

La industria de los dirigibles y su potencial para la logística, el comercio y la atención humanitaria en América Latina y el Caribe

Maria Alejandra Gómez Paz
Ricardo J. Sánchez



NACIONES UNIDAS

CEPAL

Gracias por su interés en esta publicación de la CEPAL



Si desea recibir información oportuna sobre nuestros productos editoriales y actividades, le invitamos a registrarse. Podrá definir sus áreas de interés y acceder a nuestros productos en otros formatos.

Deseo registrarme



NACIONES UNIDAS



www.cepal.org/es/publications



www.instagram.com/publicacionesdelacepal



www.facebook.com/publicacionesdelacepal



www.issuu.com/publicacionescepal/stacks



www.cepal.org/es/publicaciones/apps

SERIE

COMERCIO INTERNACIONAL

170

La industria de los dirigibles y su potencial para la logística, el comercio y la atención humanitaria en América Latina y el Caribe

Maria Alejandra Gómez Paz
Ricardo J. Sánchez



NACIONES UNIDAS

CEPAL

Este documento fue preparado por María Alejandra Gómez Paz, Consultora de la Unidad de Servicios de Infraestructura, División de Comercio Internacional e Integración de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). El estudio fue realizado en el marco de las actividades del proyecto de la Cuenta de las Naciones Unidas para el Desarrollo “Transport and trade connectivity in the age of pandemics”, en el que participan la Comisión Económica para África (CEPA), la CEPAL, la Comisión Económica para Europa (CEPE), la Comisión Económica y Social para Asia y el Pacífico (CESPAP), la Comisión Económica y Social para Asia Occidental (CESPAO) y la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (UNCTAD).

Los autores desean agradecer a Martín Sánchez-Salvá por su contribución, y a Azhar Jaimurzina Ducrest y Rustam Issakhoyev por su asesoramiento y apoyo. Asimismo, expresan su máxima gratitud por el apoyo recibido a José Odini, de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI); Omar Bello, de la CEPAL; Barry Prentice, de la Universidad de Manitoba; O. Jolimoy y A. Tarrieu, de Flying Whales; M. Dorey, F. Goig, L. Kalinsky y M. Kendrick, de Straightline Aviation; F. Neumann y K. Chowdhury, del Institute for Infrastructure, Environment and Innovation (IMIEU); Oleg Aleksandrov, del Programa Mundial de Alimentos (PMA), y a los representantes de la Asociación de Transporte Aéreo Internacional (IATA).

Las opiniones expresadas en este documento, que no ha sido sometido a revisión editorial, son de exclusiva responsabilidad de los autores y pueden no coincidir con las de la Organización o las de los países que representa.

Los límites y los nombres que figuran en los mapas incluidos en este documento no implican su apoyo o aceptación oficial por las Naciones Unidas.

Publicación de las Naciones Unidas
ISSN: 1680-872X (versión electrónica)
ISSN: 1680-869X (versión impresa)
LC/TS.2022/162
Distribución: L
Copyright © Naciones Unidas, 2022
Todos los derechos reservados
Impreso en Naciones Unidas, Santiago
S.22-00855

Esta publicación debe citarse como: M. A. Gómez Paz y R. J. Sánchez, “La industria de los dirigibles y su potencial para la logística, el comercio y la atención humanitaria en América Latina y el Caribe”, *serie Comercio Internacional*, N° 170 (LC/TS.2022/162), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2022.

La autorización para reproducir total o parcialmente esta obra debe solicitarse a la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), División de Documentos y Publicaciones, publicaciones.cepal@un.org. Los Estados Miembros de las Naciones Unidas y sus instituciones gubernamentales pueden reproducir esta obra sin autorización previa. Solo se les solicita que mencionen la fuente e informen a la CEPAL de tal reproducción.

Índice

Resumen	7
Introducción	11
I. Desafíos de conectividad para la mejora de la movilidad y la logística	17
A. Criterios de innovación en soluciones de transporte dentro del contexto de los ODS	18
B. Condiciones actuales de movilidad y logística en el contexto de pandemia	19
1. Áreas remotas	19
2. Áreas remotas y el efecto de desastres naturales en simultáneo.....	22
C. La conectividad de las zonas remotas medida a partir de indicadores globales.....	23
D. Respuestas de emergencia en regiones aisladas y sus vulnerabilidades.....	34
E. Innovación en sistemas de transporte hacia los objetivos de sincro-modalidad	37
II. Avances en la tecnología del <i>airship</i> y su integración	41
A. Características y variantes de la tecnología <i>airship</i> para el cumplimiento de los desafíos de movilidad y logística	41
1. Varialift ARH50.....	44
2. Flying Whales LCA60T.....	44
3. HAV Airlander 50.....	44
4. Lockheed-Martin LMH1.....	45
5. Aeroscraft ML866.....	45
6. BASI MB560	45
B. Principales innovaciones en ingeniería y flexibilidad logística	46
1. Ventajas e integración	46
2. Métodos de aterrizaje y acoplamiento.....	47
3. Soluciones <i>seamless</i> y <i>contactless</i> y de cuidado ambiental.....	48
4. Diversidad tecnológica y funcionalidades afines a la sincro-modalidad.....	50
C. Aplicación de las innovaciones del dirigible en misiones humanitarias	51

D.	Criterios de competitividad económica respecto de otras alternativas de transporte.....	53
1.	Ahorro en costos operativos y de capital por distancia y capacidad de carga	53
2.	Viabilidad en inversiones y costos de capital.....	54
3.	Estimaciones comparativas con otros modos transporte, indicadores y variables.....	55
E.	Alternativas para modelos negocios para la incorporación de <i>airships</i>	56
1.	Modelos de arrendamiento y/o adquisición de la solución <i>airship</i>	58
2.	Modelos de tarifas en función del modelo de adquisición del <i>airship</i>	59
III.	Casos de estudio de la solución <i>airship</i> frente a los desafíos de movilidad y logística	63
A.	Escenarios de aplicación de la tecnología <i>airship</i> en la literatura vigente	64
B.	Principales variables operativas en los casos de estudio hacia la sincro-modalidad.....	67
C.	Oportunidades de integración en acuerdos interregionales y programas de inversión	70
IV.	Observaciones finales y futuros temas de investigación	73
A.	Ingeniería y métodos operativos	75
B.	Casos de negocio y financiación	75
C.	Procesos regulatorios y de certificación.....	76
D.	Futuras líneas de investigación.....	76
E.	Respuesta humanitaria y políticas públicas.....	77
	Bibliografía.....	79
	Anexos	83
	Anexo 1	84
	Anexo 2	87
	Serie Comercio Internacional: números publicados.....	90
	Cuadros	
Cuadro 1	Conectividad marítima por país en el Gran Caribe y el Pacífico: LSCI cuarto trimestre 2019 UNCTAD.....	24
Cuadro 2	Conectividad aérea por país en el Gran Caribe y el Pacífico: puntuación de conectividad aérea 2019 IATA.....	26
Cuadro 3	Conectividad marítima por país en el Gran Caribe y el Pacífico: LSCI cuarto trimestre 2020 UNCTAD.....	29
Cuadro 4	Conectividad aérea por país en el Gran Caribe y el Pacífico: puntuación de conectividad aérea 2020 IATA.....	31
Cuadro 5	Principales diseños de dirigibles y sus características técnicas	45
Cuadro 6	Casos de estudio de transporte de cargas via <i>airship</i>	68
Cuadro 7	Casos de estudio de sistemas con funcionalidades humanitarias mediante el <i>airship</i>	68
Cuadro 8	Principales variables logísticas y ventajas en los sistemas estudiados	69

Diagramas

Diagrama 1	El <i>airship</i> y su funcionalidad logística competitiva.....	13
Diagrama 2	Red mundial de rutas antes de la pandemia para marzo de 2019 y para marzo de 2020	22
Diagrama 3	Respuesta de emergencia en Australia al ciclón tropical Harold.....	35
Diagrama 4	Ciclón Harold, Vanuatu: zona afectada	36
Diagrama 5	Ciclón Harold, Vanuatu: zonas más afectadas y estimaciones de impacto	36
Diagrama 6	Conceptos principales de transporte de carga sustentable	38

Mapas

Mapa 1	Conectividad marítima por país en el Gran Caribe: LSCI cuarto trimestre 2019 UNCTAD	25
Mapa 2	Conectividad marítima por país en América del Sur: LSCI cuarto trimestre 2019 UNCTAD	25
Mapa 3	Conectividad marítima por país en el Pacífico: LSCI cuarto trimestre 2019 UNCTAD	26
Mapa 4	Conectividad aérea por país en el Gran Caribe: puntuación de conectividad aérea 2019 IATA.....	27
Mapa 5	Conectividad aérea por país en América del Sur: puntuación de conectividad aérea 2019 IATA.....	28
Mapa 6	Conectividad aérea por país en el Pacífico: puntuación de conectividad aérea 2019 IATA.....	28
Mapa 7	Conectividad marítima por país en el Gran Caribe: LSCI cuarto trimestre 2020 UNCTAD.....	30
Mapa 8	Conectividad marítima por país en América del Sur: LSCI cuarto trimestre 2020 UNCTAD.....	30
Mapa 9	Conectividad marítima por país en el Pacífico: LSCI cuarto trimestre 2020 UNCTAD.....	31
Mapa 10	Conectividad aérea por país en el Gran Caribe: puntuación de conectividad aérea 2020 IATA.....	32
Mapa 11	Conectividad aérea por país en América del Sur: puntuación de conectividad aérea 2020 IATA.....	33
Mapa 12	Conectividad aérea por país en el Pacífico: puntuación de conectividad aérea 2020 IATA.....	33

Imagen

Imagen 1	Caso de estudio hybrid <i>airship</i> en Komo	66
----------	---	----

Resumen

Este documento tiene como objetivo un análisis completo y actualizado de la industria de "airships" o "dirigibles" y su potencial para mejorar la conectividad logística, el comercio y la asistencia humanitaria en América Latina y el Caribe. Esta tecnología se destaca como alternativa de transporte innovadora que representa una posibilidad de optimizar la prestación de servicios de transporte aéreo desde una perspectiva sincromodal y resiliente. En ese sentido, permite mejorar la conectividad y accesibilidad de los servicios logísticos, logrando una mayor integración productiva en cadenas de valor subregionales más competitivas, inclusivas y sostenibles. La solución se destaca como particularmente importante frente a los desafíos logísticos de los Pequeños Estados Insulares en Desarrollo en el Caribe y Asia-Pacífico, y permite mayor asistencia a proyectos de servicios humanitarios y comerciales enfocados en regiones aisladas.

Con la implementación de los *airships*, por ejemplo, es posible establecer escenarios operativos para la asistencia humanitaria y desarrollar un modelo de conectividad que pueda mitigar la imprevisibilidad de los eventos extremos con un uso eficiente y sostenible de la infraestructura para resistir a las adversidades. Además, los avances técnicos recientes y los estudios que validan la incorporación de esa tecnología innovadora permiten facilitar el logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas.

