CO₂ sería efectivo para lograr los objetivos de descarbonización establecidos. Incluso, aquí, emerge la posibilidad de establecer un impuesto mundial sobre el uso de los combustibles fósiles, y, así, promover la adopción de combustibles alternativos y la introducción de esquemas de comercio de emisiones (H. N. Psaraftis et al., 2021).

Además, dichos autores agregan que la acción de la OMI ha sido lenta con respecto al desarrollo de una regulación eficiente para la reducción de los GEI (Bach y Hansen, 2023; Oberthür, 2003). De hecho, a pesar de que los GEI ocupan un lugar destacado en la agenda del Comité de Protección Ambiental y Marina (MEPC), a la fecha solo se han implementado algunos instrumentos que abordan los GEI, ya que el foco de la regulación continúa siendo la contaminación del sector de aviación.

Por otra parte, en la actualidad, existen diversas propuestas de alternativas de reducción de emisiones de CO₂ para implementar en el sistema marítimo. Bhattacharyya, El-Emam & Khalid (2023) mencionan, como una posibilidad, contar con barcos de propulsión nuclear en rutas comerciales marítimas o el uso de hidrógeno verde derivado de energía nuclear, amoníaco u otros combustibles más sostenibles. Al respecto, la energía nuclear y sus aplicaciones no eléctricas, como la producción de combustibles sintéticos y vectores de energía limpia como el hidrógeno verde, son potenciales contribuyentes para lograr la descarbonización a gran escala. Se espera que estas alternativas bajas en carbono, que propician un debate más allá de su costo/beneficio, formen parte importante en la transformación del sector de transporte marítimo en general. Lograr producir combustibles carbono neutrales como el hidrógeno y amoníaco a través de reactores terrestres o proporcionar electricidad de bajas emisiones a través de reactores a bordo de las naves, son vías posibles para la incorporación del sector nuclear en el transporte marítimo.

También, se exploran otras medidas para lograr los objetivos propuestos por la OMI, las que incluyen combustibles alternativos, mejoras en el diseño del casco externo de los buques, así como en los sistemas de potencia y propulsión, medidas operativas que incluyen la optimización de la velocidad y el viaje, y, como comentamos más arriba, mecanismos basados en el mercado (Foretich et al., 2021). Bajo este contexto, los biocombustibles emergen, ante el debate que implica el uso de la energía nuclear, como la opción con mayor potencial para la reducción de emisiones de CO₂. La combinación de estos combustibles alternativos, junto con medidas específicas, tienen un potencial para la reducción de las emisiones entre un 67 a un 88% (Bouman et al., 2017).

Al respecto, se despliegan argumentos económicos para sostener la transición a un transporte marítimo carbono neutral. Así, se espera que tras un US\$1 invertido en este tipo de descarbonización se generen retornos y co-beneficios hasta 5 veces mayores a la inversión inicial, lo que constituye un argumento financiero sólido para futuras iniciativas marítimas de cero carbono (Bhattacharyya et al., 2023; Hessevik, 2022).

Por último, a pesar de representar complejo de descarbonizar, debido a limitaciones tanto políticas, tecnológicas, como también de elementos de mercado, es necesario abordar la problemática concentrando los esfuerzos en la reducción a corto plazo y posterior eliminación de las emisiones de GEI. Para ello, el desarrollo e implementación de medidas específicas y vinculantes son fundamentales, junto con esto la voluntad política de los estados y el trabajo en conjunto con organismos internacionales, como la OMI, son relevantes para avanzar con respecto a esto. En este sentido, los combustibles alternativos emergen como una opción potencial para avanzar en la descarbonización. Por consiguiente, la implementación de medidas específicas con distintos enfoques en conjunto con la transición a biocombustibles resuena en el espacio marítimo como el siguiente paso para avanzar hacia la descarbonización completa del sistema marítimo.

IV. Marco Teórico

El presente apartado se estructura a partir de elementos macro hacia elementos teóricos con aplicación micro, es decir, a nivel nacional, de políticas públicas. En este sentido, se describen nociones como la gobernanza internacional (Orsini et al., 2020), con sus derivados como las propuestas policéntricas y reflexivas (Brodie Rudolph et al., 2020), y las instituciones de gobernanza internacional o de meta-gobernanza (Kooiman & Jentoft, 2009; Pahl-Wostl, 2019). Luego nos concentramos en una teoría específica, denominada como teoría de la orquestación, la que nos permite ahondar en las relaciones entre las estructuras burocráticas de los Estados y las organizaciones internacionales (Nasiritousi & Grimm, 2022).

4.1. Gobernanza, Gobernanza internacional y los aportes de la gobernanza interactiva

Con respecto a la cuestión de la gobernanza, según autores, no existe una definición concreta para este término, sin embargo, según su uso, se puede identificar como sinónimo de gobierno, un marco normativo o un marco analítico para los sistemas de coordinación no jerárquicos (Hufty, 2009). Sobre esto, los gobiernos por sí solos no pueden manejar el desarrollo de los diversos sectores sociales, por lo que la interacción entre varios actores es lo necesario para un manejo eficiente. Con estas redes de actores que se crean, los gobiernos pueden adoptar una posición ya sea más central y dominante o una más alejada o desligada del centro. Entonces, la interacción entre los múltiples intentos de intervención de los actores involucrados puede denominarse gobernanzas (Bressers & Kuks, 2002).

Dentro de esto, bajo el contexto de problemáticas ambientales, por ejemplo, cuando las estructuras ecológicas, económicas o sociales saturan el sistema existente, esto implica crear capacidades, establecer instituciones formales e informales que sean viables y desencadenar cambios sociales relevantes. En este sentido, entendemos la gobernanza como los procesos, reglas, en el sentido de Ostrom, instituciones formales e informales,

que influyen en cómo las personas y las comunidades utilizan y gestionan los recursos comunes.

Con respecto al enfoque de las relaciones internacionales, en la gobernanza internacional, se aprecia la relación dentro y entre varias organizaciones internacionales, debido a que en el sistema internacional no existe de forma oficial una entidad supraestatal que pueda arbitrar por sí sola los conflictos globales. (Hufty, 2009) Como ya se mencionó, los estados no tienen la capacidad para el manejo eficaz de las grandes problemáticas, principalmente debido a que existen influencias del exterior y por lo mismo, no pueden gestionar o dar solución a éstas, según su propio deseo. Por lo que, a través de la gobernanza internacional se permite abordar problemas que se encuentran fuera del alcance de solución de un estado de forma independiente. Entonces, tenemos una gobernanza, donde los estados y las organizaciones internacionales no gubernamentales, participan en este proceso, pero en diferentes formas de decisión (Eberwein, 2010).

Dentro de esto, otra visión teórica presente, es la gobernanza interactiva. Un aspecto principal de esta gobernanza es que abarca diversas formas de interacción sociopolítica. Este enfoque es mucho más analítico y se basa en las interdependencias sociales para la solución de problemas y para la creación de oportunidades. Dentro de esto, es que las limitaciones entre los intereses del sector público y privado son cada vez menos determinados. La gobernanza interactiva refleja la forma en que tanto los actores públicos como privados buscan solucionar problemáticas o crear oportunidades sociales, así como preocuparse por las instituciones sociales relacionadas etc. En este caso, dentro de la gobernanza interactiva, los actores y sus formas de relacionarse entre sí mismos y con el sistema, se influyen mutuamente, lo que deja en evidencia ciertas debilidades y fortalezas dentro de la propia sociedad (Balladares Villalba, 2011).

4.2. La teoría de la orquestación: más allá del enfoque

La propuesta del enfoque de orquestación refleja un escenario donde el actor (el orquestador), trabaja a través de un segundo actor (intermediario) para de este modo, gobernar a un tercer actor, siendo este el objetivo (K. W. Abbott et al., 2016; Gordon & Johnson, 2017). De este modo, la orquestación suele desarrollarse cuando los actores que gobiernan carecen de legitimidad o capacidad suficiente para ejercer el control sobre aquellos a los que desean gobernar. De este modo, el orquestador gobierna indirectamente mediante la movilización de intermediarios, quienes actúan de forma voluntaria (Thew et al., 2021).

La idea de orquestación encaja bien en el contexto de las relaciones internacionales, ya que la capacidad de gobernar de los organismos internacionales está limitada por los mandatos restrictivos de los tratados, los recursos financieros y administrativos y la legitimidad de cada gobierno (K. Abbott et al., 2011). De esta manera, no es una labor simple para los agentes estatales poder influir en las acciones de los agentes subestatales y no gubernamentales fuera de su jerarquía territorial, debido en su mayoría a cuestiones de soberanía (Green & Colgan, 2013).

Es por esto mismo, que las organizaciones internacionales o los estados, suelen recurrir a diversos intermediarios no estatales, quienes sí tienen la capacidad legítima de llevar a cabo tareas que puedan influir de cierto modo, con el fin de alcanzar sus objetivos de gobernanza. Los expertos sostienen que la orquestación puede utilizarse como estrategia para resolver la fragmentación de la arquitectura de la gobernanza mundial.

V. Metodología

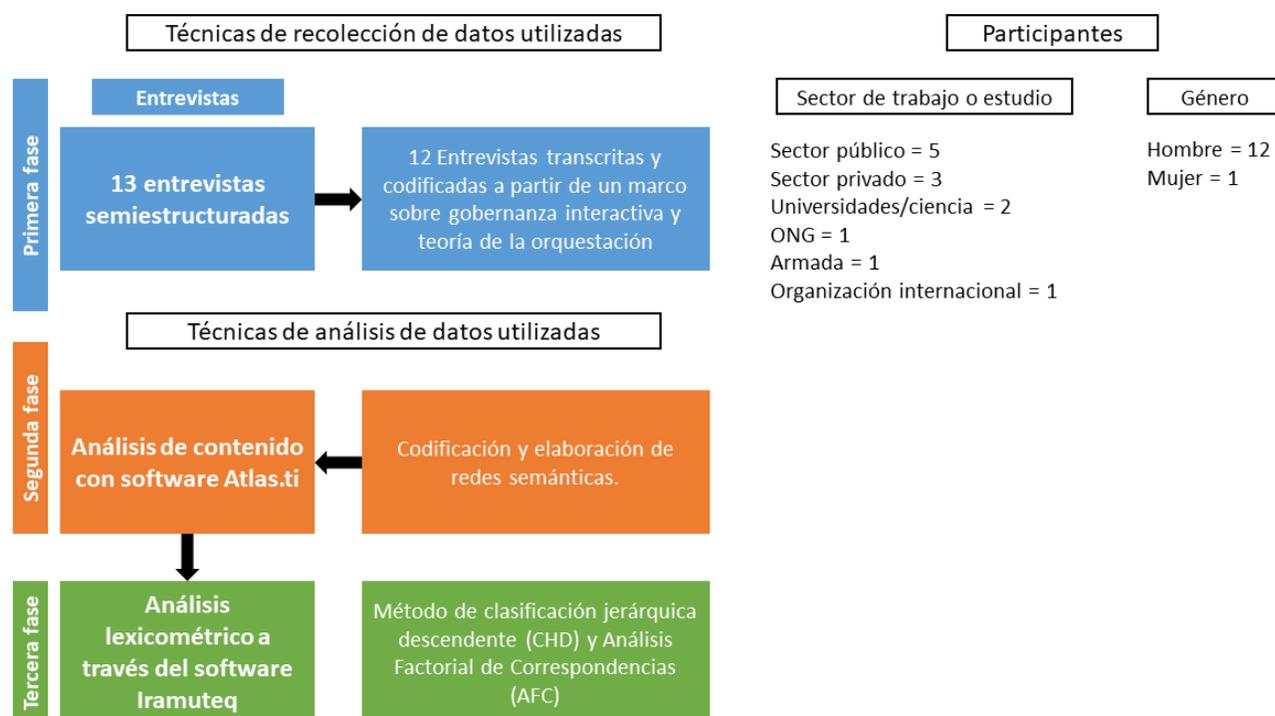
Se cuenta con un diseño metodológico no experimental, de tipo transversal, mixto y de alcance exploratorio-descriptivo. Si consideramos el objetivo general y los objetivos específicos de la investigación, junto a su diseño metodológico, sostenemos que el espacio marítimo comercial es un campo de relaciones o una configuración social con reglas del juego propias, y, en este caso específico, un campo que va más allá de las fronteras nacionales convencionales (Go & Krause, 2016; Sapiro et al., 2018). Dicho aspecto relacional de la temática tiene una concreción en la metodología seleccionada, pues se considera la participación de diferentes agentes institucionales, tanto del sector público, como del privado, además se incorporan representantes de la academia, ONG y de la armada.

La temporalidad de la recolección y el análisis de los datos se despliega desde mediados de marzo de 2023 a mediados de diciembre del mismo año, y cuenta con una fase de recolección de datos y dos etapas de análisis de estos (Figura 4). Ambas etapas de análisis, en ciertos momentos, se intercalan: a) en una primera fase, desde abril a noviembre, se despliegan las entrevistas semiestructuradas, con su respectivo análisis de contenido cualitativo a través del *software* Atlas.ti 23²; b) mientras que en una segunda etapa, desde octubre a diciembre, se aplica el *software* Iramuteq³ al conjunto de entrevistas transcritas, en el que se aplican un método de clasificación jerárquica descendente (método Reinert) y un análisis factorial de correspondencias; a través de este tipo de análisis, denominado como lexicométrico, se busca la reducción cuantitativa de un conjunto de variables cualitativas.

² ATLAS.ti Scientific Software Development GmbH [ATLAS.ti 23 Mac]. (2022). Obtenido de <https://atlasti.com>

³ *Interface de R pour les Analyses Multidimensionnelles de Textes et de Questionnaires* (Iramuteq) es un *software* de análisis estadístico de textos. Desarrollado en Francia en 2009 por Pierre Ratinaud, es un *software* de licencia y acceso libre y tiene como base el *software* R y el lenguaje de programación Python.

Figura 4. Descripción del flujo de trabajo metodológico de la investigación



5.1. Técnicas de recolección de datos

5.1.1. Entrevistas semiestructuradas

Se cuenta con entrevistas semi-estructuradas a agentes clave vinculados a la temática en estudio, tanto del sector público, privado, academia, asociaciones gremiales, ONG y la autoridad marítima (Directemar). Dichas entrevistas cuentan con guión temático, que es utilizado como guía en la conversación con los/las participantes (ver Anexo 1), lo que no impide que en el transcurso de la entrevista emerjan, a partir de las respuestas de los/las participantes, nuevas temáticas a ahondar en la conversación o para incorporar en el guión en una siguiente entrevista (Magaldi & Berler, 2020). Es necesario comentar que este paso es ejecutado a través de una muestra intencional teórica (Farrugia, 2019; Staller, 2021), pues se hace necesario contar con participantes con algún grado de

conocimiento en el área o con participación en la discusión sobre la descarbonización del transporte marítimo en Chile, a saber agentes involucrados en la gobernanza interactiva de los océanos. Al mismo tiempo, ante ciertas dificultades para acceder a los/las participantes se recurre a un muestreo de bola de nieve (*snowball sampling*) (Parker et al., 2019).

Así, se desarrollaron 13 entrevistas, la mayoría por vía telemática (12), a través de las plataformas *google meet* y *zoom*; elección que se ejecutó según la disponibilidad y calidad de conexión en el momento de tomar contacto con un determinado/a participante. Una de ellas fue en formato presencial (oficina del Ministerio de Relaciones Exteriores). La duración media de las interacciones con los/las participantes fue de 44 minutos aproximadamente, y fueron grabadas, 12 de ellas, a través de las plataformas mencionadas, y en ocasiones con grabadora de voz (mp4). Esta situación permitió la transcripción de las entrevistas, para su posterior análisis a través de los *softwares* de análisis cualitativo Atlas.ti 23 (codificación y elaboración de redes semánticas) y el de análisis mixto Iramuteq. En una de las entrevistas no fue autorizada la grabación, por parte del participante, pero sí la transcripción de notas.

La participación en este instrumento de recolección de datos contó con el cumplimiento de los criterios éticos del programa de Magíster en Desarrollo y Cooperación Internacional del Instituto de Estudios Internacionales de la Universidad de Chile, mediante la aprobación de los/las participantes de un consentimiento informado escrito (13), con el que se cuenta con la autorización de participación en el estudio (formato de consentimiento en Anexo 2). Además, para garantizar la protección de los datos de los/las participantes, las grabaciones de las entrevistas y sus respectivas transcripciones se identificaron con códigos asociados a los atributos de los/las participantes en el campo marítimo-comercial.

Tabla 1. Caracterización de los/las participantes de las entrevistas semiestructuradas (2023)

Clave	Clave extensa ⁴	Sector de trabajo o de estudio	Organización de trabajo	Género	Fecha de entrevista	Duración de la entrevista
e*_1	*e_01 *inter_01 *omi *hombre	Organización internacional	OMI	Hombre	30-05-2023	48:52
e*_2	*e_02 *func_01 *min_ext *mujer	Público	Ministerio de Relaciones Exteriores	Mujer	07-06-2023	38:47
e*_3	*e_03 *inter_02 *corp_puertos *hombre	ONG	Corporación de Puertos del Cono Sur	Hombre	20-06-2023	01:04:57
e*_4	*e_04 *cienc_01 *univ *hombre	Universidad Marítima Mundial	Universidad Marítima Mundial y Directemar	Hombre	20-06-2023	40:42
e*_5	*e_05 *cienc_02 *univ *hombre	Universidad	Universidad Austral de Chile (UACH)	Hombre	03-08-2023	48:16
e*_6	*e_06 *func_02 *min_energ *hombre	Público	Ministerio de Energía	Hombre	11-08-2023	31:43
e*_7	*e_07 *priv_01 *marval *hombre	Privado	Marítima Valparaíso S.A. (MARVAL)	Hombre	23-08-2023	58:59
e*_8	*e_08 *priv_02 *empr_nav *hombre	Privado	ULTRANAV	Hombre	28-09-2023	30:48
e*_9	*e_09 *func_03 *min_transp *hombre	Público	Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones	Hombre	02-10-2023	21:45
e*_10	*e_10 *priv_03 *ana *hombre	Privado	Asociación Nacional de Armadores A.G. (ANA)	Hombre	19-10-2023	01:09:42
e*_11	*e_11 *mil_01 *autor_mar *hombre	Liga Marítima de Chile y Militar	Ex Comandante en Jefe de la Armada	Hombre	05-10-2023	47:03
e*_12	*e_12 *func_04 *min_ener *hombre	Público	Ministerio de Energía	Hombre	10-11-2023	50:11
e*_13	*e_13 *func_05 *min_ener *hombre	Público	Ministerio de Energía	Hombre	28-11-2023	Sin autorización de grabación

Al respecto, cada entrevista se clasificó con la etiqueta *e_, seguido de un número arábigo vinculado al orden en el que se realizaron las entrevistas. Luego, se añadieron

⁴ Este formato de clave extensa se utiliza para la incorporación del material léxico al *software* Iramuteq.

el sector en el que se posiciona el participante (funcionario de organización internacional, funcionario/a del servicio público, funcionario/a de empresa privada, funcionario militar o científico), la organización en la que se desempeña y el género (Tabla 1).

5.2. Técnica de análisis de datos

En una primera etapa del análisis, una vez transcritas las entrevistas, se realiza un análisis de contenido cualitativo (Cáceres, 2008; Mayring, 2000), mediante el *software* Atlas.ti. Dicho programa permite la realización de una codificación abierta, junto a la elaboración de redes semánticas. Todo ello mediante el enfoque inductivo de la teoría fundamentada (Corbin & Strauss, 2015); pero, con el reconocimiento de un enfoque abductivo, a saber, una relación constante entre inducción y deducción. Esta última se despliega a través de pre-categorías de análisis, las que contribuyen a la elaboración del guión temático de las entrevistas semiestructuradas. Al mismo tiempo, lo anterior es complementado con un proceso en el que las pre-categorías son modificadas y revisadas, y nuevas categorías emergen, en esta relación entre deducción e inducción (Kelle & Buchholtz, 2015). Al respecto: “Content analysis is not a standardized instrument that always remains the same; it must be fitted to suit the particular object or material in question and constructed especially for the issue at hand” (Mayring, 2015, p. 370).

En la segunda fase, una vez se cuenta con una matriz de códigos, categorías, sus dimensiones y propiedades, se preparan las entrevistas, en un formato específico (8-bit *Unicode Transformation Format*), en textos planos (.txt), para la aplicación de métodos estadísticos en el *corpus*, a través del *software* Iramuteq. Mediante este programa se aplica un análisis factorial por correspondencia (AFC) y la clasificación jerárquica descendente (CHD), según el método de Reinert (2003). Para procesar la información de las entrevistas transcritas, se procesaron 12 de dichas entrevistas, las que resultaron en un único archivo, en el que cada uno de los documentos fue separado por una línea de comando, específica del programa (**** *). En este comando se muestra el número de la entrevista, seguido por variables como el sector en el que trabaja o representa cada participante, la organización específica y el género (Loubère & Ratinaud, 2014). El

formato en texto plano no considera palabras en negrita, subrayadas y cursiva, como tampoco párrafos, ningún tipo de paréntesis, guiones, comillas, apóstrofes, porcentajes, asteriscos o cualquier otro tipo de símbolos diferentes a las palabras. Las palabras compuestas, definidas a partir del contexto del tema en estudio, son ajustadas con guiones bajos (por ejemplo: transporte_maritimo).

VI. Análisis de resultados

A partir del *Review of Maritime Transport 2023* de la UNCTAD, reafirmado en declaraciones de la Secretaría General de esta organización, Rebeca Grynspan, en el contexto de la última COP 28, la descarbonización del transporte marítimo es compleja de lograrse por sí sola, por lo que requiere un proceso audaz y una coordinación institucional de los distintos agentes del campo marítimo-comercial. Este aspecto relacional del llamado se reitera en otras conferencias y reuniones internacionales. Así, en la 8ª Cumbre Mundial Oceánica *Virtual Week del Grupo The Economist*, Magda Kopczynska, en dicho momento Directora de Transporte Marítimo y Fluvial de la Comisión Europea, declaró que la incorporación de nuevas tecnologías e infraestructura de descarbonización requieren, si se busca el objetivo de la OMI para 2050, una importante colaboración entre los agentes del espacio marítimo-comercial: agencias gubernamentales, empresas energéticas, puertos, navieras, propietarios de la carga, entre otros (World Ocean Initiative, 2021).

Bajo este contexto, las normativas y regulaciones, que emergen para transitar a nuevas reglas del espacio marítimo comercial, que son promovidas por la OMI, se entran en sinnúmero de relaciones entre los agentes de dicho espacio para promover y lograr los objetivos tratados en la COP 28. Lo anterior conlleva la creación, diseño y aplicación de instituciones, nuevos discursos y nuevas prácticas en este campo, las que son percibidas e incorporadas mediante diferentes formas por los actores de este espacio. Dichas formas, en este caso declaradas, no son entidades ontológicas únicas (Somers, 1995), sino que se ubican en una red de relaciones complejas e históricamente cambiantes (como por ejemplo los vínculos Estado-organización internacional, la desigualdad norteamericana y las coaliciones entre Estados), a saber, estas percepciones son descifradas en función a las relaciones entre los agentes del espacio de estudio.

Es por esto que, en la primera parte de este capítulo, describimos a los agentes y sus potenciales relaciones en el espacio marítimo comercial, y sus probables roles en la transición a la carbono neutralidad. Luego, pasamos al análisis de las valoraciones de

los y las participantes sobre la estrategia de cero carbono para 2050 de la OMI y las valoraciones sobre la estrategia, las medidas y los mecanismos que propone Chile para llevar a cabo la reducción de emisiones de GEI. En forma posterior ahondamos en un análisis sincrónico de los obstáculos y riesgos que enfrenta Chile, como también de las oportunidades y ventajas, ante la incorporación de la estrategia de la OMI. En la parte final de este apartado trabajamos en las proyecciones futuras sobre la problemática y sus principales desafíos.

6.1. Agentes claves en la descarbonización del espacio marino

La crisis climática afecta de diversas formas a cada sector y rubro a nivel global. El sector marítimo comercial no queda fuera de quienes sufren los impactos de esta problemática. El alza del nivel del mar y los climas adversos que se observan hoy, afectan directamente la logística internacional, debido a que las rutas marítimas y las comunicaciones se interrumpen, se generan daños estructurales en las naves, la actividad portuaria se entorpece, aumentan los costos de seguros de carga y, por ende, los costos de suministros de materias primas para producción. Debido a las condiciones climáticas adversas, toda la cadena de suministro se ve afectada.

Ahora bien, el transporte marítimo es por su parte un sector contaminante al ser responsable por el 3% de las emisiones de GEI mundiales. Entonces, este campo está contribuyendo al cambio climático, y a su vez, es afectado por la misma razón. Es por ello que se advierte la necesidad de descarbonizar lo antes posible. Dentro de este proceso, los distintos agentes y stakeholders vinculados en el área, son el motor para guiar al país a cumplir con la estrategia al año 2050. Lo anterior, se refleja en las entrevistas realizadas, desde la academia indican que: “Va a ser algo que requiere la participación de distintos ministerios, por ejemplo, energía, medioambiente, Directemar, también reuniones con los armadores (e*_04, P: 80)”. Por otro lado, un funcionario público subraya en que: “son todos los actores públicos y privados, tienen que cooperar en una buena coordinación, aprovechar al máximo recursos disponibles” (e*_09, P: 53) para lograr los objetivos de la estrategia de la OMI.

Esta nueva era de cambio climático, asociado a los efectos de las acciones humanas como nueva fuerza geológica en el planeta, a saber, el antropoceno (Crutzen, 2006), saca a la luz aspectos a considerar con respecto a la gobernanza de la industria y el rol que cumplen los agentes en la descarbonización del transporte marítimo. Dicha gobernanza involucra la interacción entre sí de diversas instituciones en distintos niveles, así como también, con actores estatales, privados, organizaciones internacionales, no gubernamentales y la sociedad civil. Esto supone un desafío a los enfoques sobre gobernanza marítima, dentro de los que destacan los aportes que subrayan el paso de medidas de “arriba hacia abajo” hacia otras de “abajo hacia arriba”, en las que se consideran la conexión e interacción entre todos estos actores, en distintos niveles jerárquicos del espacio marítimo y en variadas escalas, quienes forman redes de comunicación e influencia a nivel global (Monios & Wilmsmeier, 2022; Roe, 2013).

De este modo, si consideramos lo anterior, en la gobernanza de este espacio, en concreto, según Stopford (2022) existen cuatro niveles. En el primer nivel está el organismo internacional (OMI); en el nivel dos, los Estados o naciones; en el nivel tres, encontramos a las compañías navieras; y, en el cuarto nivel los buques. Todos estos actores en sus respectivos niveles son clave, sin embargo, hoy en día el nivel tres cobra especial atención, debido a que son las navieras quienes finalmente deben aplicar la política de gobernanza para la toma de decisiones con respecto al trabajo de descarbonización en el sector marítimo comercial. De algún modo, esto coincidiría en un marco de la teoría de la orquestación, en la que los actores objetivos de la gobernanza hacia la descarbonización son los actores privados. Cabe mencionar que, en la actualidad, el cambio que se debe realizar a nivel naviero con respecto al cumplimiento de las metas de la OMI es a gran escala, lo que implica adaptar recursos en ese nivel para avanzar con los objetivos de gobernanza, tanto en el nivel uno, como en el nivel dos, y así lograr la descarbonización al 2050 (Stopford, 2022). Sobre este mismo tema, un funcionario del mismo Ministerio de Transportes nos indica, que:

Es importantísimo que todos los actores estén relacionados, por ejemplo, si estamos firmando convenios internacionales, tenemos que estar todos claros y todas esas veces tienen que estar los actores que realmente participan (e*_09, P: 55).

En el caso de la presente investigación, en el primer nivel, encontramos a la OMI, en tanto espacio que reúne a diversos Estados miembros que discuten sobre las medidas a tomar, a nivel global (Figura 5). De algún modo, este agente es el que coordina y promueve un cambio de reglas en el espacio marítimo-comercial, y asesora a los estados miembros para llevar a cabo este tipo de innovaciones. Es necesario mencionar que la OMI, en su posición de organismo internacional, no posee las facultades vinculantes o potestad para sancionar el cumplimiento insuficiente, o en su defecto, el incumplimiento total de sus recomendaciones.

La forma de proceder de la OMI, en lo referente a esta temática, proviene del convenio internacional MARPOL para mitigar la contaminación de los buques. Las enmiendas realizadas al Anexo VI de este convenio (que entraron en vigo en 2022), incluyen medidas técnicas y operativas que exigen la eficiencia energética al corto plazo para la reducción de emisiones a nivel global. Varias de estas medidas ya han sido aplicadas por los estados, tanto técnicas como operacionales, siendo muchas de estas útiles para la reducción de costos en lo relacionado a la eficiencia de los buques. Además de esto, aún se discute entre la OMI y los estados miembros, el establecimiento de medidas económicas con el fin de desincentivar el uso de combustibles fósiles en la industria. Debido al impacto de una medida económica, como un impuesto al carbono, aún no existe consenso entre los estados, con respecto a las medidas candidatas a aplicar en el espacio marítimo, lo que genera cierto debate entre los estados norte sur, considerando las diferencias económicas del sur global vs los intereses de los estados y su comercio internacional.

Figura 5. Detalle del flujo de aplicación de la estrategia de descarbonización de la OMI



Nota. La figura detalla el origen de la estrategia de la OMI y cómo a través del convenio internacional MARPOL se obtienen las herramientas obligatorias de aplicación en cada estado para la reducción de GEI.

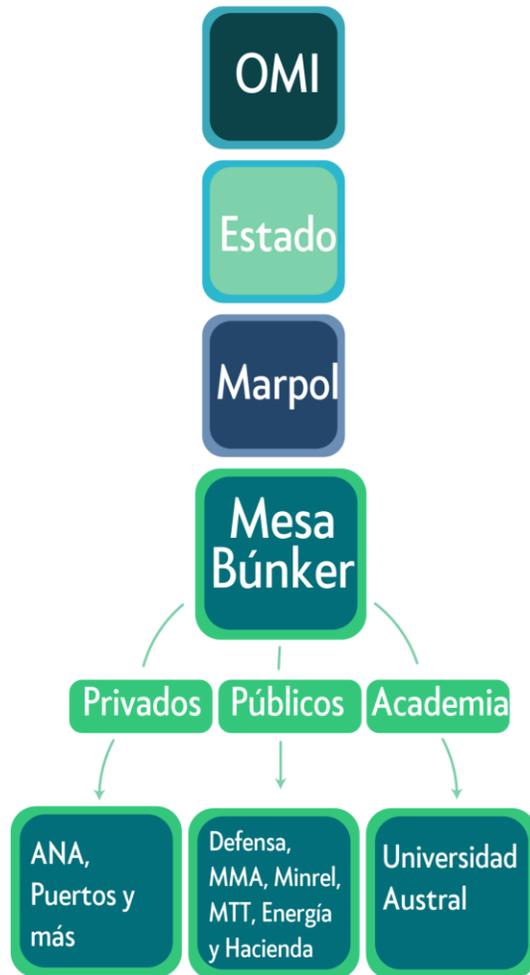
Al continuar con el nivel dos, identificamos al Estado Chileno, que según la representante de la SUBREI, tiene una tradición multilateralista, por lo que acuerda y participa activamente en la OMI, de hecho, hace un tiempo y en la actualidad, Chile es parte del Consejo Marítimo Internacional de este organismo. Si consideramos los aportes de la teoría de la orquestación, el Estado chileno, mediante su adscripción multilateralista, tiene una posición en la que adopta los acuerdos de la OMI y, sin tener la obligación, los implementa en su área de influencia. Esto tiene una aceleración en el origen de la Mesa de trabajo técnico Bunker Fuels para el transporte marítimo del año 2010, a manos del Comité de Ministros de Cambio Climático (Figura 6). Posteriormente, la SUBREI asumió la labor de coordinar esta mesa, que cumple el rol de reunir en una misma instancia a todos los agentes responsables de la descarbonización, para la discusión de políticas, medidas y consensuar la posición del país ante la OMI. Al respecto, un funcionario del Estado chileno en la OMI relata:

La mesa Bunker de Chile donde están metidos distintos ministerios, el Ministerio de Medio Ambiente, el Ministerio de Economía, el Ministerio de Energía y de Transporte, Comunicaciones, y también el sector privado, está la Asociación Nacional de Armadores, y entiendo que, otra asociación más y además estamos ahí, como asesores del punto de vista marítimo también, la Dirección del Territorio Marítimo de la Armada (e*_01, P:49).