Este informe se divide en cuatro secciones. En la primera parte, se realiza una descripción y análisis general de la situación de la conectividad marítima y aérea en la región, los principales desafíos de conectividad y deficiencias identificadas, incluyendo en regiones aisladas y propensas a eventos extremos y vinculados al cambio climático y huella de carbono. Enseguida, la segunda parte introduce los avances en la tecnología del *airship* y las posibilidades de su integración a la conectividad de transporte. En la tercera parte, se analizan casos de estudio de la solución *airship* en la literatura frente a los desafíos de movilidad y logística. En la cuarta parte se presentan las conclusiones más significativas y se formulan recomendaciones de futuros temas de investigación.

Los aspectos técnicos de los *airships* y los avances tecnológicos les otorgan ventajas y les permiten integrarse a los modernos sistemas de transporte. Actualmente, existe una notable diversidad en esta tecnología, con distintas funcionalidades y posibilidades de funcionamiento. Además de

transportar carga y pasajeros para vuelos regulares o de rescate, los dirigibles pueden brindar servicios de comunicación y monitoreo a lugares remotos y vulnerables, así como atención médica a través de unidades móviles de salud. Así, constituyen una alternativa eficiente para optimizar las redes de movilidad y logística en comunidades y territorios aislados, complementando los modos de transporte tradicionales y cumpliendo funciones sociales relacionadas con la mejora de la conectividad y accesibilidad.

Entre las principales ventajas de los *airships*, se destacan la posibilidad de soluciones operativas con contacto físico mínimo (menor necesidad de tripulación a bordo) y con bajo impacto ambiental debido al uso de gases no inflamables (reducción de emisiones de gases de efecto invernadero), y la posibilidad de responder de manera efectiva a los desafíos relacionados con el clima y a los desastres naturales. La tecnología proporciona mayor flexibilidad y menores requerimientos de inversión en infraestructura nodal en comparación con los modos de transporte tradicionales, pudiendo actuar en diferentes escenarios logísticos, adaptándose a las dificultades del terreno y condiciones climáticas adversas. Además, como su operación no requiere seguir rutas por carretera o de navegación, se puede realizar en un tiempo de tránsito reducido. Hoy en día, los dirigibles también brindan beneficios como accesibilidad mejorada, versatilidad para cargar y descargar, y mejor integración de los servicios logísticos.

Esta tecnología también presenta ventajas competitivas frente a otras alternativas de transporte. El tamaño de las aeronaves proporciona grandes compartimentos de carga, combinados con velocidades superiores al transporte marítimo convencional. La capacidad de carga también puede ser superior a muchos modelos de camiones y aeronaves que sirven a comunidades relativamente pequeñas. El dirigible puede ser una opción más económica en comparación con los aviones convencionales, cuyos costos aumentan más rápido a medida que aumentan las distancias. También brindan ahorros en los costos de capital, ya que requieren menos inversión en infraestructura, y permiten una mayor complementariedad con otros medios de transporte, lo que también reduce los costos.

Además de las innovadoras características técnicas de este medio de transporte, este documento también aborda las posibles modalidades contractuales necesarias para su implementación. En ese sentido, se destacan como principales posibilidades para la compra o arrendamiento de los *airships* los modelos de *leasing*, adquisición directa, o copropiedad con un tercero. Estos modelos configuran diferentes posibilidades de estructuras tarifarias y la opción más adecuada depende de análisis técnicos específicos. Algunos de los escenarios posibles son ilustrados en este trabajo.

Asimismo, este estudio explora los resultados de casos específicos en la aplicación de la solución *airship* en la literatura actual y las capacidades técnicas ofrecidas en cada caso. Se destacan: i) el modelo de servicio basado en las operaciones de socorro que siguieron al impacto del ciclón Winston en Fiji (2016); ii) el sistema para las operaciones de rescate del noroeste de Siria con el 'Humanitarian Flying Warehouse'; y iii) las soluciones logísticas de respuesta de emergencia en el Ártico y actividades mineras en el norte de Quebec. En estos casos, es posible verificar algunas ventajas de aplicación de los dirigibles, como menos necesidad de infraestructura para el aterrizaje y menos riesgo de interrupciones del servicio, muy importantes en situaciones de respuesta a desastres. También se presentan características como el rápido despliegue de tripulantes y carga requerida en cada ubicación ante la posibilidad de imprevistos, lo que permite una mayor eficiencia económica.

Otros ejemplos de la literatura destacan las ventajas en comparación con el transporte aéreo convencional. Por ejemplo, los *airships* permiten simplificar las operaciones logísticas y evitan la necesidad de trasbordo, lo que proporciona ventajas en la velocidad de prestación del servicio y es de gran importancia para responder a situaciones de emergencia, aunque sea más costoso que el transporte por carretera en algunos casos. La flexibilidad del modelo de *airship* híbrido también permite evitar daños adicionales a los paisajes naturales sensibles que pueden ser causados por los procesos de construcción y renovación de los sistemas convencionales, además de proporcionar ventajas sostenibles verdes y contribuir a la eficiencia económica.

Los casos de estudio analizados consideran las distintas series de variables operativas, costos y factores logísticos más relevantes a la aplicación de la tecnología *airship* en distinto grado, en operaciones de transporte de carga y para en situaciones de respuesta de emergencia y ayuda humanitaria. Los modelos de negocios requieren la aplicación de una actividad comercial al uso del *airship* para que resulte en activación económica regional y para que la inversión en tecnología resulte sostenible. Además, se destaca la importancia de considerar factores que permiten mayor integración logística y de movilidad a la solución, como la flexibilidad, capacidad técnica para reducir tiempos de operación y eficiencia de costos intermodales, que permitirían abordar la respuesta a los desafíos en el camino a la sincro-modalidad.

Este documento también destaca algunas de las iniciativas de escala internacional para el desarrollo de la solución *airship* y para la realización de los avances regulatorios necesarios, como acuerdos de desarrollo y cooperación con instituciones internacionales, avances en el estudio del impacto positivo en el empleo que resultaría del desarrollo de la fabricación de los dirigibles a escala industrial, y sus efectos de largo alcance en la reactivación del comercio para las comunidades en desarrollo. Cuestiones delicadas de concesión de licencias y reglamentación también deben abordarse en los foros interregionales para llegar a acuerdos que serán capitalizados por las redes logísticas en su conjunto. También son cuestiones de interés la garantía de la seguridad de vuelo, de la tripulación a bordo y del personal de tierra.

La incorporación de *airships* como nuevo modo de transporte en América Latina y el Caribe se puede lograr con la superación de las barreras regulatorias, avanzando hacia una logística más sostenible que proporcione integración económica y social a través de la mejora de la conectividad. Esta solución permitiría avanzar hacia un comercio transfronterizo fluido, operaciones logísticas sin interrupciones en la región, así como distribución de insumos de emergencia y prestación de servicios humanitarios y de atención médica a través de las fronteras. Además, como temas y preocupaciones para futuras investigaciones, se recomienda establecer una base de consulta recíproca con las organizaciones para validar la viabilidad de los avances tecnológicos, y verificar eventuales insuficiencias en los datos debido a que todavía no hay suficientes *airships* construidos y en funcionamiento.

El estado de la industria debe ser estudiado en profundidad para comprender la capacidad financiera disponible para la financiación de proyectos que incorporen esa solución. Se recomienda avanzar la investigación respecto de los procesos de certificación y las normativas necesarias en cada caso, y la forma de implementar los distintos modelos de negocios de manera que encuentren una financiación adecuada. Particularmente en el estudio de la respuesta humanitaria, es necesario un enfoque más profundo de la literatura en las necesidades de infraestructura y vehículos a largo plazo para conectar áreas remotas susceptibles a desastres, lo que hace del *airship* una solución muy oportuna.

Asimismo, es necesario avanzar en el análisis de las necesidades de infraestructura asociadas a la operación y mantenimiento de los *airships*, las posibles respuestas a insuficiencias logísticas, y desarrollar indicadores de conectividad que midan el impacto económico y social en las zonas de interior. En este sentido, la necesidad de fuentes de financiación para el desarrollo de la tecnología, investigación, construcción de prototipos, pruebas, certificación, es uno de los desafíos para el éxito de este modo de transporte.

Los temas presentados en este documento reflejan la situación en que se encuentra la industria de *airships* y su potencial de crecimiento en un futuro próximo. Este innovador modo de transporte representa un salto tecnológico disruptivo que permitiría avanzar la eficiencia logística y mitigar la imprevisibilidad de los eventos extremos con el uso eficiente y sostenible de la infraestructura. Además, constituiría una opción particularmente importante para el comercio y la atención humanitaria en América Latina y el Caribe, y con mayor relevancia en el contexto de regiones aisladas y con menos acceso a los servicios de emergencia, incluso frente a los desafíos del cambio climático y la actual pandemia de COVID-19.

Introducción

A. Avances y objetivos

El presente documento busca dar una muestra integral y actualizada de los esfuerzos de investigación sobre la industria de *airships*, o 'dirigibles' como mejora a la conectividad logística y a sus derivaciones en los parámetros económicos y sociales, frente a una serie de evidencias identificadas de desafíos logísticos en la región de América Latina así como en los Pequeños Estados Insulares en Desarrollo del Caribe y Asia Pacífico, y profundizada a partir de la evaluación de proyectos de servicios humanitarios y comerciales centrados en regiones aisladas.

La iniciativa enfocada en el *airship* surge de la necesidad de ofrecer asistencia técnica a la implementación de políticas públicas destinadas a la innovación tecnológica así como mejoras en la facilitación de los procesos y regulaciones sectoriales, para mejorar la conectividad y accesibilidad de los servicios logísticos, y propiciar con ello, una efectiva integración productiva y la generación de cadenas de valor subregionales competitivas, inclusivas y sostenibles, en línea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU (ODS) y la Agenda 2030 según los lineamientos de la Economía Azul.

El recorrido por los avances técnicos y los estudios que validan la incorporación de los *airships* en distintos territorios, lleva a identificar los factores logísticos propios del *airship* que facilitarían el cumplimiento de las metas de sincro-modalidad, en conjunto con metas en línea con los ODS. Se busca en la evaluación de los sistemas operativos propuestos por distintas fuentes, criterios económicos y operativos y los desafíos logísticos que emergen como más relevantes de cada sistema, así como las ventajas fundamentales que el *airship* ofrece. Una vez que se identifican esos factores logísticos y se pueden plantear como fundamentos para una innovación significativa hacia la sincro-modalidad y los ODS, se ponen a consideración algunos de los foros internacionales de cooperación donde se puede dar lugar a la solución *airship* para políticas de transporte orientadas a la integración y la sustentabilidad.

Desde el año 2020, CEPAL ha comenzado a investigar sobre la solución *airship*, enfocada en su aplicación logística y en las oportunidades presentadas para servir como solución innovadora de complemento para las redes logísticas, como respuesta a la necesidad de favorecer tendencias superadoras enfocadas en la sincro-modalidad, y a la evolución de las diversas disrupciones a la conectividad regional, atendiendo al fenómeno de la simultaneidad de desastres naturales y eventos extremos de distinta índole en territorios que combinan la deficiencia en desarrollo de infraestructura

con condiciones geográficas que incrementan los desafíos al acceso al territorio con una mayor propensión y frecuencia de tales interrupciones, que agrava la vulnerabilidad de sus condiciones sociales y sanitarias. Los principales avances obtenidos en esta materia se vieron en los documentos: “*Airship Technology for Air Connectivity and Humanitarian and the Caribbean and the Pacific*”, las Notas técnicas emitidas sobre *Solución Airship en SIDS* por ESCAP (2021) y el Reporte ESCAP (2022).

Durante el proceso de investigación de campo surgió la tarea de encontrar soluciones tanto inmediatas como a mediano plazo para el transporte de bienes y servicios que comenzaban a sufrir las interrupciones ocasionadas por el impacto de la pandemia COVID-19, debido a que la misma hizo irrupción en los pasos iniciales del proyecto. Dicha perspectiva en emergencia se incorporó a las directrices del trabajo como reorientador del análisis de insuficiencias en las redes de transporte tanto regulares como de emergencia, y terminó por ser un potenciador de las hipótesis de necesidades de complementariedad, indicando una falta general de soluciones flexibles para la cadena de suministro aéreo, terrestre, fluvial para la diversidad de casos evaluados en la extensión patagónica, en la selva amazónica, en zonas logísticas vulnerables como la del Ártico o la del Norte de Siria; pero destacándose particularmente en los Pequeños Estados insulares en desarrollo (*SIDS* por sus siglas en inglés) en el Caribe y Asia Pacífico .

En el marco de la colaboración inter-regional se logró la actualización de los hallazgos sobre la experiencia de implementación de la modalidad *airship* en sectores geográficos que, por sus características de topografía e infraestructura y servicios de transporte, aportaron datos cotejables a los estudios realizados sobre zonas aisladas; esto dio lugar a una serie de contribuciones a la investigación recibidas de parte de expertos y desarrolladores de la industria, de organismos regionales e inter-regionales y de agencias de políticas públicas a diverso nivel para definir las oportunidades y estado de situación del *airship* como solución complementaria para la integración.

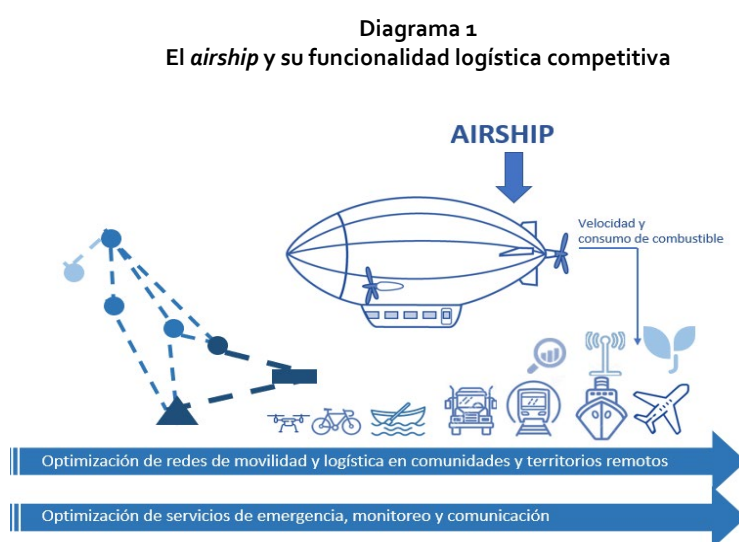
Dichas contribuciones resultaron preponderantes para la evaluación de interrupciones logísticas observadas en eventos de desastres como el terremoto de Haití y el ciclón Harold, en combinación con el alcance de la pandemia y particularmente notable en el Caribe, América Latina y Asia Pacífico, donde se evidencian altos costos de mantenimiento y operativos adicionales e inversiones de infraestructura que hacen que los grandes proyectos de desarrollo de infraestructura vean complejizada su viabilidad, presentándose la solución *airship* como una alternativa.

El aporte de los expertos incidió en mayor medida en el planteamiento de soluciones mediante la incorporación de innovaciones tecnológicas y logísticas frente a las carencias o dificultades halladas en escenarios de desarrollo de actividades económicas en zonas aisladas y respuestas de auxilio, principalmente por la falta de planificación de servicios e infraestructuras logísticas flexibles, ante una demanda altamente cambiante e impredecible. Queda demostrado en la literatura que las redes logísticas de infraestructuras y servicios disponibles para la respuesta de eventos humanitarios deja espacio a la optimización en cuanto a las vidas humanas y los recursos de difícil recuperación que podrían salvarse a futuro, de incorporarse las adecuadas innovaciones tecnológicas de carácter ecológico, competitivo y sustentable.

El intercambio de conocimientos y perspectivas sobre el desarrollo en las redes de transporte tuvo lugar tanto en entrevistas particulares con los distintos expertos, agencias y organizaciones privadas, como a través de ponencias y debates en conferencias organizadas por CEPAL y ESCAP, así como otras agencias internacionales tales como IMIEU, octubre 2021 y diversas organizaciones de iniciativas apuntadas a la innovación en servicios de logística e infraestructura como Transportation Research Forum, abril 2021, Instituto de Engenharia, octubre 2021. Muchas de las cuestiones regulatorias en curso, así como los diseños de sistemas de transporte via *airship* tuvieron novedades durante la confección del actual documento que fueron posibles de incorporar gracias a la colaboración continua de las mismas fuentes autorizadas.

B. La solución *airship*

Una serie de ventajas competitivas de los dirigibles resultaría en una optimización de la conectividad en localidades remotas o separadas por grandes extensiones con carencias logísticas en la Patagonia y el Amazonas brasileño, hipótesis desarrollada en una serie de casos de Pequeños Estados Insulares en Desarrollo en el Caribe y Asia Pacífico para abordar los desafíos humanitarios, sanitarios y ambientales a escala local, regional y global, como una solución logística resiliente y sostenible en modalidad sincrónica con otros modos de transporte (como se ilustra en el diagrama 1). La tecnología de los dirigibles como modo de transporte aéreo y prestación de servicios puede ayudar a alcanzar los objetivos de los programas y acuerdos de política regional, y las perspectivas de su desarrollo deben plantearse para su discusión en estos contextos.



Fuente: Elaboración propia.

Nota: Se representa gráficamente la posición relativa del *airship* entre los modos existentes respecto a las variables de velocidad y de consumo de combustible, desde el enfoque del equilibrio competitivo.

La alternativa de transporte de aeronaves dirigibles, o '*airships*' se refiere a vehículos aéreos resilientes, sostenibles y limpios, la etapa moderna de las aeronaves de las primeras décadas del siglo XX como el Zeppelin, para la prestación de servicios logísticos para el transporte de carga y pasajeros¹. En su forma actual, también pueden proporcionar operaciones de asistencia humanitaria y de salud, monitoreo y prestación de servicios de telecomunicaciones, y adaptarse con otros modos de transporte, generando sinergias, entre otras facilidades. Se caracteriza por un método de ascenso y propulsión en el que el volumen del vehículo, lleno dentro de su estructura con un gas más ligero que el aire, empuja el aire circundante, logrando así la flotabilidad. En los modelos recientes de *airship* que corresponden al tipo *Híbrido*, la elevación se ve reforzada por el casco aerodinámico, los motores y otros elementos de propulsión que se incorporan a la estructura del vehículo, lo que los hace más pesados que el aire, aunque fuera en un pequeño margen. Por consiguiente, dos grandes categorías agrupan a los proyectos de *airship* en desarrollo según su mecánica de elevación: los exclusivamente aerostáticos se conocen como LTA (*lighter-than-air*), mientras que aquellos que suman el componente aerodinámico se denominan HTA (*heavier-than-air*).

¹ Sobre la base del texto introductorio proveído por la Airship Association: <http://www.airship-association.org/cms/node/22>.

Una forma relativamente sencilla y acordada en general entre los actores de la industria para caracterizar las prestaciones de envío del *airship* es que este es *más lento pero más barato que un avión; más rápido pero más caro que los camiones* (Prentice et al., 2021), con velocidades de crucero promedio de 100 km/h o más, y capacidades de carga variables que van desde los rangos de 10-20 a 250 toneladas según el modelo y el tipo de operación. Diversos expertos de la industria señalan a los helicópteros de carga pesada como objeto de comparación principal en las operaciones a islas pequeñas al considerarlos uno de los modos predominantes en uso; asimismo, el transporte carretero por camiones en grandes extensiones con desafíos geográficos o estacionales, y el transporte marítimo/fluvial en regiones selváticas, figuran de manera preponderante en evaluaciones técnicas de su aplicación territorial, aunque cómo se verá existen variaciones específicas a cada localidad o región. Los resultados más metódicamente robustos en cuanto a una aplicación viable parecen mostrarse a través del enfoque de relación consumo de combustible / velocidad, y los hallazgos en el conjunto de los esfuerzos de investigación permiten colocar al dirigible en el punto de equilibrio entre los modos de servicios logísticos significativos existentes.

Los expertos de aeronáutica y de ingeniería consultados coinciden en vislumbrar un desafío global para el mundo de la logística, centrado en que los modos actuales de transporte de aviación, tanto helicópteros de carga pesada con bajo alcance y registros de seguridad deficientes, o aviones de ala fija con la necesidad de pistas e infraestructura significativa para apoyar el aterrizaje, denotan una serie de insuficiencias relativas a la hora de abordar los obstáculos al potencial de crecimiento y las exigencias de respuesta en casos de desastre para territorios en desarrollo con desafíos de accesibilidad. Puesto el foco en zonas remotas, surge la urgencia de promover innovaciones sincro-modales, tendientes a la sustentabilidad en infraestructura y prestación de servicios.

Se pudo comprobar en la evaluación de una serie de casos de estudio, cotejados con los relevamientos propios sobre conectividad global y atención de emergencias, que las necesidades humanas básicas de refugio, alimentos y atención médica a menudo no se satisfacen debido a insuficiencias relativas en la red de infraestructura global para satisfacer la capacidad de transportar bienes y servicios en lugares regiones remotas o sin litoral, y que una respuesta mediante tecnologías innovadoras deberá integrar las funciones de emergencia en los tiempos de su propio modelo de servicio y distribución, a la vez de acoplarse de manera armónica a los modos vigentes en cada red y región.