La cita anterior subraya la creación de un espacio institucional, mesa bunker, en la que existe una interacción y discusión constante entre los agentes. Como se menciona en los párrafos precedentes, hoy es coordinada desde la SUBREI, y previamente estuvo encargada a la Directemar. Además del sector público con los diversos ministerios vinculados, participan representantes de la industria privada y la academia. Esto evidencia que, en relación a la descarbonización del transporte marítimo, existen conversaciones e interacciones entre los agentes de diferentes niveles de la gobernanza marítima, en la que la conversación no es unilateral, sino que todos los agentes participan en las decisiones que se toman con respecto a la temática. Dentro de esto, se incorpora el nivel tres de la gobernanza, el que abarca a las compañías navieras, quienes representan un actor clave en este mapa de trabajo: “aparece también la asociación

nacional de armadores, la ANA, que son los que reúnen a todos los dueños de buques chilenos” (e*_07, P: 69).

Figura 6. Agentes claves involucrados en el transporte marítimo comercial.



Nota. La figura muestra en detalle los distintos agentes involucrados en la descarbonización desde lo supranacional hacia lo nacional.

En relación a lo anterior, los agentes de este espacio resaltan la importancia de desarrollar e implementar un marco regulador “fuerte” que favorezca la acción rápida y eficiente de la transición sociotécnica e institucional, que apunte a una transición hacia

la sustentabilidad. Incluso algunos de los participantes subrayan que la institucionalización de la descarbonización del transporte marítimo tiene un ritmo “lento” de incorporación, y, que en relación a ello, la OMI tiene un déficit en la promoción de sus objetivos. A partir de dicho panorama, a continuación, analizamos la percepción que tienen los distintos agentes dentro del espacio marítimo comercial con respecto a la estrategia de la OMI sobre reducción de los GEI, en la que se plantean los objetivos para que la industria marítima logre ser carbono zero hacia el año 2050, contribuyendo así, con el esfuerzo de todos los estados miembros, a la lucha contra el cambio climático.

6.2. Valoraciones sobre la estrategia de descarbonización de la OMI

Al considerar que el crecimiento del transporte marítimo comercial se proyecta al alza dentro de los próximos años, sobre el 2% entre 2024 y 2028 (UNCTAD, 2023), tener un marco de trabajo concreto y respaldado por una entidad internacional, es una necesidad base para avanzar hacia la descarbonización del sector marítimo a nivel global. De hecho, las emisiones de GEI han aumentado un 20% la última década, y sin ningún tipo de agencia global, estas podrían alcanzar el 130% de los niveles emitidos en 2008, hacia el año 2050 (Wang et al., 2009). Es por ello que la estrategia de descarbonización del transporte marítimo de la OMI representa un hito en las relaciones comerciales internacionales y en el espacio multicultural.

Asimismo, esta estrategia es producto del consenso y aprobación mayoritaria por parte de los estados miembros de esta organización. Con esto se da a entender que los estados, incluyendo a Chile, están de acuerdo con los objetivos de mediano y largo plazo de dicha estrategia, así como con el desarrollo de diversas medidas para ser aplicadas en sus territorios. Sin embargo, independiente de la voluntad de los estados para incorporar las recomendaciones de la OMI, no existe una obligación jurídica del cumplimiento de los mandatos de este organismo. De este modo, la voluntad política de los estados y la coordinación institucional entre los distintos agentes y stakeholders de este espacio, resultan en una pieza clave para la incorporación óptima y eficaz de la estrategia.

En este marco, existen algunas percepciones declaradas, en el caso de Chile, que subrayan la voluntad e interés que tienen la mayoría de los agentes del espacio marítimo-comercial en avanzar y cumplir el mapa de trabajo sugerido por la OMI. Desde la experiencia de un funcionario del Ministerio de Transporte, esto se representa en la mesa búnker: “todos están trabajando y están apoyando para llegar a la meta de cero-carbón... Todos con una buena voluntad, no trabas, no hay gente que esté en contra, por el contrario, todos quieren unirse a discusión, conversar” (e*_09, P: 33). Esta situación, tiene ciertas fricciones a nivel internacional, pues, ante enunciados, de los y las participantes del estudio, sobre el bajo nivel de ambición de la estrategia de la OMI, se percibe que dicha situación proviene del choque de fuerzas que ocurre en la organización internacional. Un representante de Chile en la OMI describe este panorama a través de las influencias de ciertas coaliciones en la determinación de la estrategia de descarbonización:

las dos tendencias grandes son... Europa, que tiene un ejemplo de ya tener un impuesto y varias restricciones a lo que es la aviación comercial. Entonces, en base a eso ellos también, bueno, cierto, esta agrupación de países también está pensando en imponer... un impuesto específico al combustible de los buques en forma unilateral. Es lo que he escuchado como rumores... Todo este grupo de países que busca imponer en medidas de mercado... está centrado en este grupo, donde se suma también Canadá, Australia, Nueva Zelanda... versus países que por ningún motivo quieren que, que se tomen medidas de mercado y también no quieren que sean tan rígidas las metas que nos vamos a imponer, y ahí está China, Rusia, la India y países de esa órbita (e*_01, P:37-38).

Estas fricciones tienen una representación en el cuestionamiento de los plazos establecidos por el organismo marítimo para cumplir con las metas de reducción de GEI. De hecho, la mayoría de los participantes declaran que algunos Estados miembros se resisten a alinear sus plazos de descarbonización con los de este organismo; situación que sin duda nos remite al debate sobre las posibilidades del marco Norte-Sur de las relaciones internacionales, que ahondaremos más adelante. Esto se debería a que las innovaciones necesarias y la elaboración e implementación de regulaciones para avanzar hacia la transición, requieren de un periodo de tiempo extenso, si se consideran

todas las coordinaciones que deben realizarse entre los distintos sectores y stakeholders, así como obtener los recursos económicos y financiamiento necesario para el diseño, creación de innovaciones e implementación de tecnologías.

A pesar de lo anterior, si consideramos la teoría sobre la función de los organismos internacionales (K. Abbott et al., 2011), en la que estos tienen menos capacidad que los estados para adoptar y forzar el cumplimiento de políticas, la estrategia revisada, más la urgencia tomada en la última COP 28, refleja el valor que la OMI le otorga a la crisis climática actual. Un funcionario del Ministerio de Energía indica: “Por fin la OMI entendió que ya no era sostenible el nivel de emisiones que el comercio marítimo internacional estaba aportando al ecosistema (e*_12, P: 21)”. Así, el transporte marítimo debe hacer su parte, y dicha estrategia resulta en un empuje y llamado a la acción a todos los estados miembros. Sobre esto, desde el sector privado nos comentan que: “la OMI ha ido estableciendo cuales son las regulaciones que debieran adoptar los países miembros, creo que está bien en la fórmula que lo ha hecho y deja la responsabilidad al cumplimiento de estas normas más bien a los Estados” (e*_07, P:7).

6.3. Percepciones desde Chile: entre mediadores y dificultades técnicas y económicas

La adopción de la estrategia de la OMI se representa como un punto de inflexión para la industria marítima comercial y abre un nuevo capítulo en la transición a una economía sin combustibles fósiles. Esta representa un punto de partida para la descarbonización del transporte marítimo, puesto que por sí sola, la estrategia no alcanza para una solución final. En este sentido, existe el riesgo de que la estrategia de la OMI cuente con una falta de capacidad para que los Estados-miembros, quizás representados, bajo el modelo O-I-T, como intermediarios, y los agentes navieros, como agentes objetivos, adopten las recomendaciones de gobernanza del espacio marítimo-comercial (Thew, Middlemiss & Paavola, 2021).

Bajo este contexto, se arguye la necesidad, para avanzar de forma eficiente en los próximos 30 años, de trabajo y coordinación entre los agentes involucrados en transporte marítimo-comercial, tanto del sector público, el sector privado, la academia, ONG, entre otros. Cada uno de estos representa un pilar fundamental en esta labor, y tanto el interés, coordinación, como la interacción fluida entre ellos, es lo que se necesita en cada estado para aplicar de forma óptima y eficiente las medidas que la estrategia sugiere para lograr la carbono neutralidad: “Chile ha trabajado para lograr esto con todos los actores, público-privado trabajando para el logro de todas esas metas sin ningún problema, siempre está la intención de lograr esa meta, porque el gobierno entiende que es para un bien mayor” (*e_08; P: 61).

En el caso de Chile, la recepción de las recomendaciones de la OMI se alinea con la Ley de Cambio Climático (2022), que impulsa la obligatoriedad de la carbono neutralidad al 2050, y con la Estrategia de Hidrógeno Verde (2020), que permite desarrollar dicha industria en el país. Estas iniciativas resultan en un precedente y punto de partida para comenzar una transición profunda hacia una matriz energética limpia. Además de lo anterior, existen otros mecanismos tanto nacionales como internacionales que apuntan al mismo objetivo. Entre ellos encontramos la Clydebank Declaration, acuerdo formal firmado durante la COP 26, en el que se estudió la prefactibilidad de corredores verdes en Chile, con el fin de implementar seis de dichos corredores hacia 2025 (Ministerio de Energía, 2022b). Lo anterior se refleja en un fuerte compromiso en el tema de los corredores verdes, cuya alianza es el Mærsk Mc-Kinney Møller Center for Zero Carbon Shipping:

el objetivo es tener por un lado implementado corredores marítimos verdes antes de 2030 que cubran la cadena de valor completa... y por otro lado a través de esos corredores demostrar la factibilidad y la aplicabilidad de la descarbonización del transporte marítimo y por ende fomentar la demanda local de combustibles limpios (e*_12, P: 8).

Continuando con lo anterior, el cuarto mecanismo disponible es la Agenda Energía 2022-2026 (Ministerio de Energía, 2022), hoja de ruta en materia energética del gobierno actual. Esta agenda es el resultado de un trabajo colaborativo y participativo entre

distintos actores del sector público, privado y comunidades, con el fin de trabajar en ocho ejes principales. Dentro de estos, avanzar en una matriz energética limpia, desarrollo energético resiliente y transición energética justa e infraestructura sustentable, son claves en materia de descarbonización para el sector marítimo comercial. Esta instancia marca un hito en el desarrollo del sector energético para el país, además de ser un conducto facilitador para que la labor en pos de la reducción de emisiones sea más eficiente.

Bajo este contexto, la "Mesa Bunker-Fuels" emerge como una línea de acción de los mecanismos antes mencionados. En el año 2011, el Ministerio de Relaciones Exteriores asumió la labor de coordinar dicha mesa. Así, a partir de las apreciaciones de los y las participantes de las entrevistas, la mesa de trabajo bunker-fuels se consolida como un espacio de formación, uso y activación de una red de relaciones sociales. Dentro de dicha red, además, surge la Subsecretaría de Relaciones Económicas Internacionales (SUBREI), específicamente la División de Comercio y Desarrollo Sustentable (coordinada en el momento de la realización de la tesis por Angélica Romero), como una especie de meta intermediario (Bäckstrand & Kuyper, 2017).

La mayoría de los y las participantes hacen referencia a esta mesa y a su coordinadora, como un espacio en la que diferentes actores, públicos, privados, entre otros, interaccionan y consensuan líneas de acción para aplicar las estrategias de la OMI en el país. De hecho, como pasaremos a describir a continuación, mediante el análisis de contenido y lexicométrico de las entrevistas semiestructuradas (CHD y Análisis Factorial de Correspondencias), el *cluster* de palabras asociado a la mesa de trabajo, en el que se encuentra el nombre de la coordinadora de la mesa, agrupa el 29,4% de palabras del *corpus* textual (Figura 7). Dicha situación reafirma lo que un estudio sobre tres empresas noruegas de transporte marítimo identifica como los principales impulsores de la reducción de emisiones de GEI, entre los que se encuentran las iniciativas de personas clave internas. En dicho estudio, enfocado en el sector privado, se identifican personas clave que impulsan nuevas estrategias de reducción de emisiones, y ponen en marcha nuevas medidas e innovaciones (Hessevik, 2022)

6.3.1. Descarbonización del transporte marítimo: “mundos lexicales” de percepción

Como se describe más arriba, las percepciones sobre la descarbonización del transporte marítimo tienen una representación mediante el análisis estadístico del *corpus* textual, proveniente de las entrevistas realizadas en el estudio (Tabla 2). Para graficar lo anterior, presentamos los resultados de la Clasificación Jerárquica Descendente (CHD), en la que mediante una partición del *corpus* se identifican segmentos de textos (como la unidad más pequeña de análisis), para luego clasificar dichos segmentos en función de su vocabulario y frecuencias de las palabras lematizadas⁵, y así obtener la homogeneidad intragrupo y la heterogeneidad entre grupos.

Tabla 2. Resultados descriptivos del análisis lexicográfico de las entrevistas

Descripción	Total
Número de textos	12
Número de ocurrencias (palabras)	57810
Número de hápax (frecuencia = 1)	1951
Media de ocurrencias por texto	4817.50
Número de formas	3990

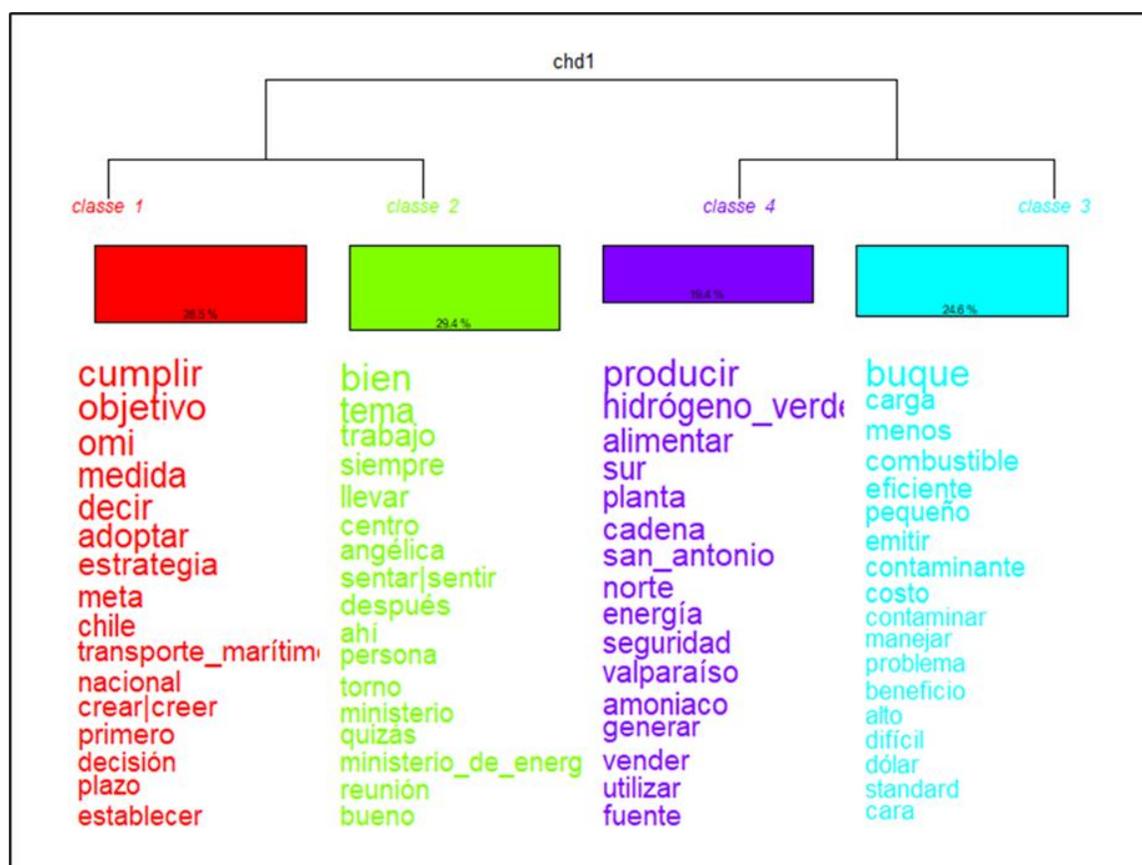
En relación con el CHD, el *corpus* total tuvo un fraccionamiento en 1.651 segmentos de textos (ST), en la que se cuenta con 6.059 formas (o palabras lematizadas), con una ocurrencia de 57.819. El número de formas activas (verbos, nombres comunes, adjetivos, adverbios y formas no reconocidas) resultaron en 3.795, mientras que las formas suplementarias fueron 188. En tanto, las formas activas con una frecuencia $> 0 = 0$ a 3 representan el 35,6% (1.352) de las formas activas totales.

Del total de ST, 1.404 (85,04%) fueron segmentos clasificados para el CHD. Así, se obtuvo un dendrograma, cuya estabilización ocurre con 4 clases o *cluster* (Figura 7). En

⁵ Proceso de reducción de palabras a partir de sus raíces, se le extrae el género, el número y la conjugación de palabras.

una primera participación, se obtienen, si seguimos un orden de izquierda a derecha, dos ramificaciones: (i) la primera de ellas, con las clases 1 (26,5%) y 2 (29,4%), agrupa la mayoría de los ST del *corpus* clasificado (55,9%); y (ii) una segunda agrupación, con una mayor heterogeneidad con el grupo anterior, en la que encontramos la clase 3 (19,4%) y la clase 4 (24,6%). En una segunda sub-agrupación se obtienen las 4 clases finales en sus densidades de vocabularios más similares, a partir de la participación en dos de (i) y (ii).

Figura 7. CHD (dendograma) de percepciones sobre la descarbonización del transporte marítimo en Chile



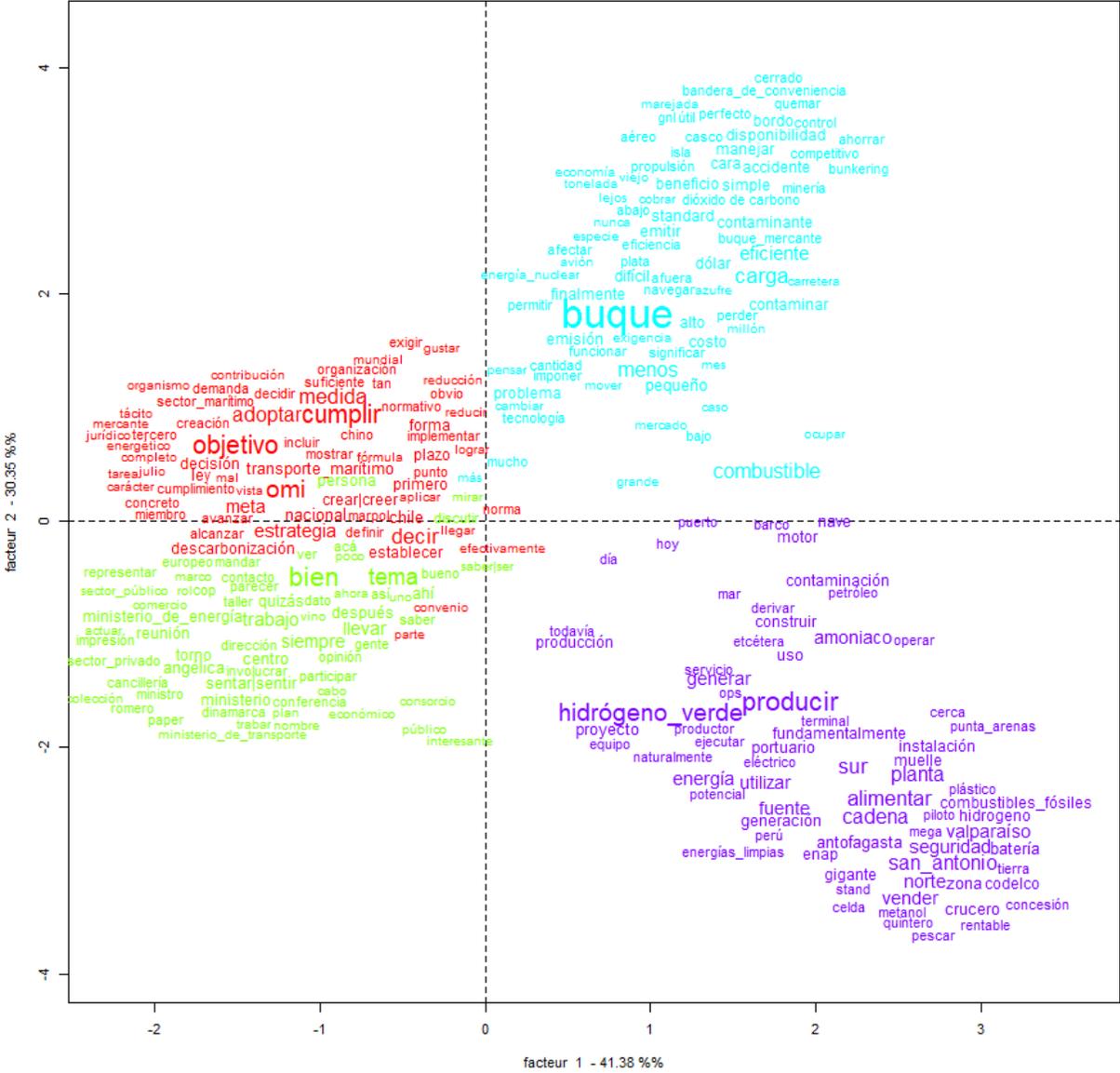
CHD (dendograma) de percepciones sobre la descarbonización del transporte marítimo en Chile

Nota. La figura muestra una clasificación jerárquica descendente (método Reinert), en el que se obtuvieron 4 clases lexicales, realizada al *corpus* de 12 entrevistas semiestructuradas transcritas de participantes del campo marítimo-comercial chileno.

Al parecer la clase 1 y 2 tienen el vocabulario más homogéneo dentro del *corpus*, lo que se logra identificar al observar el AFC, pues se sitúan cerca del 0,0 del plano factorial, y ambas clases se sitúan próximas al eje horizontal del plano cartesiano (Figura 8). El contenido de la primera de estas clases, clasificada aquí como “estrategia de gobernanza del transporte marítimo”, se refiere a aspectos de la estrategia de descarbonización promovida por la OMI, con palabras asociadas a dicha estrategia como objetivo, meta y medida. Al mismo tiempo, aparece con una fuerte asociación a esta clase ($p < 0.0001$) el verbo adoptar ($n=19$), un poco más atrás, en el sentido del Chi2 ($\alpha = 0.05$), encontramos a Chile ($n=77$) y transporte marítimo ($n=31$), ambas con un $p < 0.0001$. Todo lo que nos entrega señales para interpretar este *cluster* como las percepciones que tienen los agentes clave del espacio marítimo-comercial chileno en la adopción de la estrategia de descarbonización de la OMI.

Bajo este contexto se reconoce la participación de Chile en el espacio multilateral, que representa la OMI: “nosotros somos más bien multilateralistas... nosotros en general creemos... en el sistema multilateral y sabemos que tenemos mucha, o sea, tenemos una voz y nuestra voz vale igual que otro país grande” (e*02, P: 53); y, desde dicho espacio: “nos hemos pronunciado positivamente y, de hecho, fue el resultado final de las negociaciones con una renovada ambición en materia de reducción a 2030, 2050, fue la que nosotros defendimos como Chile” (e*12, P: 21). Lo que, además, se refleja en la participación de Chile, desde 2001 en la Categoría C, en el Consejo Marítimo Internacional de la OMI, en el que además fue reelecto para el período 2024-2025.

Figura 8. AFC sobre las percepciones de la descarbonización del transporte marítimo en Chile



En relación con el cluster 2, su contenido hace referencia a lo que ha hecho Chile, sobre todo desde el Estado, en relación a la descarbonización del transporte marítimo. Las apreciaciones sobre esta temática, que fueron profundizadas anteriormente, no solo presentan al Estado, a través de las palabras ministerio (n=13) y cancillería (n=7), como un actor que promueve y/o ejecuta la descarbonización, sino que más bien aparecen

conceptos que apuntan a un trabajo en conjunto con otros agentes, lo que se constata con la mención a centro (n=17), el que alude al convenio de trabajo que tiene el Estado con el Mærsk Mc-Kinney Møller Center for Zero Carbon Shipping. Incluso, aquí, emerge un mecanismo específico para la adopción de la estrategia de la OMI: como es el caso de la mesa de trabajo “Bunker-Fuels”.

Dicha mesa se representa como un espacio de interacción para la gobernanza de la descarbonización del transporte marítimo entre una diversidad de agentes del campo marítimo-comercial, y en el CHD aparece a través de la noción de reunión (n=12), como también con el nombre de la coordinadora de la mesa de trabajo, Angélica Romero (n=11), con un $p < 0.0001$. Al respecto, un representante del gremio de las empresas navieras, expresa: “es una persona que sabe hacer equipos de trabajo, yo creo que ha llevado muy bien, ella es muy trabajadora” (e*10, P. 21); un funcionario del Ministerio de Energía, agrega: “ella es la persona clave... ella es la que negoció... ella es la que representó a Chile” (e*12, P. 112-114).

De esta manera, si consideramos que en este *cluster* también aparecen verbos como involucrar (n=9) y participar (n=12), entonces etiquetamos a esta clase como “gobernanza interactiva para la descarbonización del transporte marítimo”, en la que parece existir una valoración positiva de la “línea de trabajo” que emprende la red de agentes del campo marítimo-comercial, de hecho, la palabras bien (n=72) y bueno (n=82), sobre todo esta última ($p < 0.0001$), califican positivamente el trabajo que se emprende por el Estado, con los ministerios de energía, transporte, medio ambiente y la SUBREI, y los otros agentes del campo.

Como describimos brevemente más arriba, a partir del AFC (Figura 8) constatamos que las clases 1 y 2 mantienen una proximidad en su vocabulario, ya que ambos comparten los aspectos de las unidades de gobernanza formales del campo, sobre todo en lo que se refiere a las escalas nacional e internacional, a saber se representan las unidades encargadas de promover, como también: “that are charged with overseeing compliance

with field rules and, in general, facilitating the overall smooth functioning of the system” (Fligstein & McAdam, 2011, p. 6).

Mientras tanto las clases 3 y 4, relacionadas entre sí a partir de un vínculo económico y de inversión en tecnologías de ahorro energético (como es el caso de lo que ocurre con los buques) o de combustibles alternativos, tienen una menor proximidad entre ellas. A pesar de ello, la clase 3 tiene una mayor relación con el *cluster* 1, puesto que los agentes del sector privado ($p < 0.00051$), empresas ($X^2 = 11.25$, $p < 0.00079$) y un grupo de puertos ($X^2 = 17.21$, $p < 0.0001$), como otros agentes del ecosistema externo del buque, requieren un nivel de certidumbre sobre la estrategia de gobernanza del transporte marítimo promovida por la OMI y cómo ella es incorporada en las unidades de gobernanza del espacio marítimo comercial chileno. Al mismo tiempo, esta clase, cuya palabra central es buque ($X^2 = 150.3$, $p < 0.0001$), también considera elementos internos del ecosistema de las embarcaciones, como la carga, el combustible, el casco y el contaminante (todos con un $p < 0.0001$).

Uno de los puntos claves para definir la clasificación de este *cluster* es el costo ($X^2 = 68.18$, $p < 0.0001$) de cambiar la matriz energética para las empresas relacionadas al transporte marítimo: “las empresas digamos yo creo que ahí tienen un tema que es un conflicto interno porque obviamente el cambiar a las nuevas tecnologías implica grandes inversiones” (e*_07, P: 59), “y, por supuesto, que eso significa un costo tremendo para el armador, para la carga, para el buque” (e*_04, P: 59). Por ejemplo, la posibilidad de electrificar las embarcaciones tiene el obstáculo de la importación de las tecnologías a incorporar en las embarcaciones: “para poder electrificarlos tenemos que traer las tecnologías de afuera, hay tecnología local, pero todas esas tecnologías locales vienen de afuera” (e*_05, P: 101). Bajo este contexto, identificamos un resultado emergente, el que tiene relación con el costo de transitar hacia un transporte cero carbono en el cabotaje nacional, cuyo componente son buques de mayor antigüedad, y, por ende, con ciertas dificultades para su adaptación sociotécnica:

son buques súper antiguos, que gastan mucho, con motores viejos, por lo tanto va a ser súper difícil que se logre disminuir tal como se hace con los buques extranjeros, porque los buques extranjeros tienen tecnología nueva, o sea se realmente todo se reduce a plata (e*_04, P: 4).

Lo anterior emerge como un posible “cuello de botella”, obstáculo, conflicto o riesgo para la transición a un transporte cero carbono. A lo que podríamos sumar la dificultad de la posición de Chile en el campo transnacional del comercio marítimo mundial, en tanto Estado del sur global: “al tomar medidas de mercado se aumenta el costo de los fletes y finalmente nosotros como país somos súper afectados en desmedro de otros países con mercados mucho más cercanos” (e*_01, P: 42), en el que un caso concreto es el costo asociado al consumo de combustible que implica el tránsito desde y hacia Chile.

Entonces, si consideramos lo anterior, el *cluster 4*, cuyos conceptos claves representan oportunidades para la descarbonización en Chile como es el caso de la producción de hidrógeno verde ($X^2 = 62.4$, $p < 0.0001$), evidencia una mayor distancia con las clases anteriores, sobre todo con la 1 y la 2. Una causa de lo anterior se relaciona a la posibilidad de alineación discursiva entre la estrategia de la OMI y su incorporación por el Estado de Chile es alta, y que, además, el sector privado y el ecosistema externo de los buques tienen una alta disposición en conocer de qué es lo que se trata la transición a un transporte cero carbono y participar en dicho proceso. No obstante, y por eso la distancia de este *cluster*, el cómo se transita al cero carbono conlleva una mayor incertidumbre que el qué. Dicho escenario no se aleja de la crítica que realizan Blythe y otros(as) (2018) al concepto de transformación hacia la sustentabilidad, en tanto palabra de moda que tiene un escaso análisis político, como también una falta de consideración plural del cambio hacia la sustentabilidad, o los aportes que subrayan en la necesidad de pasar del “blah blah blah” de las transformaciones hacia los enfoques, métodos y herramientas concretos para crear un impacto transformador (medios), en paralelo a los los valores, principios y cualidades que motivan y conforman el cambio transformador (formas) (Bentz et al., 2022).

En este sentido, el desarrollo de la infraestructura para la descarbonización implica investigación, producción y financiamiento de energías limpias, en el que sobresale el

hidrógeno verde, el amoníaco ($X^2 = 35.69$, $p < 0.0001$) y el metanol ($X^2 = 16.62$, $p < 0.0001$), como también la adaptación de los puertos para el abastecimiento de los nuevos posibles combustibles, en tanto instalación ($X^2 = 19.72$, $p < 0.0001$) de tecnologías en los puertos de San Antonio ($X^2 = 45.93$, $p < 0.0001$), Valparaíso ($X^2 = 36.15$, $p < 0.0001$) y Antofagasta ($X^2 = 27.89$, $p < 0.0001$). En general dicha incertidumbre tiene vínculo con el cómo se financia este proceso. Al respecto, un funcionario del Ministerio de Energía (e*_13) nos relató que una de las claves sobre la descarbonización de este tipo de transporte es la pregunta de ¿quién lo paga?, pues, la disposición a invertir de algunas empresas es mínima y, además, traducir dicha disposición a “la cotidianidad” implica una gran dificultad.

A pesar de lo anterior, este *cluster* incorpora posibles ventajas que tendría Chile en esta transición, y ello se refiere a la condiciones geográficas y climáticas del país, en tanto la utilización de dichas condiciones, sobre todo la energía solar en el norte, la hídrica en el sur y la energía eólica en la región de Magallanes, para la producción de hidrógeno verde: “Chile tiene características naturales para ser un productor de hidrógeno verde a un bajo costo dada sus características naturales en la zona norte y en la zona sur” (e*_07, P: 12).