Si bien la exposición a vulnerabilidades en la cadena de suministro a pandemias inesperadas y desastres no planificados no es nueva para los sistemas logísticos en regiones aisladas, ha habido pocos avances en la tecnología de la aviación o soluciones alternativas a escala que podrían ayudar a desbloquear recursos y crear un flujo más estable de bienes y servicios, al tiempo que facilitan eficazmente los programas de socorro humanitario y de desastres. Y si bien los dirigibles han existido durante décadas, no ha sido hasta los últimos años que los avances en la tecnología han hecho factible utilizarlas como alternativas legítimas a los helicópteros de carga pesada y aviones de ala fija como el 737 y el 747 de carga, así como al transporte carretero, particularmente para regiones remotas de América Latina, la Cuenca del Pacífico y el Caribe. A fin de validar cuantitativamente que los *airship* generan impactos positivos al incorporarlos a una red logística, se distinguen los precedentes sentados en Prentice y Adaman (2017) y Prentice y Wilms (2020), donde se establece una metodología de diseño de servicios aplicada a regiones remotas de difícil accesibilidad en el norte de Canadá, basados principalmente en las prestaciones de la variante técnica LTA (*lighter-than-air*). Se busca perfilar sobre dichos antecedentes una metodología más amplia para futuros estudios en regiones interiores de América Latina y Caribe que tienen características comunes con las de los casos de estudio en la literatura vigente, en cuanto a potencialidad de desarrollo y problemas de accesibilidad y conectividad, implementando una diversidad de variantes tecnológicas.

El enfoque centrado en brindar asistencia técnica a los países de la región en pos de desbloquear el potencial de actividad productiva, se profundiza en las prestaciones propias del *airship* para suplir las brechas de los modos tradicionales de transporte, haciendo foco en la flexibilidad del *airship* para suplir brechas ocasionadas de forma impredecible, como la necesidad del no contacto en las operaciones para mitigar la

diseminación del virus COVID-19. Las operaciones logísticas de carga ocupan un rol primordial en modelos de negocios en los cuales el desarrollo de una actividad comercial se ve impulsada por el apoyo del *airship*, con una ventana de tiempo sincrónica que da lugar a sus prestaciones auxiliares. Esto se comprueba al identificar zonas remotas donde la infraestructura existente presenta insuficiencias relativas, viendo vulnerados los prospectos de viabilidad de determinados proyectos de extracción y producción de bienes y recursos primarios.

Se resalta que su incorporación permitiría modificar la matriz de consumo de transporte liderada por el uso de combustibles fósiles; dentro de un plan estratégico de infraestructuras de transporte a corto y largo plazo, evitar inversiones en infraestructuras, como carreteras en áreas sensibles ambientalmente o que impliquen riesgos a la biodiversidad o a bienes históricos o arqueológicos, o zonas desérticas, montañosas, con humedales, infraestructuras aeroportuarias para el acceso a ciudades de menor porte relativo, menos conectadas, y que frente a alguna circunstancia climática, o de otra índole, pudieran quedar incomunicadas por un periodo de tiempo.

C. Estructura del documento

El actual documento, reflejando dicho trabajo de campo y de coordinación de esfuerzos realizados desde el 2020, adopta una estructura a partir de la cual se presenta en primera instancia las evidencias de una falta de conectividad logística en áreas remotas. En esta estructura se despliega, paso por paso, el recorrido propuesto en los primeros párrafos. En el Capítulo 1, se comienza por exhibir los relevamientos empíricos y contextos regionales de los desafíos de la conectividad que se encontraron siguiendo los lineamientos marcados por los avances en el estudio de la logística centrada en los criterios de sincro-modalidad como factor de sustentabilidad y resiliencia. Se plantean entonces las necesidades encontradas, las carencias a cubrir en servicios logísticos que requieren de innovación tecnológica según las limitaciones comprobadas en la infraestructura y dinámica económica y comercial de las redes existentes, según casos concretos de localidades aisladas y eventos extremos. Se presenta a continuación, en el Capítulo 2, el avance en nuevas tecnologías de *airships* y su articulación complementaria con otros modos de transporte marítimo, aéreo o terrestre, considerando los servicios actuales tanto como las nuevas tecnologías (drones y otros medios eléctricos), haciendo foco en la identificación de los factores logísticos, la solución a integrar en redes tendientes a la sincro-modalidad, el cumplimiento de la Agenda 2030 y los ODS. Se evalúan los modelos vigentes de adquisición y de tarifas para la puesta en marcha de la prestación de servicios y la coordinación entre sectores público y privado. Se exponen a lo largo del Capítulo 3 los antecedentes descubiertos en el estudio de la tecnología *airship* en diversos territorios y escenarios críticos que apoyan la propuesta del *airship* como solución indicada para los desafíos en cuestión, destacando las evidencias que apoyan el encuadre de las prestaciones técnicas del *airship* en los factores de flexibilidad que favorecen al cumplimiento de los objetivos de sincro-modalidad e integración en movilidad y logística. Finalmente, se presentan las iniciativas de cooperación inter-regional donde el *airship* ha encontrado un interés en los últimos tiempos, y en los que la adecuación de sus variables operativas con los objetivos de sincro-modalidad pueden llevar a un avance concreto en materias regulatorias y de contratación de servicios.

Las ventajas técnicas halladas y sus oportunidades de implementación se ponen en perspectiva en el capítulo 4 y las reflexiones finales, así como del avance de alternativas de un modelo operativo y comercial, exponiendo los elementos que fundamentan el promover incorporar los *airships* a las políticas nacionales y regionales en el corto plazo, junto a su adecuada sinergia con el sector privado. Se recomiendan una serie de temas y preocupaciones para futuras investigaciones, principalmente relacionadas con los principales desafíos actuales identificados a lo largo de esta investigación: recursos de financiamiento, desarrollos de ingeniería, certificaciones y regulaciones.

I. Desafíos de conectividad para la mejora de la movilidad y la logística

La presente sección busca cubrir la etapa investigativa correspondiente a los relevamientos de conectividad marítima y aérea en la región y las carencias identificadas según parámetros logísticos. Se toman variables de parámetros de conectividad para analizar la situación en regiones aisladas y propensas a sufrir eventos extremos con efectos perjudiciales en los aspectos sociales y económicos, junto con el desarrollo de los sucesos ligados al cambio climático y la huella de carbono. A dichos parámetros se suman conceptos no medibles relacionados a la oferta disponible de servicios con el propósito de identificar desafíos de conectividad en aspectos de grados de desarrollo socioeconómico, prevención de desastres y acceso a servicios de comunicación y entrega de última milla.

Según indica el *Manual de Evaluación de Desastres de CEPAL (2014)*, los desastres son la consecuencia de la combinación de dos factores: i) los fenómenos naturales (amenazas) que desencadenan procesos que afectan los activos y flujos de una economía, y ii) la vulnerabilidad construida de los asentamientos humanos. Como se expondrá en las secciones a continuación, estos fenómenos afectan de forma especialmente compleja a determinados territorios vulnerables, tales como los SIDS y otras regiones aisladas.

De las carencias en servicios e infraestructuras logísticas se desprenden los desafíos puntuales en localidades de interés para plantear las necesidades técnicas de las cuales posteriormente en el presente estudio se presenta una posible respuesta en la evaluación de los modelos análogos de viabilidad operativa y económica de la tecnología *airship*. Se busca atender a las irrupciones de accesibilidad originadas en fenómenos globales como la pandemia del COVID-19 así como en las particularidades de cada región ligadas a desastres simultáneos y la necesidad de soluciones *seamless* y *contactless*. El propósito general reside, entonces, en plantear desafíos puntuales a partir de variables identificables que encuentren su correlato en soluciones de innovación tecnológica y modalidades de servicio en capítulos posteriores del presente documento.

A. Criterios de innovación en soluciones de transporte dentro del contexto de los ODS

Las localidades remotas, como los pequeños Estados insulares en desarrollo en el Pacífico y el Caribe, regiones en el Amazonas y en la Patagonia, tienen ciertas características comunes de vulnerabilidad. La distancia a los centros demográficos y mercados se traduce en una disminución de la conectividad. Además de la distancia, hay costos de transporte implícitos relacionados con los servicios logísticos que pueden verse disminuidos como resultado de una serie de circunstancias de desarrollo, económicas y ambientales. Del mismo modo, las islas pequeñas son propensas a los desastres naturales, lo que requiere una infraestructura de transporte resiliente y confiable.

El dirigible, en una relación sincro-modal con los modos tradicionales y otras nuevas tecnologías, trae a estos lugares remotos una solución de transporte innovadora que promueve un enfoque sostenible y resiliente de los servicios logísticos y la infraestructura, contribuyendo a la implementación de los ODS.

El proyecto especial de la UNDA (Cuenta de las Naciones Unidas para el Desarrollo) sobre conectividad comercial y de transporte en tiempos de pandemia lanzado en mayo de 2020 establece sus prioridades en los siguientes tres grupos temáticos:

- i) Cluster A: Soluciones contactless: su objetivo es minimizar el contacto físico entre las personas en las cadenas de suministro transfronterizas al facilitar el flujo de mercancías sin propagar el virus;
- ii) Cluster B: Conectividad seamless: se centra en eliminar los obstáculos a las operaciones de comercio y transporte transfronterizos derivados de la crisis de COVID-19;
- iii) Cluster C: Soluciones colaborativas: Busca fortalecer la cooperación regional y sectorial en operaciones de transporte, comercio y logística para facilitar acciones y soluciones conjuntas en respuesta a la pandemia de COVID-19.

La presentación de la solución *airship* se encuadra dentro de la identificación de soluciones tecnológicas innovadoras en materia de integración logística que apoyan principalmente las demandas del Cluster C, debido a la importancia de la cooperación regional para poner en marcha una solución técnica en desarrollo, dentro del contexto más amplio de necesidades de optimización en las redes logísticas de la región; así como se atienden en distintos aspectos los desafíos que deben afrontarse para avanzar en la conectividad del transporte hacia un comercio transfronterizo fluido, operaciones logísticas sin fisuras en la región y distribución de insumos para el socorro de emergencia, así como servicios humanitarios y médicos a través de las fronteras, incorporando así perspectivas relevantes a los Clusters A y B de soluciones de conectividad *contactless* y *seamless* (reducción de contacto físico y de obstáculos en las operaciones de comercio y transporte transfronterizo).

Retomando el punto resaltado en la Introducción sobre la insuficiencia relativa de las redes actuales, se debe señalar que el costo de abastecer incluso las necesidades humanas más básicas, incluida la provisión de servicios médicos y la mitigación de accidentes de contaminación disruptivos, a menudo resulta en la obstrucción al crecimiento y el estancamiento del progreso, donde la actividad económica no logra desplegarse de manera eficiente y de acuerdo a las posibilidades de cada territorio.

En tal sentido, y adoptando una premisa de 'identificación de desafíos' en una red de transporte a los que se buscará proponer una solución equitativa (para lo cual se exploran los prospectos de aplicación del *airship* en capítulos posteriores), resulta preciso entender que "la integración logística es parte fundamental de la integración productiva, a tal punto que sin una adecuada y eficiente interconexión de las redes de infraestructura y servicios asociados, no es posible la generación de cadenas de valor y la integración productiva en general" (Jaimurzina, Pérez y Sánchez, 2015). Teniendo

en cuenta las necesidades de aplicación de los ODS, la ESCAP señala como reto promover una conectividad de carga fluida y sostenible mediante una infraestructura integrada de manera más eficiente para todos los medios de transporte y una distribución modal más equilibrada, con un mejor servicio a los usuarios y un significativo ahorro de energía. Más adelante, se busca aplicar dicho principio a la formulación de respuestas en innovación logística, siguiendo la hipótesis de que la incorporación de los dirigibles tanto LTA ('más ligero que el aire') como de otras variantes, ha de ser integrada a las redes de logísticas, permitiendo así una mayor conectividad del territorio y expansión del hinterland de los nodos de transporte. Para el presente estudio, el término "*airship*", inglés para "dirigible" en su uso contemporáneo, se toma en general para todas las variantes de la tecnología, con las categorías tales como "híbrido" incluidas dentro de la misma.

B. Condiciones actuales de movilidad y logística en el contexto de pandemia

En la presente sección se describirán de forma sucinta las situaciones actuales en las áreas de interés para el estudio, principalmente localidades remotas de América del Sur y las SIDS del Caribe y Asia Pacífico, atendiendo algunos casos de importancia adicionales de manera puntual, y junto a ello se expondrán los principales conceptos relativos a la conectividad y sus desafíos a tratarse.

En América Latina y el Caribe, se distinguen zonas remotas de difícil accesibilidad en áreas de distinta extensión (ya sean localidades o expansiones territoriales) en el Amazonas, la Patagonia y amplias áreas en México, América Central y el Caribe. La región presenta grandes desafíos, frente a la situación actual de la misma: una escasez de infraestructura básica, e ineficiencias en las cadenas logísticas de transporte en el Hinterland, y una matriz de transporte dependiente del uso de combustibles fósiles. Mientras se llevó a cabo el relevamiento de las condiciones en tales áreas, el mundo se vio puesto a prueba frente a la pandemia COVID-19, proceso en el que se demostró en suficiente medida que los sistemas de transporte resilientes (es decir, que reúnen las cualidades para hacer frente de manera adaptativa y robusta a escenarios cambiantes) son los que han permitido la continuidad del intercambio de bienes. En tal sentido, se distingue el avance en la digitalización ha sido positivo. Sin embargo, aquellos que no reunían las cualidades de resilientes, ocasionaron desabastecimiento de productos básicos en determinadas áreas, se evidenció en particular la dependencia del transporte aéreo de pasajeros para el transporte de carga, en áreas remotas dependientes del turismo, los que ocasiona una disminución de los servicios aéreos. En el apartado B.1, se muestran los indicadores que permiten observar la pérdida de conectividad en áreas remotas. Así mismo, a pesar de no estar medido mediante los indicadores de conectividad desarrollados al presente, la prestación de servicios de transporte marítimo se vio afectada, observándose interrupciones en el servicio, causado por demoras en los principales nodos de distribución, por el cierre de estos a fin de evitar la expansión del virus.

1. Áreas remotas

En particular, el Amazonas se extiende a los países de Brasil, Bolivia (Estado Plurinacional de), Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela (República Bolivariana de) y Surinam y Guyana Francesa; allí se encuentra la cuenca hidrográfica más extensa a nivel global, contando con un área superior a los 7 millones de kilómetros cuadrados. Con una identidad socioeconómica propia y característica, abarca un área poblada de aproximadamente 39 millones de habitantes: el Amazonas Brasileña abarca 3,8 millones de kilómetros cuadrados, es decir un 59 % del territorio, con una población de 20 millones de personas (12 % de la población de Brasil y el 69 % residentes en áreas urbanas) (IBGE, 2000), si bien al 2020 se estima que puede rondar los 25 millones de habitantes. Asimismo, el Amazonas comprende una actividad económica de magnitud, aunque obstruida por bajos índices de conectividad, donde su principal modo de transporte es el fluvial.

Los puertos Hub de Brasil, a los que llegan los buques de ultramar, tales como Santos, se encuentran a 15 días de distancia de navegación de los puertos feeder, siendo Manaus el último puerto de accesibilidad de los buques feeder. En relación con sus redes de transporte terrestre, solo un 12 % de sus carreteras están pavimentadas, según datos del Eje Amazonas (COSIPLAN, UNASUR, 2017a). Al revisar proyectos de infraestructura en apoyo a las actividades en curso, se resalta la importancia de planificar a largo plazo considerando la consolidación de sistemas que reúnan las cualidades de eficiencia, resiliencia y sostenibilidad.

Neto, Sanchez y Wilmsmeier (2006) muestran los tiempos de llegar a distintas zonas del Amazonas, observándose grandes zonas con tiempos de más de 32 horas. Así mismo destacan que no son hidrovías las que conforman fluvialmente a la cuenca central-occidental de la Amazonía, sino más bien una amplísima red de ríos naturalmente navegables que podrían constituir unas hidrovías, si es que se les acondiciona de la manera apropiada. Por tanto, se observa que no es una región despoblada, como se presume; además es una región con complementación entre las actividades económicas, una identidad amazónica común, una alta riqueza en bio-diversidad, turismo, hidrocarburos, agricultura, piscicultura e industria. La terminal fluvial de refinería de Manaus (REMAN) está destinada a recibir los insumos para la refinería de los productos extraídos en la zona de Urucú, y también de alcohol carburante para el abastecimiento de la región. La micro-región de Tefé engloba tres municipios de influencia: Tefé, Alvarães y Uarini. La micro-región de Coarí abarca a los municipios de Anamá, Anori, Beruri, Caapiranga, Coarí y Codajás. En la ciudad de Coarí se encuentra instalada una terminal fluvial y la terminal de graneles líquidos de Petrobrás (TESOL). El banano es el segundo producto agrícola de mayor cultivo en toda el área, el municipio de Coarí es el mayor productor. La leña es el producto extractivo de mayor volumen de la región, siendo Tefé el principal. La castaña de Pará es un producto típico de los tres polos de la región. En la producción agrícola se destacan los cultivos de mandioca, tomate y banano. En la región puede observarse la existencia una relativa actividad extractiva de açai, castaña de Pará, leña y madera registrada, estos productos están orientados al consumo local y sub-regional.

Sin embargo, la región presenta una marcada insuficiencia en infraestructura y servicios logísticos; no se conoce una planificación de mejoramiento de los servicios e infraestructuras logísticas en planes integrales para toda el área. Sí se distinguen algunas obras como la pavimentación de la carretera BR-163 / PA (Cuiabá-Santarém) de 1.770 km, con una inversión de 6.500 millones de dólares (COSIPLAN, UNASUR, 2017b). Esto equivale a un costo de 3,7 millones de USD / km. Tomando como referencia los estudios de Prentice y Adaman (2017), que a fin de comparar competitivamente el uso de transporte de carga de camión versus transporte de carga por *airship*, consideran los costos fijos de la carretera, obtienen que es competitivo a tan solo 150 km. El costo estimado de construcción de carretera lo estiman entre 1,6 a 3 millones de USD / Km. A la preocupación por la falta de infraestructura para la accesibilidad, se presenta una preocupación por la deforestación, en el estudio: Amazonia posible y sostenible, reporte de CEPAL y otras instituciones (2013), la presentan como una región vulnerable al cambio climático.

La Patagonia Sur, es una región, de 0,5 millones de kilómetros cuadrados, que abarca las provincias de Chubut, Santa Cruz y Tierra del Fuego y tiene unos 900.000 habitantes (INTA, 2017). Esta contiene una parte andina y otra extraandina. Presenta una característica climática de fuertes vientos, que varían entre 15 y 22 km/hora, y a diferencia del Amazonas la región extra andina es árida: hay presencia de ríos, sin embargo, estos no se utilizan para la movilidad. Las industrias principales son las pesqueras, ovino, petróleo, extracciones mineras y turismo, y en particular Tierra del Fuego se distingue la industria de electrodomésticos y electrónica. En la Provincia de Neuquén, incluida en la Patagonia, se distinguen la producción de fruta. La Patagonia, también se distingue por una falta de accesibilidad, en la costa se identifican puertos principales como San Antonio Este, Puerto Madryn y Ushuaia, y otros, puertos pesqueros, con menor infraestructura. Se destaca que los principales polos de turismo se conectan mediante avión, a raíz que la oferta en carretera, no es seleccionada por sus largas

distancias y falta de nodos intermedios. Otra industria que se localiza en zonas distantes son las exploraciones mineras, en la zona andina.

Los Pequeños Estados Insulares en Desarrollo (o SIDS, según sus siglas en inglés) se localizan en tres regiones: El Caribe; el Pacífico y el Atlántico; el Océano Índico y el Mar del Sur de China. En el artículo *Acerca de los Pequeños Estados Insulares en Desarrollo de la Oficina del Alto Representante para los Países Menos Adelantados, los Países en Desarrollo sin Litoral y los Pequeños Estados Insulares en Desarrollo* de las Naciones Unidas (OHRLLS, 2020), se distingue que este grupo enfrenta desafíos sociales, económicos y ambientales únicos, a pesar de que su población representa poco menos del 1 % de la población mundial, con 65 millones de habitantes.

Se caracteriza a dichos territorios por contar con una limitada base de recursos y un volumen de tráfico internacional irregular que, en muchos casos, se encuentran lejos de los mercados mundiales, según la misma fuente de OHRLLS (2020). Así mismo destaca que factores como el pequeño tamaño de la población, la lejanía de los mercados internacionales, los altos costos de transporte, la vulnerabilidad a las crisis económicas exógenas y los ecosistemas terrestres y marinos frágiles hacen que sean particularmente vulnerables a la pérdida de biodiversidad y al cambio climático porque carecen de alternativas económicas. Cantu Bazaldua (2021) al caracterizar las islas remotas, inicialmente resalta su dimensión geográfica “en términos de distancia al vecino más cercano no SIDS, los SIDS están situados en lugares remotos, relativamente lejos de otros países. Mientras que el promedio global (ponderado) es una distancia de solo ocho kilómetros hasta el vecino más cercano, un ciudadano promedio de un SIDS tiene que viajar 371 km hasta el país no SIDS más cercano. Además, existe una amplia dispersión en esta variable dentro de los SIDS, que va desde cero para aquellos países que comparten una frontera con otro país, hasta los 3264 km necesarios para cubrir la distancia desde las Islas Marshall hasta su vecino más cercano que no es SIDS (Indonesia). Tuvalu, Nauru y Samoa también registran una alta lejanía según esta variable”.