6.4. Clase 4: oportunidades y ventajas para Chile

Para cumplir con los objetivos de la estrategia de descarbonización, los estados deben utilizar todos los recursos disponibles y aprovechar de forma eficiente lo que tienen a su favor. En este caso, existe una percepción de que Chile goza de oportunidades y posibles ventajas comparativas que le pueden facilitar, de cierto modo, el avance en la carbono neutralidad. Al respecto, su principal atributo sería situarse como uno de los principales productores de hidrógeno verde, esto debido a las bondades que tiene el país con respecto a sus características geográficas, climáticas, hidrográficas y morfológicas. Bajo este contexto, la estrategia nacional de hidrógeno verde propuesta en Chile busca potenciar estas bondades y desarrollar la industria para situar al país como uno de los principales productores de hidrógeno verde en el mundo. Desde el sector privado se reafirma lo anterior:

La política nacional de hidrogeno verde que establece Chile en el año 2018, 2020 por ahí, que se establece porque se vió que Chile tiene características naturales para ser un productor de hidrógeno verde a un bajo costo, dada sus características naturales en la zona norte y en la zona sur (e*_07, P:12).

Chile está avanzando con respecto a esta tendencia y a los cambios que esto conlleva, para así situarse en el desarrollo de energías limpias mediante el beneficio de las bondades naturales. Con respecto a esto, desde el Ministerio de Energía afirman que: “somos el país más avanzado en lo que, en el mundo en lo que se refiere a estudio de factibilidad y próxima implementación de corredores marítimos verdes.” (e*_12, P: 45).

Las corrientes oceánicas, la energía geotérmica y la capacidad hidroeléctrica de los ríos, son algunas de las principales oportunidades que goza el país para avanzar en este mapa de trabajo. Según estimaciones del gobierno de Chile del año 2021, el 13% del hidrógeno verde del mundo podría, potencialmente, producirse usando energía eólica de Magallanes y la porción chilena de la Antártida, lo que suma 126 gigavatios. (IMF, 2022).

En este sentido, el hidrógeno verde juega un rol clave para Chile. Además de ser la puerta de entrada al desarrollo de nuevos gases verdes derivados, y abrir el árbol de posibilidades para avanzar en la descarbonización, es a su vez, un mercado con una gran proyección hacia el futuro. Según el Hydrogen Council, se estima que la demanda de este químico crecerá en un 40% hasta 2030 y que el mercado global para el hidrógeno y sus innovaciones generará ingresos de 2,5 billones USD/año al 2050.

Chile tiene un potencial de, bueno de energía renovable muy alto y es por eso que tiene una de las proyecciones de producción de hidrógeno verde más barato a nivel mundial y eso puede favorecernos mucho, no solo económicamente; pero, también para tener disponibilidad, una oferta de combustible a nivel nacional que sirva para el transporte marítimo por ejemplo (e*_08, P: 18).

Gracias a esto mismo, el desarrollo del hidrógeno verde en Chile se convirtió en un mercado interesante para la inversión extranjera, lo que ha permitido el lineamiento para diversos proyectos privados como plantas de generación de hidrógeno, trabajo en

conjunto con la academia en búsqueda de innovaciones de nicho, optimización de buques, entre otras. Un ejemplo de esto es la empresa francesa HDF que instalará sucursales en el país para estudiar e invertir en la generación de hidrógeno verde a través de energía solar, en el sur de Chile, invirtiendo más de USD 250 millones (InvestChile, 2021).

Con respecto a esto, se espera que la inversión sea exponencial, considerando los bajos costos que esta producción implica, debido a las mismas bondades mencionadas anteriormente. Al considerar las entrevistas realizadas, un participante del ministerio de energía indica: “¿por qué Chile es bendecido? Porque producir energía eléctrica de fuente renovable en Chile es increíblemente barato (e*_12, P:28)”. Considerando esto, el desarrollo del hidrógeno verde a través de fuentes renovables es una oportunidad clave para el país. Con la inversión necesaria en tecnologías y estudios al respecto, Chile tiene la posibilidad de ingresar al mercado de los combustibles alternativos como potencial productor y exportador.

Actualmente, la producción de hidrógeno verde no es competitiva, debido a que los costos son considerablemente superiores a la producción de hidrógeno en base a gas natural (3,0 – 7,5 USD/Kg vs 0,9 – 3,2 USD/Kg) (García et al., 2020). A pesar de esto, debido a la reducción de los costos de las energías renovables, se prevé que el costo de producción del hidrógeno verde disminuya en un 30% hacia 2030 (International Energy Agency, 2019).

De este modo, si consideramos que mediante la estrategia de la OMI y las diversas medidas que se implementen en pos de la carbono neutralidad, la demanda por combustibles alternativos crecerá, y Chile, junto a todas las posibles ventajas comparativas asociadas al coste de producción, es un candidato clave para obtener una cuota de producción de hidrógeno mundial. Con ello, se podría abarcar la demanda local y exportar para satisfacer la demanda global. Esta instancia representa lo sumamente competitivo que Chile es ante otros países.

6.4.1. Combustibles alternativos

Para avanzar en la reducción de emisiones se deben realizar cambios drásticos en la matriz energética de los buques para el comercio marítimo. Dentro de estos cambios, el uso de combustibles alternativos no contaminantes es el instrumento clave que se debe implementar, principalmente para cumplir con los objetivos de descarbonización de la OMI al 2050. Es necesario recordar, que los combustibles alternativos pueden variar según su origen y proceso productivo, pero el elemento que tienen en común es que todos son elaborados mediante procesos limpios y sustentables (Stančin et al., 2020).

En 2019, se transportaron vía marítima 11.080 millones de toneladas de carga en el mundo, estas casi en su totalidad fueron propulsadas por combustibles fósiles. El petróleo pesado actualmente alimenta el 79% del transporte marítimo (van Leeuwen & Monios, 2022). Es por esta misma razón, que los cambios con respecto al combustible, deben ser drásticos, considerando el impacto ambiental tanto atmosférico como para la biodiversidad que produce el petróleo. Además de esto, para cumplir con las metas acordadas en el Acuerdo de París, es necesario eliminar de raíz los combustibles fósiles dentro del transporte marítimo.

En la actualidad, para este sector, se apuesta por diversas opciones de combustibles, que con ayuda de estudios, inversión y tecnología, se ha descubierto el rendimiento, utilidad e impacto de cada una de estas opciones. Con respecto a esto un agente del sector naviero nos comenta que:

ya viene lo que es la transición a otras fuentes de combustible alternativo de forma inmediata lo que se puede aplicar ya son los biocombustibles y también están los derivados del hidrógeno verde como el amoníaco o el metanol que asoman como los combustibles que van a estar más presente en la industria en el futuro (e*_08, P:10).

Llevar a cabo la transición completa hacia un sistema de transporte marítimo limpio y 100% renovable, es un proceso complejo que implica diversos desafíos técnicos y

económicos. Para lograr este objetivo, se deben llevar a cabo simultáneas labores relacionadas con el aumento de la eficiencia energética. Dentro de estas, el despliegue de fuentes de energía renovables es un factor clave en esta temática.

Hoy en día, las principales alternativas de combustibles que están consideradas como potenciales y disponibles para su uso son el Amoniaco, Metanol, Hidrógeno, Biomasa, Etanol etc. Sin embargo, a pesar de que en su mayoría estos combustibles alternativos no son derivados de origen fósil, en la producción de algunos, ciertas emisiones podrían generarse. Dentro de las opciones más mencionadas por los y las participantes del estudio están el hidrógeno y el amoniaco.

El hidrógeno es una potencial alternativa viable para su uso en el transporte marítimo. En su estado puro, durante la combustión, no emite dióxido de carbono. Hoy en día existen dos técnicas para su producción; a través de un reformado de metano con vapor y electrólisis de agua. Esta última técnica ha ganado atención debido a que los recientes desarrollos tecnológicos han permitido el uso de electrólisis en base a energías renovables y no de carbón (OECD, 2018).

A pesar de esto, la tecnología necesaria para usarlo como combustible marítimo está aún en desarrollo, debido a que no es un combustible de fácil manipulación, transporte y almacenamiento (OECD, 2018). Se requieren condiciones específicas para su almacenamiento, también dependiendo de la presión, el tamaño de los buques debe ser hasta 15 veces mayor y los temas respecto a la seguridad también deben ser considerados, debido a la volatilidad del hidrógeno (H. Psaraftis, 2021). Además, debido a los requerimientos de temperatura que este químico requiere para lograr su punto de ebullición (253°C), el hidrógeno debe mantenerse aislado, lo que nuevamente exige una adaptación en infraestructura de los buques (Lovegrove, 2018).

Sin embargo, a pesar de ser una alternativa que aún requiere inversión y desarrollo tecnológico, es una opción prometedora con respecto a la reducción eficaz de las emisiones de CO₂, tanto en el transporte marítimo como en otras industrias. Con respecto

a estos combustibles, desde el sector privado nos indican que: “no solo el hidrógeno verde es una alternativa solución también está el amoniaco, de hecho la forma más fácil de transportar y de mover el hidrógeno verde es como amoniaco, pero también está el metanol, metano, hay varios productos (e*_07, P:29)”.

Como se menciona, otra alternativa viable es el amoniaco. Este es un derivado del hidrógeno y se obtiene al agregar nitrógeno en el proceso productivo. La ventaja de este combustible es que se puede almacenar en estado líquido y a una temperatura dentro de los estándares manejables (34°C). Al igual que el caso anterior, el amoniaco debe ser procesado mediante energía renovables, para ser una alternativa cero emisiones. De todos modos, sigue siendo una alternativa viable, además de tener un menor costo por unidad de energía almacenada en comparación al hidrógeno. De hecho, casi 182 días de almacenaje de amoníaco costarían 0.54 \$/kg-H₂ comparado a 14.95 \$/kg-H₂ de puro hidrógeno (Valera-Medina et al., 2018).

Considerando lo anterior, a excepción del hidrógeno, existe una ventaja en el desarrollo de este tipo de combustibles. La mayoría de estos poseen características de ignición y combustión muy similares a las características de los combustibles tradicionales. (Astbury, 2008). Es por esto mismo, que ya existe el conocimiento necesario para su manejo, al igual que la tecnología requerida dentro de la industria (Sangeeta et al., 2014).

Sin embargo, se deben considerar ciertos factores que son claves para avanzar en este camino alternativo. Algunos de estos son la infraestructura disponible, así como el almacenaje, flexibilidad de adaptación a los motores existentes etc. Esto mismo nos comentan desde la Asociación Nacional de Armadores, gremio que reúne a las empresas navieras del país:

el hidrógeno verde es un, el principal problema no son los motores, el principal problema es el almacenamiento que hay que tener a bordo, porque el hidrógeno hay que almacenarlo en estanques muy especiales, presurizados a muchos centenares de bares de presión y a temperaturas también super bajas entonces es complicado (e*_10, P:29).

Bajo este contexto, existen diversas situaciones que dificultan un poco el mapa de trabajo hacia la descarbonización completa. Los combustibles alternativos son la solución concreta para la reducción de emisiones contaminantes, sin embargo, existe una escasez de iniciativas en materia de tecnología e infraestructura para desarrollar estas alternativas de forma eficiente. Dentro de esta labor, contar con la voluntad y coordinación de los actores vinculados en esta temática es clave, y junto con esto, actuar con rapidez para poder cumplir con los compromisos globales. Es por esto mismo, que a continuación se describen los diversos obstáculos, conflictos y riesgos que enfrenta Chile para avanzar hacia la descarbonización del transporte marítimo.

6.5. Clase 3: obstáculos, conflictos y riesgos para la descarbonización

Las normativas y regulaciones, que emergen para transitar a nuevas reglas del espacio marítimo comercial, que son promovidas por la OMI, cuentan con ciertos facilitadores o impulsores, pero, a la vez, se enfrentan a diversos riesgos, sobre todo en lo que refiere a la incertidumbre con respecto a qué tecnologías y combustibles son más adecuados para descarbonizar el transporte marítimo y el acceso a financiación para su incorporación (Hassevik, 2022), como también potenciales conflictos y obstáculos, los que entorpecen de cierto modo los avances necesarios para cumplir las metas de descarbonización proyectadas al 2030 y 2050.

Una de las posibles causas al respecto, es que en temas normativos: “no hay nada... para el transporte marítimo no hay nada, y no habiendo nada, esa yo creo, que es la primera, no sé si barrera, pero es la primera, el primer pero que tenemos para poder implementar esto” (e*_04, P:77). Lo anterior, tiene relación con que en Chile aún no existe una norma con respecto a la contaminación atmosférica de forma general y que pueda ser aplicada a la contaminación por parte de los buques. La regulación ambiental en Chile es relativamente nueva, por lo que la normativa sobre contaminación atmosférica se mantiene incompleta, debido a que solo cubre algunos contaminantes regulados y ciertos sectores. En ese sentido, la falta de coordinación interinstitucional e involucramiento de los actores locales, dificultan la creación de instrumentos normativos

vinculantes con respecto al cuidado de la atmósfera. Esto significa un obstáculo para avanzar hacia la descarbonización, ya que sin un marco legal obligatorio para el sector, la transición se convierte en un proceso aún más lento, debido principalmente a que no existe obligatoriedad dirigida a los agentes clave a tomar medidas y movilizar recursos para esta labor (OCDE & CEPAL, 2016).

Por otro lado, la apreciación del interés y coordinación de los agentes del campo para avanzar a la carbono neutralidad, no es compartida por la totalidad de los participantes. Dos aspectos claves de lo anterior son, por un lado, la insuficiencia o “lentitud” de las acciones tendientes a lograr las metas y, por otro lado, la incertidumbre sobre qué tecnologías y combustibles son más adecuados para descarbonizar el transporte marítimo (Hassevik, 2022). A saber, para ciertos participantes hay una tensión entre la voluntad, al menos a nivel discursivo, de transitar hacia la descarbonización y las acciones concretas para lograr esta meta. Con respecto a la primera, un académico, nos comenta que: “Chile no lo ha hecho mal; pero, no lo está haciendo con la premura que necesita (e*_05, P:57)”. Y desde el sector privado nos indican que: “Creo que vamos lento. O sea, los cambios son muy difíciles de implementar así en forma rápida, por eso el horizonte que Chile se dio para cumplir con el logro de llegar a una descarbonización total es al dos mil treinta (e*_07, P:37). En relación a la incertidumbre, un funcionario del Ministerio de Energía señala que las nuevas tecnologías “a veces como que dan inseguridad, no se conocen bien los impactos, entonces la gente también a veces no sabe qué decir en torno a ellas” (e*_06, P:49).

Considerando lo anterior, implementar iniciativas para la descarbonización requiere tiempo y planificación. Dentro de esto, la principal razón que refleja la falta de medidas para la eficiencia energética, están relacionadas con las limitaciones de tiempo en la toma de decisiones, así como con la planificación deficiente y los pocos incentivos. (Styhre & Winnes, 2013). En ese sentido, tanto desde la academia como desde el sector privado, siendo estos dos actores clave, concuerdan que el ritmo de acción actual en Chile, con respecto al mapa de trabajo en pos de la descarbonización, no es el idóneo,

considerando todas las coordinaciones y labores que se requieren para avanzar en reducir las emisiones.

Así, implementar las mejoras e innovaciones necesarias en los buques, para que estos puedan transportar y utilizar combustibles alternativos, así como la obtención de los recursos o financiamiento para los distintos proyectos de eficiencia energética, toma tiempo y requiere de una planificación eficiente, que considere los tiempos necesarios con respecto a los plazos comprometidos. Los armadores también pueden tener sus propios programas y objetivos, los que pueden entrar en conflicto con los plazos u objetivos de la OMI (Serra & Fancello, 2020).

Entonces, el ritmo oportuno con el que se actúe en los estados es clave en el cumplimiento de las metas y tiempos establecidos por la OMI. Esto mismo ha sido cuestionado en Chile, debido al lento actuar que se ha observado con respecto a lo que ya se debería estar haciendo. Considerando lo que se indicó en las entrevistas, desde la academia indican lo siguiente:

Yo creo que por ahí va uno de los grandes detalles de esta estrategia, de cómo los plazos en los cuales se deberían ya estar ejecutando, realizando esta bajada de tierra de todos estos planos (e*_05, P:57).

Considerando lo anterior, existe otro obstáculo con respecto a las relaciones internacionales y en cómo estas afectan en algún sentido, el desempeño y labor de un estado con respecto a otros. Dentro de esto, se encuentra el conocido fenómeno Norte Sur, donde la desigualdad multisectorial y la injusticia con respecto a la rendición de cuentas, se ve reflejada con grandes contrastes entre ambos grupos de países. Es por esto, que a continuación abordamos en detalle cómo esta problemática global interviene de cierto modo y perjudica los avances hacia la descarbonización del transporte marítimo en países subdesarrollados como Chile, tal como lo clasifican algunos de los/las participantes.

6.5.1 Fenómeno Norte Sur: la disyuntiva sobre la justicia azul

La disparidad Norte-Sur evidencia ciertas desventajas para los países en desarrollo en lo que es el cumplimiento de las metas climáticas. Desde el Acuerdo de París, en el que los estados se comprometieron a tomar acción con respecto a reducir la temperatura media del planeta, es una realidad que los países menos desarrollados, o como los clasifica Naciones Unidas “menos adelantados” (UNCTAD, 2023), no cuentan con las mismas capacidades o recursos para la acción climática, y es por eso mismo que dependen de la cooperación internacional y del financiamiento externo para avanzar en esta materia (Fischer, 2014; Hurrell & Sengupta, 2012). En este sentido:

Amidst regulatory, commercial and sustainability pressures, meeting carbon emission targets is a formidable yet positive challenge. Developing regions, including small island developing States (SIDS) and least developed countries (LDCs), may face higher impacts due to a limited capacity to mitigate higher logistics costs (UNCTAD, 2023, p. xv).

Al respecto, a la gestión del clima le corresponde una labor global, puesto que el cambio climático antropogénico tiene consecuencias a lo largo y ancho del planeta. Ejemplos de ello, lo encontramos en los efectos sobre la salud humana que provoca el aumento de las emisiones de GEI, como es lo que ocurre con el aumento de contaminantes en el aire (Nazaroff, 2013) y el alza de las temperaturas. Por ende, un potencial incremento de enfermedades respiratorias y cardiovasculares (World Health Organization, 2023), como también a otros riesgos asociados a olas de calor: diarrea, malnutrición y paludismo (Kim et al., 2014). Además, se proyectan consecuencias para territorios costeros y los ecosistemas marinos vinculados a este cambio de temperaturas, y al aumento del nivel mar en el que se postulan desplazamientos geográficos y cambios en la fenología de diferentes especies. (Day et al., 2008; Schoeman et al., 2023), También, el aumento de fenómenos meteorológicos extremos, entre otras consecuencias, que directa o indirectamente, afectan, por adaptación, mitigación, transformación o pérdida, al campo económico y también al bienestar y salud mental de las personas (Ebi et al., 2021; Stott, 2016).

Lo anterior, si bien afecta con mayor firmeza a los países del sur global, en desarrollo o “menos adelantados” (Jaschke & Biermann, 2022; Jurgelaityte, 2022; Preston, 2017), genera y tiene el potencial de producir consecuencias a redes de agentes a diferentes escalas del globo. Es por lo mismo, que la reducción de las emisiones de GEI, implica una responsabilidad común que requiere el compromiso de todos los estados; tal como lo plantea el Informe Brundtland, hace más de tres décadas atrás, en su título *Our Common Future*, en el que se hace un llamado a converger en la acción y metas en común entre los distintos estados y agentes globales (Naciones Unidas, 1987).

Sin embargo, quiénes son más vulnerables ante los impactos de la crisis climática son el sur global. Estos estados deben, asimismo, cumplir las metas de reducción de emisiones, a pesar de que quienes más contaminan la atmósfera, son los estados del “gran Norte” (Pardo Buendía & Ortega, 2018). Los países más adelantados poseen un nivel de industrialización alto, resultando ser quienes más contaminan. Por esto mismo, el protocolo de Kioto (1998), reconoce las “responsabilidades comunes pero diferenciadas”, considerando que el cambio climático es una responsabilidad de todos los estados, cada uno tiene una incidencia diferente frente al impacto medio ambiental y nivel de emisiones que generan, por lo que las acciones que tomen deben reflejar la realidad de condiciones socioeconómicas de cada nación (Naciones Unidas, 1998). Bajo ese contexto:

son los países más industrializados Estados Unidos, Rusia, Reino Unido, Japón, Corea, que si digamos tienen una contribución bastante mayor que la nuestra al efecto de gases invernaderos y las reducciones que ellos hacen no son tan importantes como debieran serlo, o sea comparativamente nuestra matriz energética es mínima comparada con estos grandes países industriales (e*_07, P:41).

En efecto, los esfuerzos por parte de los países en desarrollo, en materia de acción climática, refleja el interés que tienen en reducir su huella de carbono, considerando que son los más afectados por los desastres naturales que genera esta crisis ambiental. Sin embargo, quienes deberían efectuar los mayores esfuerzos, considerando que poseen ventajas respecto a recursos e instrumentos de política fuertes, son el norte. Entonces,

queda en evidencia la carencia de principios democráticos e inclusivos en los procesos de toma de decisión tanto en el ámbito local como internacional (López, 2014).

Entonces, se hace notar que los esfuerzos son asimétricos, si consideramos que: “somos un país subdesarrollado y por lo tanto cualquier tecnología a nosotros nos cuesta dos y tres veces más de lo que les cuesta a los países amigos del Ecuador pa´ arriba” (e*_10: P:23).

A modo de ejemplo, esta situación se refleja en las exigencias desde los países desarrollados con respecto al comercio marítimo y cumplimiento de requisitos medioambientales. En ese sentido, desde los estados del gran norte, se les exigen ciertos estándares al resto, para poder ingresar a sus territorios marítimos, considerando que el acceso a tecnología, innovación y recursos para implementar mejoras de eficiencia energética y medioambientalmente sostenibles, son escasos en el sur global, imponiendo de cierto modo requisitos complejos de cumplir por gran parte de los países subdesarrollados. Al respecto, un participante expresa que: (Council of the EU, 2023).

las embarcaciones que llegan de otros países, de otros continentes que quieran hacer comercio en Europa tienen que tener combustibles con bajo niveles de carbono, pero resulta que esos países de donde vienen, no hay combustibles con bajo carbono (e*_09, P:41).

Considerando lo anterior, el cumplimiento de los objetivos y plazos de la OMI, con respecto a la estrategia de descarbonización, simboliza de cierto modo un desafío para los países del sur global. La obtención de recursos económicos e infraestructura para avanzar en esta materia, requieren de esfuerzos si consideramos la posición desventajosa con respecto a aquellos estados desarrollados, desde donde provienen las tecnologías que el sur anhela y desde donde se imponen la gran mayoría de reglamentos para el ingreso a sus grandes mercados. Es por eso mismo, que a continuación se detallan los distintos desafíos para Chile con respecto a avanzar en la labor de descarbonización y cuál sería la proyección futura observada por los agentes entrevistados/as.

6.6. Proyección futura y desafíos

La proyección a futuro es necesaria para alcanzar el máximo potencial de una meta específica. Esta herramienta es útil para planificar los pasos a seguir con respecto a la meta final, que en este caso es la descarbonización completa al 2050. En ese sentido, es clave proyectar el futuro de Chile en esta materia y considerar los diversos desafíos que aparecen, para así poder abordarlos con capacidad y antelación.

Un escenario que se prevé es el desarrollo del hidrógeno verde en Chile a nivel local y su exportación para suplir la demanda por combustibles alternativos. Como es mencionado en capítulos anteriores, Chile goza de múltiples bondades naturales, las que facilitan de cierto modo el desarrollo de combustibles verdes en base a energías limpias. Estas lo convierten en un potencial productor y exportador de hidrógeno verde y derivados (International Energy Agency, 2021), por lo que todas las proyecciones a futuro están enfocadas a que esto se cumpla en el mediano plazo (Ministerio de Energía, 2020).

Con respecto a esto, el desafío está en alinear el trabajo conjunto para que esto pueda cumplirse y dentro de los plazos establecidos. Dentro de eso, contar con los recursos económicos para invertir en estudios, tecnología, infraestructura, etc., es un punto clave. En esto se requiere coordinación institucional alineada, además del apoyo de los diversos actores que ya mencionamos, los que son necesarios para el cumplimiento de este desafío, en los diversos niveles de la cadena. En esto, el aprovechamiento de los distintos mecanismos nacionales, como la Estrategia de Hidrógeno Verde, además de políticas gubernamentales claras con respecto a la contaminación atmosférica, son puntos para considerar en el logro de esta proyección.

Si tú logras crear las condiciones para cumplir con ese objetivo significa que vas a tener, no sé cuántos millones de toneladas a 2030 de producto, y si tú tienes esos millones de toneladas de producto a 2030 lo más probable es que por lo menos Chile puede estar alineado a los objetivos de descarbonización del transporte marítimo que se definieron en julio por la OMI, y pueda abastecer a la demanda mundial de combustibles limpios para que los otros países también puedan alinearse (e*_12, P:72).

Como señalamos en la cita anterior, gran parte del desafío para Chile está en crear las condiciones necesarias para cumplir los objetivos, en este caso la proyección de desarrollar el mercado de hidrógeno verde en el país. Sin embargo, dentro de esto mismo, existe otro potencial desafío que involucra la creciente demanda que se proyecta a futuro con respecto al uso de combustibles alternativos. Existen sectores llamados “hard to abate”, que dependen casi en su totalidad de combustibles fósiles, además de no poder electrificarse (como la minería, el hierro y el acero, el cemento, entre otros), y por esto mismo son más difíciles de descarbonizar. Dentro de estos, se incluye el transporte marítimo (Nault, 2022).

Por esta razón, a medida que se avance en convertir la matriz energética a una más limpia, todos estos sectores van a aumentar la demanda por combustibles verdes, como el hidrógeno, por lo que Chile debe estar preparado para satisfacer la gran demanda de estos sectores. Si bien hoy en día la demanda y el consumo es bajo, las proyecciones estiman una creciente alza dentro de los próximos años. Dentro de esto, el sector de transporte se espera que se convierta en el mayor consumidor de hidrógeno, y se proyecta que su demanda será de 158.2 millones de toneladas métricas de hidrógeno para 2070 (STATISTA, 2023). Con respecto a esto, desde el Ministerio de Energía indican que “va a haber una gran competición entre los distintos sectores *hard to abate*, para acaparar y asegurarse las cuotas de combustibles limpios que van a servir para descarbonizar la industria” (e*_12, P:30).

A pesar de todo eso, el mayor desafío que se manifiesta y el que es comentado por numerosos entrevistados, es el financiamiento para trabajar en la descarbonización del país. Chile requiere de financiamientos externos para poder sustentar los proyectos de descarbonización, en ese sentido, la cooperación internacional, así como fondos climáticos son la alternativa que tiene el país para poder costear las innovaciones necesarias para esta labor (Climate Action Tracker, 2022).

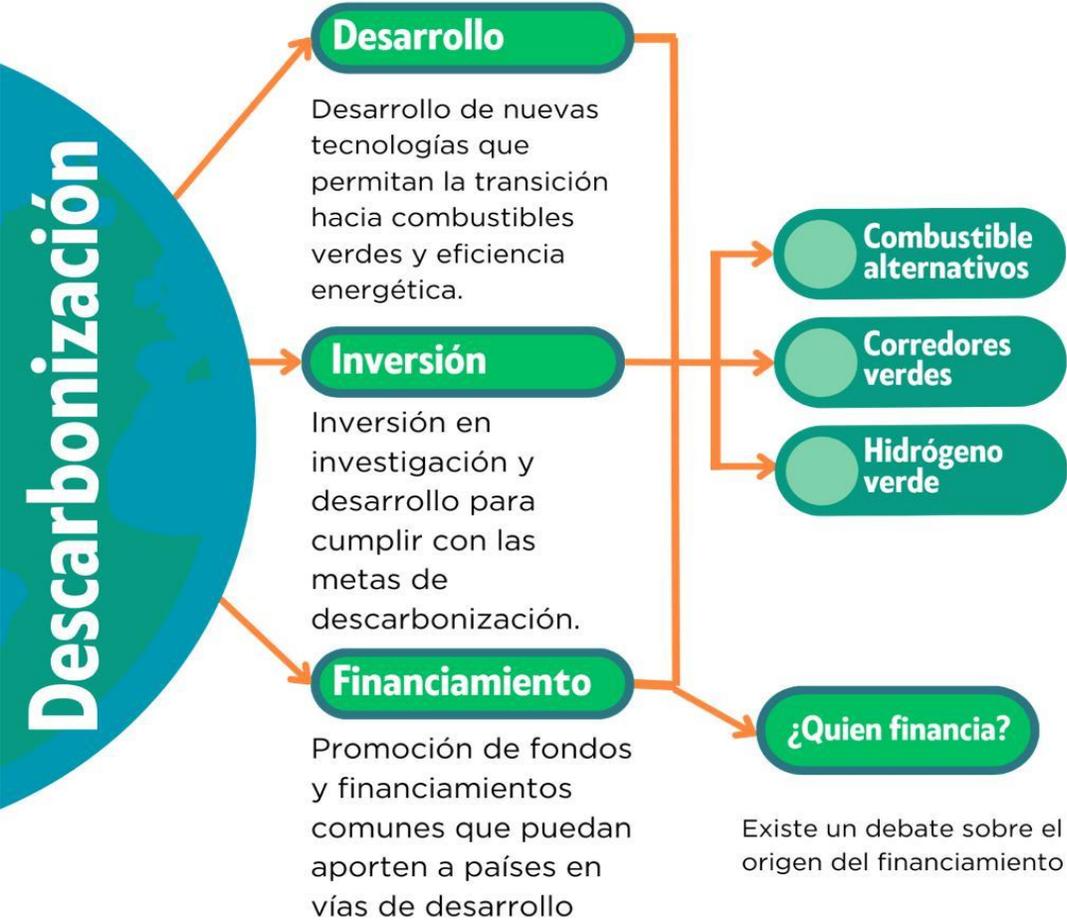
Junto con esto, una parte importante con respecto a los recursos financieros es el rol que juega el sector privado en esto. Según indican gran parte de los entrevistados, la responsabilidad recae en las empresas privadas en brindar los recursos necesarios de inversión y desarrollo de las energías limpias en el país: “Hay una brecha de costo gigante, o sea pasar a rutas marítimas decarbonizadas es mucho más caro y quizás algunos privados pueden hacerse cargo de cubrir parte de esa brecha económica” (e*_12, P: 90).

Entonces, aparece la interrogante de ¿quién va a financiar esto?, debido a que se le asigna la responsabilidad a los privados (Figura 9). Sin embargo, los privados arguyen, en relación a su posición en el campo y sus estrategias de acción, que la labor financiera de la descarbonización no la pueden asumir en su totalidad, y en ese sentido, declaran la necesidad de que el estado cumpla un rol en esto y otorgue mecanismos eficientes con respecto al financiamiento necesario para la descarbonización. Esto mismo nos afirman desde el Ministerio de Energía:

el Estado tiene que encontrar algún mecanismo financiero que puede ser de como recursos fiscales o puede ser programas internacionales o préstamos de bancos, multilaterales o donaciones incluso, pero hay que encontrar una forma para cubrir parte de esa brecha de precio, no se puede dejar todo en las manos de los privados (e*_12, P:93).

Por otro lado, es necesario crear las condiciones necesarias para que Chile y los proyectos de eficiencia energética sean llamativos para la inversión externa. En ese sentido, es tarea del estado explorar esta área, con el fin de atraer los recursos económicos, en el que se demuestre lo prometedor de las energías limpias en el país y el potencial desarrollo de combustibles alternativos. “Yo creo, y también ahí en mi opinión, que para que haya mayor inversión tienen que establecerse el sistema de incentivos necesarios, para que sea atractivo invertir en energías limpias en Chile” (e*_01, P:56).

Figura 9. Aspectos necesarios para desarrollar la descarbonización en Chile.



Nota. La figura detalla los aspectos necesarios para el cumplimiento de la descarbonización en Chile. Además, enfatiza en el posible debate del origen del financiamiento necesario para lograr los aspectos detallados.

Los países que han adoptado estrategias de hidrógeno se han comprometido con al menos 37 mil millones de dólares. Sin embargo, avanzar con el hidrógeno para lograr las cero emisiones netas a 2050, requiere una inversión de 1.200 mil millones de dólares en el suministro y uso de hidrógeno con bajas emisiones de carbono hasta 2030 (International Energy Agency, 2021). Si consideramos estos montos, se reafirma que el mayor desafío que enfrenta Chile actualmente y que afecta directamente el cumplimiento de las metas de descarbonización, es obtener los recursos financieros que se requieren

para desarrollar el mercado del hidrógeno verde, y con esto avanzar en la descarbonización del sector marítimo comercial.