Además de por su ubicación geográfica, tamaño físico limitado y alta densidad de población en áreas costeras de baja elevación, se presta atención a los países SIDS por encontrarse entre los más propensos a los desastres. En relación con su stock de capital, inversión y gasto social, los SIDS enfrentan las pérdidas potenciales más altas asociadas con varios peligros. Se estima que los SIDS pierden cerca de 20 veces más de su capital social cada año en comparación con Europa y Asia Central (UNISDR, 2015). Las pérdidas anuales promedio combinadas (Average Annual Losses, AAL) de los SIDS equivalen al 10% de su inversión de capital anual total, en comparación con menos del 2% en Asia oriental y el Pacífico y alrededor del 1,2% en Europa y Asia central. El AAL en los SIDS equivale a casi el 20% de su gasto social total, en comparación con solo el 1,19% en América del Norte y menos del 1% en Europa y Asia Central.

Desde 1970 hasta 2020, los SIDS del Caribe sufrieron más desastres que los SIDS del Pacífico, tienen relativamente más población afectada y, en promedio, en relación con el tamaño de la economía, más daños (CEPAL, 2021). Por tanto, el desafío en las SIDS se refiere a la capacidad de gestionar la ayuda humanitaria frente a desastres. En el apartado I.D ‘Respuestas de emergencia en regiones aisladas y sus vulnerabilidades’, la descripción de lo acontecido durante el ciclón Harold y la respuesta humanitaria, permiten entender los desafíos logísticos de las islas frente a la aparición de desastres simultáneos. Si bien se observan diferencias entre el Amazonas, la Patagonia y las islas del Caribe, las mismas presentan en común que son zonas remotas con actividad económica (actual y potencial) y una baja accesibilidad por la falta de servicios e infraestructuras logísticas. Sin embargo, estas zonas muestran menor desarrollo relativo por ausencia de una conectividad con el resto de sus países, que les permita avanzar en el desarrollo de manera sostenible, permaneciendo como regiones postergadas. Los *airship*, por sus avances tecnológicos y su flexibilidad a la demanda, son capaces de suplir las necesidades de estas regiones con el objeto

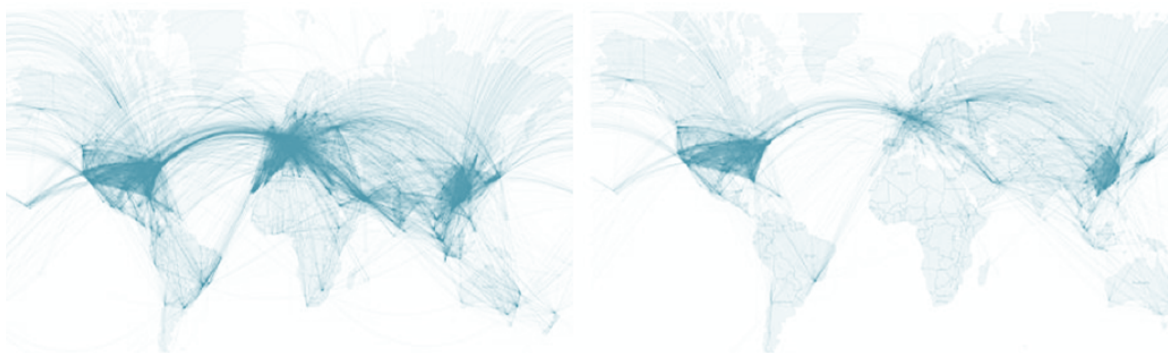
de una mayor integración territorial, a través de modalidades operativas en las que se indagarán a partir de las próximas secciones.

En Europa, no se identifica una fuerte tendencia hacia cambios modales del modo carretero, al ferroviario o fluvial a pesar de los grandes esfuerzos de la Unión Europea, lo que conduce a que previamente a la planificación del desarrollo de nuevas infraestructuras de acceso, se consideren nuevas herramientas que persigan modos e infraestructuras más flexibles, con una tendencia a la sincromodalidad y la sustentabilidad. En especial, en los casos que no existiesen infraestructuras de accesos o que no permitiesen el acceso a determinadas cargas por su peso o dimensión, como en zonas con relieve o zonas remotas, resulta imperante pensar en innovaciones, tales como la incorporación de dirigibles. También es importante además de incorporarlo en los planes, y avanzar en las regulaciones, promover el sistema entre los 3PL o *freightforwarder* y cargadores, decisores del modo de transporte en la mayoría de los casos. Por tanto, la propuesta es seguir avanzando en los estudios, sobre la base de casos de estudios ya desarrollados en otras zonas remotas, casos de estudios más representativos, que validan la viabilidad de uso de dirigibles en zonas remotas de difícil accesibilidad.

2. Áreas remotas y el efecto de desastres naturales en simultáneo

Los efectos prolongados a gran escala de la pandemia de COVID-19 se superponen con el impacto negativo de los peligros naturales de diferentes tipos en los eventos extremos recientes en todo el mundo, pero ciertas regiones están mostrando signos más marcados de este fenómeno. Esto genera el doble desafío de brindar ayuda humanitaria y controlar simultáneamente la propagación del virus, ante desastres como los causados por los huracanes Eta e Iota en Guatemala y Honduras en noviembre de 2020 en el Gran Caribe, y el ciclón Harold en 2020 afectó a Vanuatu, Fiji, Islas Salomón y Tonga en abril de 2020 en el Pacífico. En particular, los servicios de transporte aéreo, como consecuencia de tener que evitar formas de contacto físico que pudieran propagar el virus, sufrieron la pérdida de los servicios regulares, lo que posteriormente afectó a las ayudas al suministro básico. El diagrama 2 muestra cómo las restricciones de bloqueo han afectado la conectividad entre países a lo largo de rutas globales.

Diagrama 2
Red mundial de rutas antes de la pandemia para marzo de 2019 y para marzo de 2020



Fuente: IATA Economics utilizando datos del vuelo Radar 24, w / c 25 de marzo de 2019 - Conectividad aérea. Medición de las conexiones que impulsan el crecimiento económico (IATA, 2020).
Nota: Recoloreado en azul.

La ESCAP (2019) establece los lineamientos para analizar el impacto tangible de las categorías de conectividad, sostenibilidad y resiliencia de la siguiente manera: "Conceptualmente, la conectividad puede percibirse como el propósito y la consecuencia del transporte. En este contexto, la conectividad es sinónimo de redes. Las redes, a su vez, son un conjunto de nodos interconectados. Una de las

descripciones más sucintas de la conectividad entre las referencias de este informe se refiere a la conectividad como un atributo de una red y una medida de qué tan bien conectado está un nodo a todos los demás nodos de la red. Por lo tanto, se podría argumentar que el valor y la importancia de la conectividad se encuentran en el papel que desempeña un nodo y su hinterland, el costo de acceder a ese nodo y la confiabilidad de conectarse al nodo. En consecuencia, la conectividad tiene dimensiones duras y blandas y, lo que es más importante, se asocia con conceptos de acceso. Esto se relaciona con la naturaleza inherente del transporte como motor del crecimiento económico y el desarrollo social”.

La incidencia de desastres simultáneos exige nuevos procesos logísticos con el fin de evitar la propagación del virus. A pesar de las restricciones al transporte aéreo, basadas en entrevistas, no se encontraron retrasos en la entrega de ayuda humanitaria, sin embargo, ha promovido nuevos desafíos. Para los países que están expuestos a desastres, la atención se centra en la preparación previa al desastre para enfrentar los desastres en el momento en que surgen; allí la clave es la conectividad: *“La condición de zona remota es uno de los principales desafíos para los pequeños Estados insulares en desarrollo (SIDS). Sin embargo, este término se usa comúnmente en un sentido estricto, refiriéndose solo a la distancia geográfica de los mercados que resulta en mayores costos de transporte (...) la lejanía es un concepto más amplio, que también implica la distancia a las fuentes de financiamiento y los centros políticos. Además, puede agravarse o atenuarse por la conectividad en las redes de transporte o por vínculos políticos y culturales. Además, con el creciente peso de la economía digital, las cuestiones de acceso y rendimiento de las tecnologías de la información y la comunicación adquieren una mayor importancia”.* (Cantu Bazaldua, 2021).

La conectividad, en cuanto a conexiones entre pares, podría mejorarse mediante el empleo de políticas activas de diferentes tipos, con mejoras en la infraestructura de transporte, las instalaciones comerciales y otras iniciativas; pero se caracteriza fundamentalmente por una dependencia del volumen de mercado entre diferentes países. La relación entre el desarrollo del comercio y la conectividad presenta una dinámica similar a la de la metáfora de "gallina y huevo": los países con menos comercio comparten la condición de tener menos conectividad también, mientras que una menor conectividad generalmente se relaciona con una mayor vulnerabilidad a la respuesta inmediata. Esto conlleva que sea crucial promover el desarrollo de redes de transporte sostenibles, que mejorarán la conectividad, como los sistemas de transporte que integran la solución *airship* junto con procesos y tecnologías innovadoras.

C. La conectividad de las zonas remotas medida a partir de indicadores globales

Las condiciones de conectividad son diferentes para el caso específico de cada isla o localidad remota. Las localidades que concentran más carga de exportación e importación generalmente atraen un mayor número de servicios, similares a aquellos con una actividad turística más prominente. La conectividad marítima de los diferentes países suele medirse mediante el "Índice de conectividad del transporte marítimo de línea" elaborado por la UNCTAD. Este índice refleja la conexión marítima directa entre países por líneas de servicio, lo que hace que estos datos estén fuertemente vinculados con la carga en contenedores. Existen diferentes puntos de referencia de conectividad aérea: IATA desarrolló un "puntuaje de conectividad aérea" en el que caracteriza la conexión aérea entre países, teniendo en cuenta a los pasajeros; esto se caracteriza también por la carga, almacenada característicamente en las bodegas de los aviones. El cuadro y los mapas 1 a 3 el indicador de conectividad marítima por país. En el cuadro 2 y los mapas 4 a 6 se muestra el indicador de conectividad aérea por país. Los países coloreados con mayor intensidad corresponden a países con mayor conectividad. La conectividad aérea y marítima allí no son comparables, ya que utilizan diferentes metodologías, el indicador de conectividad aérea es desarrollado por la IATA como "puntuación de conectividad aérea", la conectividad marítima es desarrollada por la UNCTAD como "LSCI" (Liner Shipping Connectivity Index).

Cuadro 1
Conectividad marítima por país en el Gran Caribe y el Pacífico: LSCI cuarto trimestre 2019 UNCTAD

Islas del Gran Caribe		Continente del Gran Caribe y América del Sur		Islas del Pacífico	
País	LSCI 2019	País	LSCI 2019	País	LSCI 2019
República Dominicana	38,13	Panamá	49,98	Singapur	105,63
Jamaica	32,26	México	49,07	Australia	35,66
Bahamas	31,17	Colombia	48,57	Nueva Zelanda	29,05
Guadalupe	19,08	Guatemala	24,98	Polinesia	14,53
Martinica	17,89	Costa Rica	24,28	Nueva Caledonia	10,68
Trinidad y Tobago	15,83	Honduras	11,81	Papua Nueva Guinea	10,48
Puerto Rico	13,92	Belice	11,16	Fiji	9,63
Haití	10,96	Venezuela (República Bolivariana de)	11,09	Guam	9,52
Aruba	8,37	Suriname	8,89	Islas Salomón	8,50
Curacao	8,37	Guyana	8,76	Samoa	7,76
Cuba	8,25	Nicaragua	7,90	Vanuatu	7,36
Barbados	7,51	Guayana Francesa	6,40	Samoa Americana	7,31
San Vicente y las Granadinas	6,51	Perú	40,15	Islas Marshall	6,57
Dominica	6,33	Chile	36,71	Marianas Septentrionales	5,36
Granada	6,19	Brasil	36,24	Kiribati	5,32
Islas Vírgenes Británicas	6,19	Argentina	33,92	Tonga	5,06
Sint Kitts y Nevis	6,19	Ecuador	32,57	Micronesia	4,03
Islas Vírgenes de EEUU	5,72	Uruguay	31,23	Palau	3,23
Santa Lucía	5,61	El Salvador	9,47	Timor-Leste	2,63
Antigua y Barbuda	5,01	Paraguay	1,85	Islas Cook	2,28
Anguilla	4,47	Bolivia (Estado Plurinacional de)	0,00	Tuvalu	1,81
Montserrat	4,47			Nauru	1,70
Bonaire	4,47			Niue	0,00
Islas Caimán	1,88				
Bermuda	1,79				
Islas Turcas y Caicos	1,13				

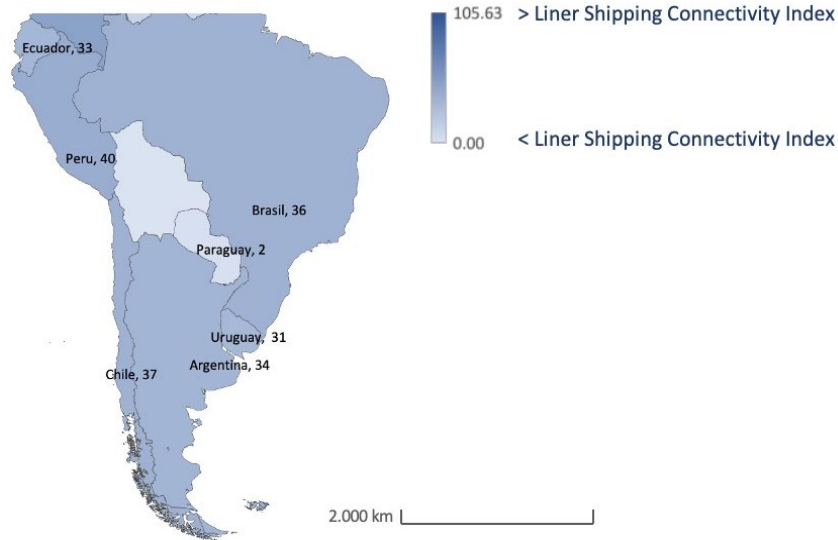
Fuente: Cálculos realizados por los autores, sobre la base de datos de UNCTADstat.

Mapa 1
Conectividad marítima por país en el Gran Caribe: LSCI cuarto trimestre 2019 UNCTAD



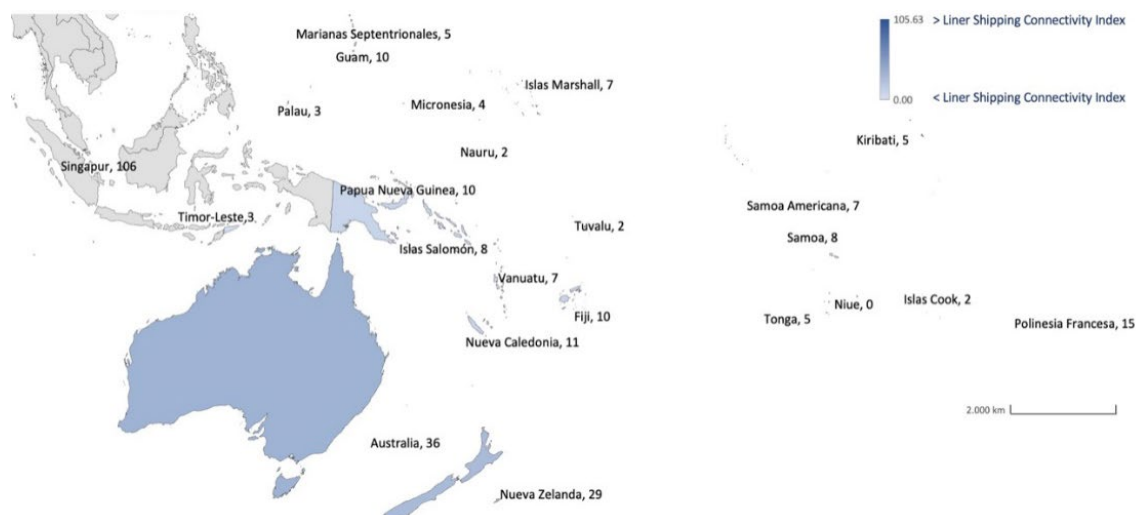
Fuente: Cálculos realizados por los autores, sobre la base de datos de UNCTADstat.

Mapa 2
Conectividad marítima por país en América del Sur: LSCI cuarto trimestre 2019 UNCTAD



Fuente: Cálculos realizados por los autores, sobre la base de datos de UNCTADstat.

Mapa 3
Conectividad marítima por país en el Pacífico: LSCI cuarto trimestre 2019 UNCTAD



Fuente: Cálculos realizados por los autores, sobre la base de datos de UNCTADstat.

Nota: La mayor intensidad corresponde a países con mayor conectividad marítima medida por LSCI y escala km es una referencia para notar las distancias entre islas.

Cuadro 2
Conectividad aérea por país en el Gran Caribe y el Pacífico: puntuación de conectividad aérea 2019 IATA

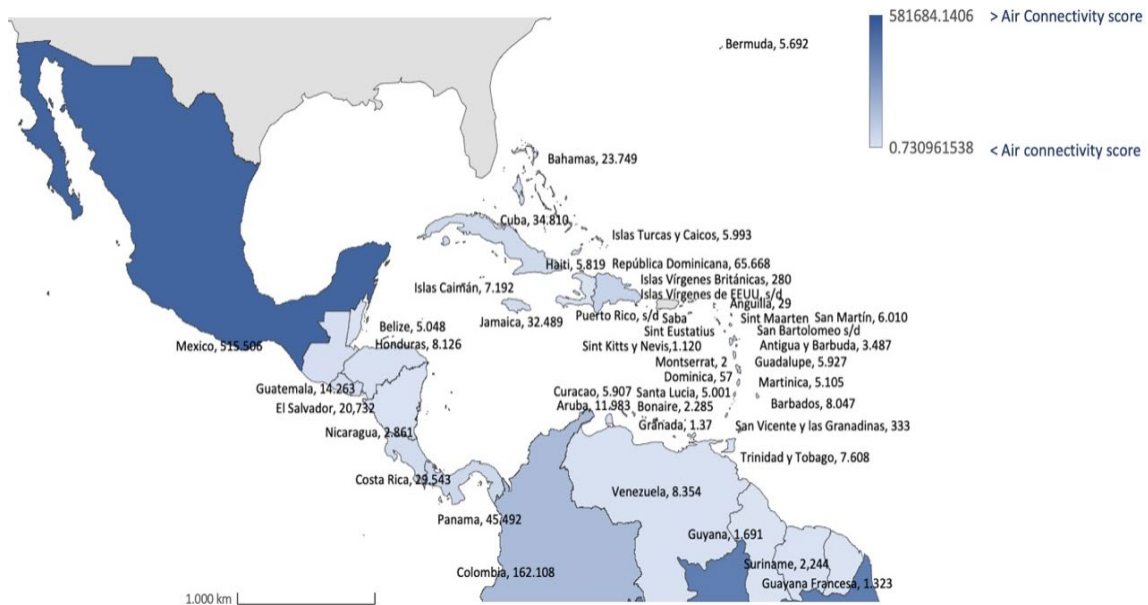
Islas del Gran Caribe		Continente del Gran Caribe y América del Sur		Islas del Pacífico	
País	ACS 2019	País	ACS 2019	País	ACS 2019
República Dominicana	65 668	México	515 506	Australia	581 684
Cuba	35 810	Colombia	162 108	Nueva Zelanda	99 825
Jamaica	32 489	Panamá	45 492	Fiji	9 313
Bahamas	23 749	Costa Rica	29 543	Polinesia	4 826
Aruba	11 983	Guatemala	14 263	Papua Nueva Guinea	3 035
Barbados	8 047	Venezuela (República Bolivariana de)	8 354	Nueva Caledonia	2 040
Trinidad y Tobago	7 608	Honduras	8 126	Islas Cook	1 121
Islas Caimán	7 192	Belice	5 048	Samoa	1 102
Sint Maarten	6 010	Nicaragua	2 861	Vanuatu	1 069
Islas Turcas y Caicos	5 993	Suriname	2 244	Palau	889
Guadalupe	5 927	Guyana	1 691	Tonga	542
Curacao	5 907	Guayana Francesa	1 323	Islas Salomón	309
Haití	5 819	Brasil	415 033	Islas Marshall	135
Bermuda	5 692	Perú	84 944	Nauru	75
Martinica	5 105	Chile	81 643	Niue	67

Cuadro 2 (conclusión)

Islas del Gran Caribe		Continente del Gran Caribe y América del Sur		Islas del Pacífico	
País	ACS 2019	País	ACS 2019	País	ACS 2019
Santa Lucía	5 001	Argentina	75 531	Micronesia	44
Antigua y Barbuda	3 487	Ecuador	21 276	Kiribati	38
Bonaire	2 285	El Salvador	20 732	Tuvalu	1
Granada	1 375	Bolivia (Estado Plurinacional de)	8 587		
Sint Kitts y Nevis	1 120	Uruguay	7 055		
San Vicente y las Granadinas	333	Paraguay	4 165		
Islas Vírgenes Británicas	280				
Dominica	57				
Anguilla	36				
Montserrat	2				

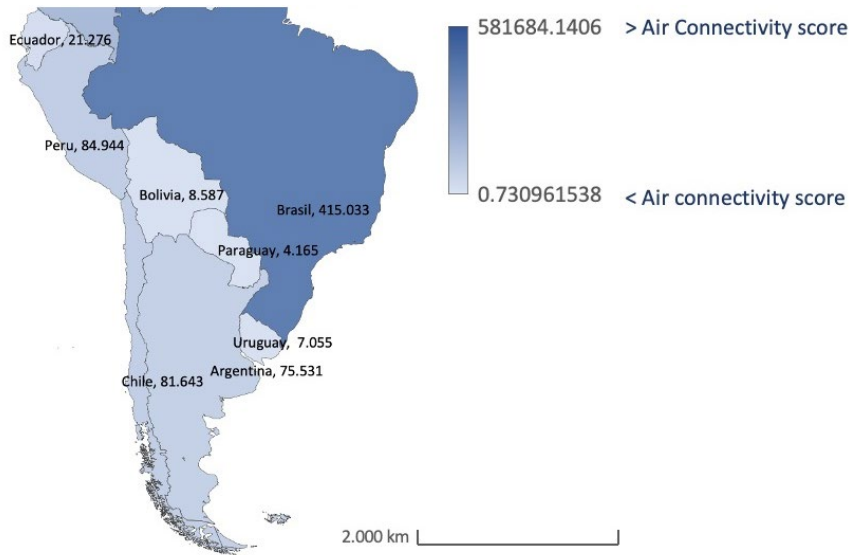
Fuente: Cálculo del autor, basado en datos de IATA – Air Connectivity. Colaboración IATA (actualizada a partir de cifras anteriores).