6.6.1. El posible debate sobre la energía nuclear

Posterior al Acuerdo de París, el IPCC emitió el *Special Report*, donde describe nuevos escenarios del futuro y predice las emisiones de GEI asociadas con tales desarrollos. Estos escenarios entregan una base para futuras evaluaciones del cambio climático y posibles estrategias de respuesta (Nakicenovic & Swart, 2020). Además, abarcan una amplia gama de perspectivas sobre la transición energética y en este caso, se enfoca en proporcionar información detallada sobre el rol que cumplen las diferentes fuentes de energía bajas en carbono y su importancia para alcanzar los objetivos de mitigación del cambio climático.

Como bien se menciona en capítulos anteriores, con respecto al uso de combustibles alternativos para la descarbonización, los ojos están puestos en el hidrógeno verde como principal fuente limpia de propulsión, sin embargo, el IPCC destaca que el camino para la mitigación requiere la combinación de energía nuclear con otras fuentes bajas en carbono para alcanzar las metas del Acuerdo de París (2023). En ese sentido, debido al potencial de mitigación sustancial que entrega la energía nuclear, esta puede combinarse con todas las demás tecnologías bajas en carbono y así, apoyar la integración de las energías renovables en sistemas energéticos bajos en carbono (International Atomic Energy Agency, 2023). Sobre esto, desde el sector naviero indican que: “perfectamente podría usarse energía nuclear, que es super limpia, en los buques, en el transporte marítimo, en mi opinión, limpia y segura” (e*_10, P:66).

Actualmente, Chile no cuenta con centrales nucleares, ni se han tomado decisiones relacionadas con desarrollar programas de energía nuclear. Y, a pesar de que la Política Energética de Chile no excluye ninguna tecnología de generación, la energía nuclear no es aún incluida como una opción viable a corto plazo. Esto debido principalmente a la investigación que se quiere realizar en aspectos claves, como la proyección de su

viabilidad económica frente a diversos aspectos legales y de mercado, así como las modificaciones institucionales relacionadas (International Atomic Energy Agency, 2018). Los combustibles utilizados en Chile son en su mayoría importados, excepto el hidrógeno. A pesar de esto, la energía nuclear es una alternativa, pero se debe investigar y estar preparados para su manejo (Gutiérrez, 2014).

La propulsión nuclear tiene la característica de poder descarbonizar el transporte marítimo, considerando que es un sector “*hard to abate*”. Esto debido a que es la única tecnología para buques de tránsito oceánico que no emite ningún tipo de GEI durante su operación, y es especialmente adecuada para su uso en barcos con demandas de potencia que varían lentamente (Eide et al., 2013). “Nuclear ship propulsion during operation emits no CO₂, NO_x, SO_x, or particulate emissions. Another advantage of nuclear power is that it enables the vessel to run for long periods of time without the need to refuel, which increases its autonomy” (International Transport Forum, 2018, p. 41). Además de esto, el uso de la energía nuclear en la propulsión tendría la posibilidad de evitar los derrames marítimos de petróleo, los que ocurren de forma frecuente en el océano, y los precios del combustible nuclear son bajos y se mantienen estables, lo que ayudaría a reducir los costos operativos e incertidumbres (Freire & Andrade, 2015).

Sin embargo, existe un debate con respecto al uso de esta energía como vía alternativa al uso de combustibles fósiles. Esto debido principalmente a los problemas de proliferación de material nuclear y los rigurosos estándares nucleares, además de mencionar el dilema ético, esto último ligado a la desconfianza posterior a los accidentes de Chernobyl y Fukushima, lo que ocasionó que muchos países decidieron eliminar la energía nuclear, así como los buques mercantes nucleares, los cuales fueron restringidos de algunos puertos (Freire & Andrade, 2015). Con respecto a esto, desde la Armada de Chile indican que:

La energía nuclear es un tema que es cero contaminación, pero ahí entramos en un dilema ético, filosófico, de si estoy dispuesto a seguir desarrollando la energía nuclear que tiene sus riesgos, ¿no es cierto? que tiene su riesgo, no hay que olvidarse que a veces en los buques mercantes ocurren accidentes y esos accidentes a veces lamentablemente terminan o derivan en que el buque

mercante se hunde y nunca es conveniente tener un reactor nuclear por pequeño que sea, digo en las aguas del océano porque nadie sabe cuándo puede producirse la activación (e*_11, P:43).

Considerando lo anterior, existe cierto debate en el espacio marítimo con respecto al uso de esta energía. Después de estos desastres nucleares, existe aún cierto miedo y aceptación social debido a los peligros que esta energía puede conllevar (Eide et al., 2013). El posible mal uso para el desarrollo de armas y el almacenaje de residuos radioactivos son otros ejemplos. Es por esto, que aún se manifiestan ciertas barreras en la actualidad con respecto a considerar la energía nuclear como una opción viable.

Por otro lado, algunos agentes destacan los beneficios del uso de esta energía en el transporte marítimo. En este sentido, además de la ventaja de las cero emisiones, aseguran que esta energía es segura para su uso, debido a que:

Los buques que transportan residuos nucleares son pero diez mil millones de veces más seguros que cualquier buque por lo mismo, o sea, el tema de la energía nuclear cuando es bien administrada, es super segura (e*_10, P: 68).

Complementando lo anterior, el desastre de Chernobyl llevó a la creación de un marco legal internacional en este campo, el que hoy en día consiste en cuatro tratados adoptados bajo el mandato de la OIEA (Organismo Internacional de Energía Atómica), siendo este último clave para fortalecer la seguridad nuclear (International Atomic Energy Agency, 2022).

Entonces, el posible debate se encuentra entre considerar la energía nuclear como opción para la descarbonización del transporte marítimo, a pesar de los riesgos y poca aceptación social o mantener esta vía fuera de consideraciones y concentrar los esfuerzos. De todos modos, esta energía debe ser estudiada aún más para, así, asegurar las cero emisiones durante toda la cadena de producción del combustible nuclear, incluyendo su extracción.

6.6.2. El rol de los puertos en la descarbonización del transporte marítimo.

Para avanzar en las metas de reducción de la estrategia 2023 de la OMI, que apuntan a la carbono neutralidad al 2050 en el sector marítimo, los puertos cumplen un rol clave en esta labor. Los puertos son actores facilitadores de diversas sinergias de descarbonización. Desarrollar un sistema portuario limpio actúa como un nodo verde para múltiples sectores, debido a que puede ofrecer servicios más sostenibles en base a energías limpias para buques y para el transporte terrestre (Global Maritime Forum & University College London, n.d.). Los puertos desempeñan un papel crucial en la descarbonización del transporte marítimo debido a su posición estratégica en la cadena logística y su capacidad para influir en diversas etapas de la operación de buques.

Como es mencionado en capítulos anteriores, el comercio marítimo ha aumentado con los años y se proyecta que siga en alza, y en base a esto, los puertos han tenido que adecuarse a este crecimiento y por ende apuntar a la expansión, para poder abarcar esta alza de movimiento marítimo. Tal situación genera un impacto en el medio ambiente. Es por esta misma expansión e impacto ambiental, que los puertos se enfrentan a crecientes presiones para cumplir con las exigencias regulatorias y de sociedad aledaña, para que puedan convertirse en un sistema más limpio y sustentable (Larrea, 2022). Con respecto a esto, según los entrevistados, en Chile el sistema portuario carece de innovaciones y de la infraestructura necesaria para enfrentar los desafíos del dinamismo que exige una economía globalizada. Un excomandante en jefe de la Armada, nos menciona lo siguiente:

sí nos estamos quedando atrás en cuanto a seguir desarrollando los puertos porque nos estábamos quedando chicos respecto a cómo crece nuestra economía, los puertos son la llave de entrada y de salida de todas nuestras mercaderías, son la conexión en el fondo para exportar y para importar el nexo, la transferencia entre el mar y la tierra, por lo tanto, si nosotros nos quedamos atrás en los desarrollos portuarios (e*_11, P: 82).

En Chile, el sistema portuario nacional está compuesto por 56 puertos: 10 estatales de uso público, 14 privados de uso público y 32 privados de uso privado (Agostini &

Saavedra, 2013). Considerando estas cifras, la responsabilidad en esto, está dividida entre el estado y el sector privado. Bajo este contexto, las inversiones en modernización de los puertos, así como tecnologías verdes y el uso de combustibles limpios debe ser abordada por alguno de estos agentes. Considerando que la mayoría de los terminales portuarios, están bajo el ordenamiento del sector privado, es de estimar que la inversión principal debiese ser implementada por estos. Sin embargo, según el Ministerio de Transporte, en los últimos años se registra un menor nivel de inversión, centradas en la renovación de grúas e incorporación de nuevas tecnologías para la transferencia, que, pese a su aporte para extender la vida útil de los terminales existentes, no han aportado una capacidad adicional suficiente para atender los requerimientos de servicio en los próximos años y décadas, acorde con las necesidades de cada mercado relevante (Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones & Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, 2023).

En este contexto, la OMI también juega un rol clave en la eficiencia del sistema portuario. El Sistema mundial Integrado de información marítima (GISIS) de la OMI, permite el acceso público a diversos conjuntos de datos obtenidos por la Secretaría, y puede además facilitar el cumplimiento de las indicaciones tanto obligatorias como voluntarias. De ese modo, los estados miembros pueden registrar sus avances con respecto a esta labor. A pesar de lo anterior, Chile no ha cumplido con la totalidad de las indicaciones exigidas/recomendadas por la OMI, con respecto a las mejoras portuarias. Con respecto a esto, desde el sector naviero, nos indican que:

todo eso tienen que tener los puertos y en la OMI tienen una página, la GISIS, donde están, si tú te metes ahí dice Valparaíso ¿qué instalación tiene? solamente residuos de las sentinas nada más, pero no tiene de esto, de cómo las catorce cuestiones que tiene que tener un puerto importante, tiene una nomas entonces nosotros estamos bastante al debe con los puertos (e*_10, P: 98).

Considerando lo anterior, queda en evidencia la falta de atención que mantiene el sector portuario con respecto a las mejoras que ya se deberían haber aplicado, considerando el alza en el nivel de comercio marítimo y lo que esto involucra para los procesos logísticos portuarios. Bajo este contexto, y según afirman algunos entrevistados, existe

una deficiente coordinación desde el estado en implementar políticas que empujen un mayor involucramiento con el sector portuario, así como el desarrollo de programas para inversión. Asimismo, la coordinación entre agentes públicos y privados para potenciar la labor crear puertos más eficientes y limpios, no se ha logrado dimensionar con claridad: “es un problema político que nos ha faltado voluntad política para el desarrollo portuario, eso sí que es importante y nos hemos quedado atrás (e*_11, P: 83)”.

Con respecto a esto, es evidente que un país situado en una de las zonas económicas más dinámicas del mundo y considerando las largas distancias que lo separan de los grandes mercados, la eficiencia de los servicios portuarios, así como su calidad son un aspecto clave con respecto al desarrollo nacional. Sin embargo, considerando el enfoque de la estrategia 2023 de la OMI y el rol portuario en el cumplimiento de las metas, avanzar en el desarrollo de medidas de eficiencia energética mediante inversión dirigida, así como potenciar el uso de combustibles alternativos on-site, son clave para lograr la carbono neutralidad total al 2050.

Conclusiones

Con el fin de impulsar la descarbonización del transporte marítimo, la OMI desarrolló la estrategia 2023 para reducir la contaminación atmosférica proveniente de los buques, estableciendo así límites a esta estrategia que fue adoptada por los estados miembros, quienes de este modo se comprometen a implementar medidas que se enfoquen en lograr la carbono neutralidad al 2050. En complemento a esto, se incorporó el Anexo VI al Convenio Internacional MARPOL, en el que se establecen límites a las emisiones de gases tóxicos como el NOx y el SOx, además de prohibir las emisiones deliberadas de sustancias que dañen el ozono. Asimismo, en el capítulo IV de este anexo, es donde se estipulan medidas técnicas y operacionales de carácter obligatorio, con respecto a la eficiencia energética de los buques. A pesar de que la estrategia en sí no es vinculante en su cumplimiento para los estados miembros, las medidas detalladas en el convenio internacional MARPOL, son mandatorias.

Chile ha desarrollado diversos mecanismos y estrategias para avanzar en la descarbonización del transporte marítimo y que van de la mano con lo propuesto en la estrategia de la OMI. Primeramente, la instauración de la mesa Bunker Fuels para el transporte marítimo, se ha convertido en un espacio clave para que los distintos agentes clave y stakeholders, puedan dialogar en torno a las posibles medidas a aplicar, así como la posición de Chile frente a la OMI. Este mecanismo, es útil para la interacción directa entre los distintos niveles de la gobernanza marítima, mencionados anteriormente. Es clave que la comunicación incorpore y ampare la voz de los distintos sectores vinculados al transporte marítimo, y esta mesa cumple esa función. En segundo lugar, la Clydebank Declaration, firmada durante la COP 26, donde Chile se compromete, junto con otros estados, a implementar al menos seis corredores verdes de aquí al año 2050, a nivel global. Este trabajo se realiza de la mano con el centro danés Mærsk Mc-Kinney Møller Center for Zero Carbon Shipping, con quienes se realizan los estudios de prefactibilidad junto con el estado chileno, para poder cumplir el compromiso en los plazos acordados. Con esta iniciativa, y el trabajo conjunto de las partes involucradas, Chile será parte de

la reducción de las emisiones del sector de transporte marítimo a nivel local e internacional.

Por otro lado, existen dos mecanismos nacionales que cumplen un rol fundamental como base y punto de partida hacia la acción con respecto a la eficiencia energética y la descarbonización. Estas son la Estrategia de Hidrógeno Verde y la Ley de Cambio Climático. Con respecto a esta estrategia, abre las puertas al desarrollo del hidrógeno verde de forma exponencial en el país, abriendo así las puertas a que Chile deje de ser un país netamente basado en recursos no renovables. Con este mecanismo, Chile podrá sofisticar su matriz energética, y aún más relevante, convertirse en exportador de hidrógeno verde y pionero dentro de la región en poder lograr este avance.

El proceso de aprendizaje requerido para esta, incluyendo el desarrollo de conocimiento en el sector, le otorgará a Chile ventajas competitivas únicas. Sobre el segundo mecanismo, la Ley de Cambio Climático, corresponde a un gran logro legislativo en materia de cambio climático nacional, esto principalmente debido a que sienta las bases jurídicas para que el país pueda mitigar los efectos de esta crisis global, pero, además, permite cumplir los distintos compromisos internacionales, como los asumidos en el Acuerdo de París, para reducir la temperatura media global. En ese sentido, este mecanismo apoya la carbono neutralidad al 2050, siendo una herramienta directamente vinculada con la estrategia de la OMI y sus metas al mismo año. Es por eso, que las diversas medidas y estrategias en pos de la mitigación al cambio climático, están amparadas por esta ley.

A partir del análisis lexicométrico, se obtuvieron los siguientes clusters, los que permiten identificar cuatro tipos de percepciones con respecto a la descarbonización del transporte marítimo en Chile. Entre ellos, existe una alienación discursiva entre lo que promueve la OMI y lo que hace Chile. A partir de lo anterior, el sector privado y otros agentes clave como la academia y ONGs se informan y participan en este proceso. Sin embargo, una de las dificultades más relevantes es la incertidumbre sobre cómo transitar en tecnología

y mecanismos que impulsen efectivamente y en concreto la descarbonización. Los clusters descritos son los siguientes:

Clase 1: Estrategia de gobernanza del transporte marítimo.

Clase 2: Gobernanza Interactiva para la descarbonización del transporte marítimo.

Clase 3: Obstáculos, conflictos y riesgos para la descarbonización.

Clase 4: Oportunidades y ventajas para la descarbonización.

Con respecto a las percepciones dentro de la clase 1, en detalle, la percepción de los distintos agentes con respecto a la OMI y su labor. Desde Chile existe aceptación sobre la estrategia de este organismo, así como de sus objetivos y metas de la carbono neutralidad al 2050. Al ser un estado multilateral, las medidas internacionales, son aceptadas y adoptadas, sobre todo al tener como meta la mitigación al cambio climático. Además, la forma en la la OMI ha guiado el camino con respecto a cuáles son las regulaciones que los estados deberían implementar, es valorada por ciertos agentes. A pesar de que la OMI es un ente que no cuenta con atribuciones para sancionar, los agentes consideran que las recomendaciones de los organismos son de carácter global, por ende importantes de aplicar en el territorio nacional, considerando que la acción climática es una labor que debe llevarse a cabo entre todos los estados. Sin embargo, existe cierta percepción crítica frente a la OMI, debido a la insuficiente ambición de su estrategia, y sobre ciertos aspectos que se consideran claves, pero que se dejaron fuera de las consideraciones de la estrategia. Además, dentro de esta misma crítica, se hace alusión a la problemática Norte Sur, debido a que las exigencias de esta estrategia son poco realistas para “países menos adelantados”.

Por otro lado, sobre la clase 2, la percepción con respecto a lo que se está haciendo, sobre todo desde el estado, es positiva. Las percepciones desde el sector público son similares en torno al nivel de cumplimiento efectivo y al compromiso que Chile tiene con la causa de descarbonizar y con la labor de la OMI. En ese sentido, estos actores manifiestan una percepción con respecto a la participación de Chile e interés que existe en avanzar hacia la descarbonización, destacando la responsabilidad del país como

estado miembro. Además, la mesa Bunker Fuels, mencionada, es un hito mencionado por todos los agentes públicos, donde destacan la labor actual que se realiza de forma continua y coordinada entre la SUBREI y los distintos ministerios.

Dejando de lado la percepción específica del estado, por parte de los privados y la academia, existen opiniones distintas, donde se hace mención a la acción lenta que ha tenido Chile con respecto a la labor de descarbonización y lo que esto requiere, considerando los plazos estipulados por la OMI. Chile debiese estar actuando con mayor premura y de forma más eficaz, considerando que al 2030, ya se debe dar cuenta de algunos avances con respecto a medidas de reducción y sobre los corredores verdes.

Sobre la clase 3, las percepciones se basan principalmente en lo relacionado a los obstáculos, conflictos y riesgos para la descarbonización. Dentro de esto, principalmente, el transporte marítimo es un sector difícil de descarbonizar, además de los altos costos que esto conlleva, considerando los estudios y desarrollos tecnológicos necesarios para avanzar en transitar hacia una matriz energética limpia. La disponibilidad de combustibles alternativos actualmente es poca, por lo que dificulta la esta transición. Además de esto, las percepciones incluyen una acción lenta si se toman en consideración los plazos acordados para cumplir con las metas de la estrategia de la OMI. Junto con todo esto, las percepciones con respecto a esta clase se centran en el financiamiento y en quién debe asumir la responsabilidad de los costos requeridos para la descarbonización.

Y finalmente, en la clase 4, se detallan las percepciones con respecto a las oportunidades y ventajas. En ese sentido, existe una percepción predominante con respecto a una oportunidad clave, que sería el desarrollo del hidrógeno verde en Chile, debido al fuerte potencial que existe para que el país se convierta en productor y exportador de esta alternativa, además de los otros derivados de combustibles que pueden producirse a través del hidrógeno, como lo es el Amoniaco, son ventajas percibidas por la mayoría de los agentes nacionales. Además de esto, la voluntad por parte del sector privado es positiva además del interés privados extranjeros de invertir en las energías renovables

existentes en Chile para el desarrollo de combustibles alternativos y así obtener una cuota de esta producción, considerando la proyección futura del crecimiento de esta área. Junto con esto, el trabajo de la academia es también una oportunidad clave, debido a los proyectos y estudios que se están realizando con respecto a la factibilidad de los combustibles alternativos y su uso en los buques chilenos.

Si consideramos todo lo anterior, el presente trabajo tiene la posibilidad de evidenciar las percepciones con respecto a la labor de la OMI, así como de lo referente a lo que se está haciendo en Chile, los obstáculos, conflictos y riesgos junto con las oportunidades y ventajas. Por todo esto, existe la posibilidad de sugerir el desarrollo de mecanismos de financiamiento provenientes del estado, para ayudar en el coste de las tecnologías necesarias para la descarbonización. También, la posibilidad de ejecutar un marco normativo concreto que permita una mayor rapidez en la transición. Además, generar nichos de innovación, para ello existe la posibilidad de aplicar ciertas innovaciones en el cabotaje y finalmente, incorporar de manera urgente al sector portuario dentro del espacio de interacción, y una mayor difusión con el objetivo de informar sobre situación actual y la proyección futura sobre la descarbonización.

Bibliografía

- Aguilera, V., Aguirre, C., Barbieri, M. Á., Silva, C., Contreras-López, M., Dewitte, B., Echeveste, P., Fernández, C., Gómez-Canchong, P., Lagos, N. A., Marquet, P., Miquel, J. C., Molina, M., Montecino, V., Morales, M. C., Narváez, D., Navarrete, S., Oliveros, V., Quiroga, E., ... Vidal, G. (2019). *Océano y Cambio Climático: 50 preguntas y respuestas*.
- Amin, Z. (2000). Q Methodology – A Journey into the Subjectivity of Human Mind. *Singapore Medical Journal*, 41(8), 410–414.
- Barbier, E. B. (2017). Marine ecosystem services. *Current Biology*, 27, 507–510.
<https://doi.org/10.1016/j.cub.2017.03.020>
- Benamara, H., Hoffmann, J., & Youssef, F. (2019). Maritime Transport: The Sustainability Imperative. In H. N. Psaraftis (Ed.), *Sustainable Shipping: A Cross-Disciplinary View* (pp. 1–31). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-04330-8_1
- Bhattacharyya, R., El-Emam, R. S., & Khalid, F. (2023). Climate action for the shipping industry: Some perspectives on the role of nuclear power in maritime decarbonization. *E-Prime - Advances in Electrical Engineering, Electronics and Energy*, 4, 100132.
<https://doi.org/10.1016/j.prime.2023.100132>
- Brodie Rudolph, T., Ruckelshaus, M., Swilling, M., Allison, E. H., Österblom, H., Gelcich, S., & Mbatha, P. (2020). A transition to sustainable ocean governance. *Nature Communications*, 11(1), Article 1. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-17410-2>
- Brown, S. R. (1996). Q Methodology and Qualitative Research. *Qualitative Health Research*, 6(4), 561–567. <https://doi.org/10.1177/104973239600600408>
- Cea D'Ancona, M. Á. (2004). *Análisis multivariable. Teoría y práctica en la investigación social*. Síntesis.
- Cooley, S. R., Kite-Powell, H. L., & Doney, S. C. (2009). Ocean Acidification's Potential to Alter

- Global Marine Ecosystem Services. *Oceanography*, 22(4), 172–181.
- Custodio, M., Moulaert, I., Asselman, J., van der Biest, K., van de Pol, L., Drouillon, M., Hernandez Lucas, L., Ellen Taelman, S., & Everaert, G. (2022). Prioritizing ecosystem services for marine management through stakeholder engagement. *Ocean and Coastal Management*. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2022.106228>
- de Blas, I., Mediavilla, M., Capellán-Pérez, I., & Duce, C. (2020). The limits of transport decarbonization under the current growth paradigm. *Energy Strategy Reviews*, 32, 100543. <https://doi.org/10.1016/j.esr.2020.100543>
- Directemar. (2019). *Directemar participa en Taller Nacional sobre Políticas de Transporte Marítimo | Directemar*. <https://www.directemar.cl/directemar/noticias-y-comunicaciones/noticias/2019/directemar-participa-en-taller-nacional-sobre-politicas-de-transporte>
- DIRECTEMAR. (2020). *ARMADA DE CHILE Y EL CAMBIO CLIMÁTICO*. <https://cambioclimatico.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2021/08/ETICC-291020-Directemar.pdf>
- DIRECTEMAR. (2021). *Estrategia Inicial OMI para la reducción de GEI procedentes de los buques*. <https://cambioclimatico.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2021/08/ETICC-Estrategia-OMI-DIRECTEMAR.pdf>
- Doelle, M., & Chircop, A. (2019). Decarbonizing international shipping: An appraisal of the IMO's Initial Strategy. *Review of European, Comparative and International Environmental Law*, 28(3), 268–277. Scopus. <https://doi.org/10.1111/reel.12302>
- EEA. (2021). *European Maritime Transport Environmental Report 2021—European Environment Agency [Publication]*. <https://www.eea.europa.eu/publications/maritime-transport/>
- IAEA. (2022). *¿Qué es la acidificación de los océanos?* [Text]. IAEA. <https://www.iaea.org/es/newscenter/news/acidificacion-oceanos-definicin>

- IMO. (2020). *Fourth Greenhouse Gas Study 2020*.
<https://www.imo.org/en/OurWork/Environment/Pages/Fourth-IMO-Greenhouse-Gas-Study-2020.aspx>
- IPCC. (2023). *AR6 Synthesis Report: Climate Change 2023*. <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-cycle/>
- Koilo, V. (2019). Sustainability issues in maritime transport and main challenges of the shipping industry. *Environmental Economics*, 10, 48–65.
[https://doi.org/10.21511/ee.10\(1\).2019.04](https://doi.org/10.21511/ee.10(1).2019.04)
- Kooiman, J., & Jentoft, S. (2009). Meta-Governance: Values, Norms and Principles, and the Making of Hard Choices. *Public Administration*, 87(4), 818–836.
<https://doi.org/10.1111/j.1467-9299.2009.01780.x>
- Liquete, C., Piroddi, C., Drakou, E. G., Gurney, L., Katsanevakis, S., Charef, A., & Egoh, B. (2013). Current Status and Future Prospects for the Assessment of Marine and Coastal Ecosystem Services: A Systematic Review. *PLoS ONE*, 8(7), e67737.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0067737>
- MA. (2005). *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis* (Island Press).
- Ministerio de Hacienda. (2020). *Estado de la Hacienda Pública 2020*.
<https://cms.hacienda.cl/hacienda/assets/documento/descargar/19865b4f377f5/1601650554>
- Mundo Marítimo. (2019). *¿Qué son las Políticas de Transporte Marítimo y qué hace falta para que se concreten en Chile?* http://www.mundomaritimo.cl/noticias/que-son-las-politicas-de-transporte-maritimo-y-que-hace-falta-para-que-se-concreten-en-chile?utm_medium=email&utm_campaign=newsletter
- Nasiritousi, N., & Grimm, J. (2022). Governing toward decarbonization: The legitimacy of national orchestration. *Environmental Policy and Governance*, 32(5), 411–425.
<https://doi.org/10.1002/eet.1979>

- Orsini, A., Le Prestre, P., Haas, P. M., Brosig, M., Pattberg, P., Widerberg, O., Gomez-Mera, L., Morin, J.-F., Harrison, N. E., Geyer, R., & Chandler, D. (2020). Forum: Complex Systems and International Governance. *International Studies Review*, 22(4), 1008–1038. <https://doi.org/10.1093/isr/viz005>
- Otero, M. (2022, August 26). *El transporte marítimo de mercancías peligrosas y la responsabilidad del fletador*. El Canal Marítimo. <https://www.diarioelcanal.com/responsabilidad-transporte-maritimo-mercancias-peligrosas/>
- Pahl-Wostl, C. (2019). The role of governance modes and meta-governance in the transformation towards sustainable water governance. *Environmental Science & Policy*, 91, 6–16. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2018.10.008>
- Parker, C., Scott, S., & Geddes, A. (2019). Snowball Sampling. *SAGE Research Methods Foundations*. <http://methods.sagepub.com/foundations/snowball-sampling>
- Psaraftis, H. N., & Kontovas, C. A. (2021). *Decarbonization of maritime transport: Is there light at the end of the tunnel?* *Sustainability* 13 (1), 237.
- Romero, C., & Jr, M. Q. M. (2020). *Maritime Transportation and Ocean Policies*.
- Sardain, A., Sardain, E., & Leung, B. (2019). Global forecasts of shipping traffic and biological invasions to 2050. *Nature Sustainability*, 2(4), 274–282. Scopus. <https://doi.org/10.1038/s41893-019-0245-y>
- Schrooten, L., De Vlieger, I., Panis, L. I., Chiffi, C., & Pastori, E. (2009). Emissions of maritime transport: A European reference system. *Science of The Total Environment*, 408(2), 318–323. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2009.07.037>
- Stephenson, W. (1953). *The study of behavior; Q-technique and its methodology* (pp. ix, 376). University of Chicago Press.
- UNCTAD. (2019). *Informe Sobre El Transporte Maritimo 2019*.
- UNCTAD. (2022). *INFORME SOBRE EL TRANSPORTE MARÍTIMO*.

Wang, H., Liu, D., & Dai, G. (2009). Review of maritime transportation air emission pollution and policy analysis. *Journal of Ocean University of China*, 8(3), 283–290.

<https://doi.org/10.1007/s11802-009-0283-6>

Anexos

Anexo 1. Guión temático para entrevistas semiestructuradas

Criterio	Temas a preguntar (o preguntas)
Estrategias y recomendaciones que impulsa la OMI	1. Valoración de las recomendaciones y estrategia de descarbonización del transporte marítimo propuesto por la OMI.
Medidas, estrategias y mecanismos incorporados por el Estado chileno	<ol style="list-style-type: none">1. Qué tipo de medidas, mecanismos (reglamentos) y estrategias, promueve o ejecuta Chile, para la descarbonización del transporte marítimo.2. Origen (desde cuándo y por qué) y estado actual de la posible estrategia inicial.3. Valoración de cómo lo ha hecho Chile.4. Fortalezas y debilidades del diseño e implementación de la estrategia (medidas o mecanismos) de descarbonización del transporte marítimo.5. Conflictos que aparecen (o potenciales) en el diseño e implementación de la estrategia (medidas o mecanismos).6. Proyección futura de la descarbonización del transporte marítimo en Chile7. Qué falta por hacer en Chile.
Redes de relaciones en la incorporación de las medidas, mecanismos y estrategias	<ol style="list-style-type: none">1. Percepción del interés que tiene Chile, grupos de agentes (estado, empresas nacionales/internacionales), por descarbonizar el transporte marítimo.2. Iniciativas en conjunto con empresas, instituciones académicas (universidades o institutos) o iniciativas con otras unidades del Estado.3. Si existen iniciativas en conjunto: nombre las empresas, instituciones académicas o unidades del Estado.
Tecnologías e innovaciones actuales	1. Tecnologías e innovaciones implementadas actualmente para la descarbonización.

Anexo 2. Consentimiento Informado para Entrevistas

Le invitamos a participar en una entrevista que está siendo realizada como parte de una investigación para optar al título de magíster en Desarrollo y Cooperación Internacional. El objetivo es poder abarcar la temática de descarbonización del sistema de transporte marítimo en Chile.

Su participación en esta investigación es completamente **voluntaria**, la información sólo se utilizará en este proyecto y no implica ningún tipo de riesgo para usted. Los beneficios, se limitan a una mayor difusión de su pensamiento y/o aporte al debate del tema en cuestión. Si usted decide participar de forma confidencial, la información suministrada se mantendrá de forma privada en archivos de datos protegidos. Asimismo, en el transcurso de la investigación y duración del proyecto, usted tendrá el **derecho a retirarse** de la misma sin explicaciones y sin consecuencias que le afecten. De la misma forma, podrá responder total o parcialmente las preguntas, así como no responder en caso de que alguna le resulte incómoda.

CONSENTIMIENTO

Sírvase leer y firmar el presente documento donde se acreditará su consentimiento para participar de esta entrevista, así como también para utilizar su entrevista en el marco del presente trabajo. Su disposición de participar en la investigación se evidenciará al colocar su nombre, firma y fecha al final de este documento.0

Acepto participar en la investigación “Descarbonización del sistema de transporte marítimo en Chile” a cargo de Sofia Bruna y Constantino Villarroel.

. Autorizo que la información aportada aparezca en el informe donde se publicará esta investigación:

Sí NO

. Autorizo la utilización de mi nombre en la investigación:

Sí NO

El presente Consentimiento Informado se firma en dos ejemplares. Uno de los documentos queda en poder del investigador y el otro en poder del entrevistado.

Fecha: _____

Fecha: _____

FIRMA

FIRMA

Sofia Bruna
ENTREVISTADOR(A)

ENTREVISTADO(A)