Mapa 4
Conectividad aérea por país en el Gran Caribe: puntuación de conectividad aérea 2019 IATA



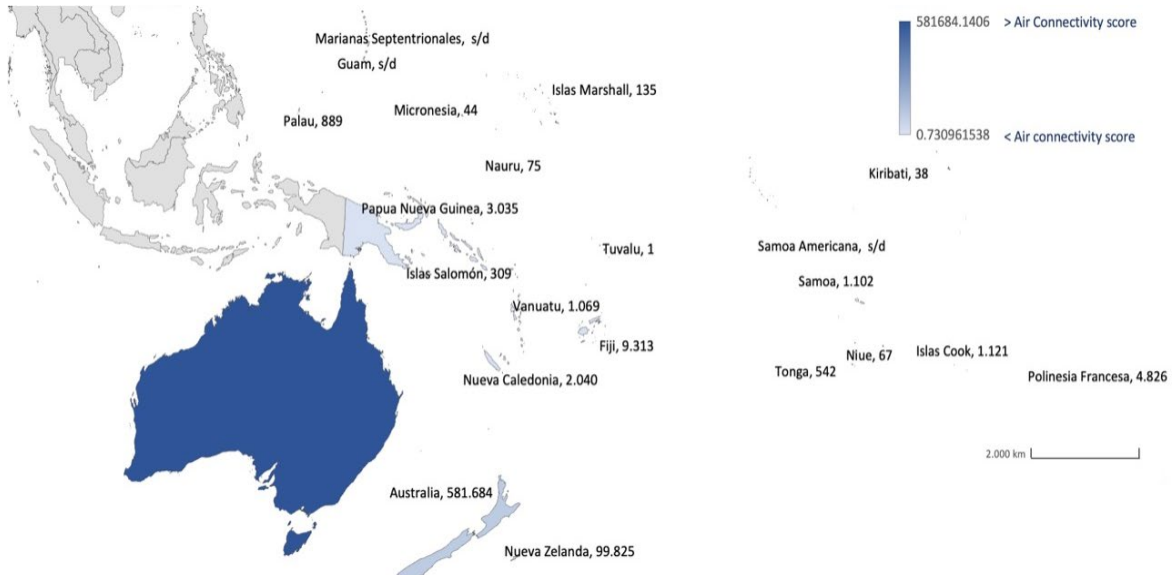
Fuente: Cálculo del autor, basado en datos de IATA – Air Connectivity. Colaboración IATA (actualizada a partir de cifras anteriores).

Mapa 5
Conectividad aérea por país en América del Sur: puntuación de conectividad aérea 2019 IATA



Fuente: Cálculo del autor, basado en datos de IATA – Air Connectivity. Colaboración IATA (actualizada a partir de cifras anteriores).

Mapa 6
Conectividad aérea por país en el Pacífico: puntuación de conectividad aérea 2019 IATA



Fuente: Cálculo del autor, basado en datos de IATA – Air Connectivity. Colaboración IATA (actualizada a partir de cifras anteriores).

Nota: La intensidad más alta corresponde a países con mayor conectividad aérea medida por puntuación de conectividad aérea IATA, y la escala km. es una referencia para notar las distancias entre islas.

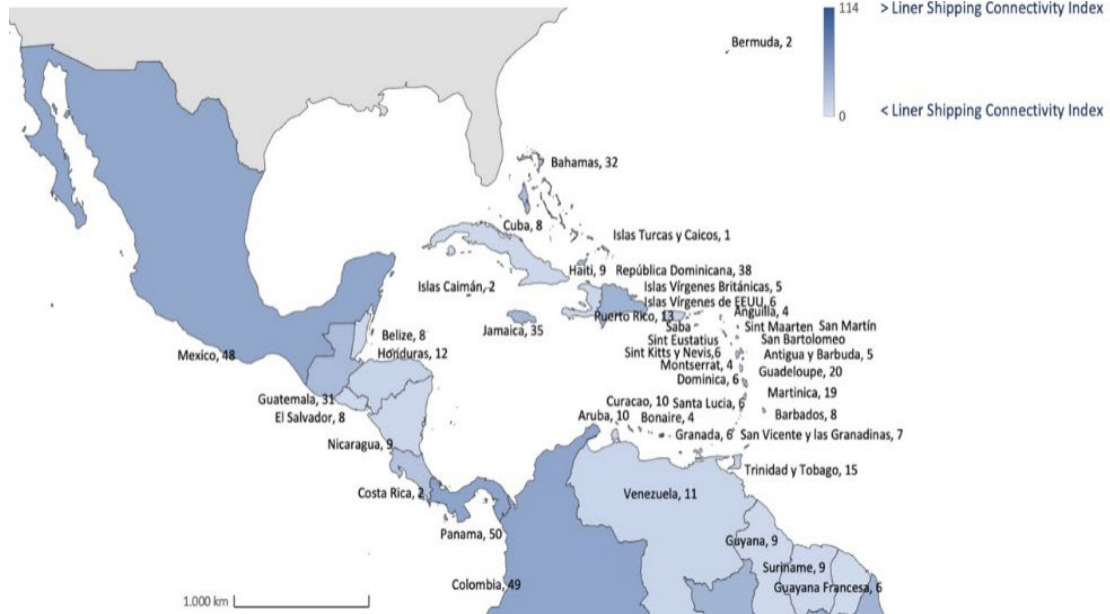
La pandemia de COVID-19 afectó a la conectividad marítima y principalmente a la conectividad aérea en los SIDS. La conectividad marítima mostró cierta mejora a fines de 2020, sin embargo, la pérdida de conectividad es particularmente fuerte en Belice, que cayó 16 posiciones. Además, la pérdida de conectividad por la interrupción de un servicio tiene un gran impacto cuando el número de servicios disponibles es bajo. El cuadro 3 y los mapas 7 a 9 muestran la conectividad marítima en el cuarto trimestre de 2020.

Cuadro 3
Conectividad marítima por país en el Gran Caribe y el Pacífico: LSCI cuarto trimestre 2020 UNCTAD

Islas del Gran Caribe		Continente del Gran Caribe y América del Sur		Islas del Pacífico	
País	LSCI 2020	País	LSCI 2020	País	LSCI 2020
República Dominicana	38,23	Panamá	50,02	Singapur	113,78
Jamaica	35,18	Colombia	49,34	Australia	37,23
Bahamas	32,23	México	48,38	Nueva Zelanda	28,86
Guadalupe	20,26	Guatemala	31,23	Polinesia	13,86
Martinica	18,80	Costa Rica	24,54	Papua Nueva Guinea	11,16
Trinidad y Tobago	15,49	Honduras	11,98	Nueva Caledonia	10,51
Puerto Rico	13,06	Venezuela (República Bolivariana de)	10,99	Guam	9,36
Aruba	9,53	Nicaragua	9,40	Fiji	9,24
Curacao	9,53	Suriname	8,76	Islas Salomón	8,95
Haití	9,26	Guyana	8,20	Samoa	8,05
Cuba	8,50	Belice	7,73	Samoa Americana	7,51
Barbados	7,98	Guayana Francesa	6,36	Tonga	7,40
San Vicente y las Granadinas	6,51	Perú	39,20	Vanuatu	7,36
Dominica	6,33	Ecuador	38,00	Islas Marshall	6,72
Granada	6,19	Brasil	36,81	Kiribati	5,32
Islas Vírgenes de EEUU	5,72	Chile	36,22	Marianas Septentrionales	5,19
Santa Lucía	5,61	Argentina	33,07	Micronesia	4,40
Islas Vírgenes Británicas	5,05	Uruguay	31,59	Timor-Leste	2,63
Sint Kitts y Nevis	5,05	El Salvador	8,44	Palau	2,61
Antigua y Barbuda	5,01	Paraguay	1,85	Islas Cook	2,52
Anguilla	4,47	Bolivia (Estado Plurinacional de)	0,00	Niue	2,04
Montserrat	4,47			Tuvalu	1,70
Bonaire	4,44			Nauru	
Islas Caimán	2,04				
Bermuda	1,79				
Islas Turcas y Caicos	1,13				

Fuente: Cálculos realizados por los autores, sobre la base de datos de UNCTADstat.

Mapa 7
Conectividad marítima por país en el Gran Caribe: LSCI cuarto trimestre 2020 UNCTAD



Fuente: Cálculos realizados por los autores, sobre la base de datos de UNCTADstat.

Mapa 8
Conectividad marítima por país en América del Sur: LSCI cuarto trimestre 2020 UNCTAD



Fuente: Cálculos realizados por los autores, sobre la base de datos de UNCTADstat.

Mapa 9
Conectividad marítima por país en el Pacífico: LSCI cuarto trimestre 2020 UNCTAD



Fuente: Cálculos realizados por los autores, sobre la base de datos de UNCTADstat.

La caída global de la conectividad aérea 2020 vs 2019 fue del 57%, según IATA, en la mayoría de las islas se destacó por su estrecha relación con el transporte y el turismo. La mayor pérdida, más del 70% de la conectividad aérea medida por el indicador Aéreo ocurrió en las Islas Cook, Fiji, Vanuatu, Islas Marshall, Niue, Tuvalu, Micronesia, Kiribati, Tonga, Palau, Cuba y Trinidad y Tobago. El cuadro 4 y los mapas 10 a 12 el estado de la conectividad aérea en 2020.

Cuadro 4
Conectividad aérea por país en el Gran Caribe y el Pacífico: puntuación de conectividad aérea 2020 IATA

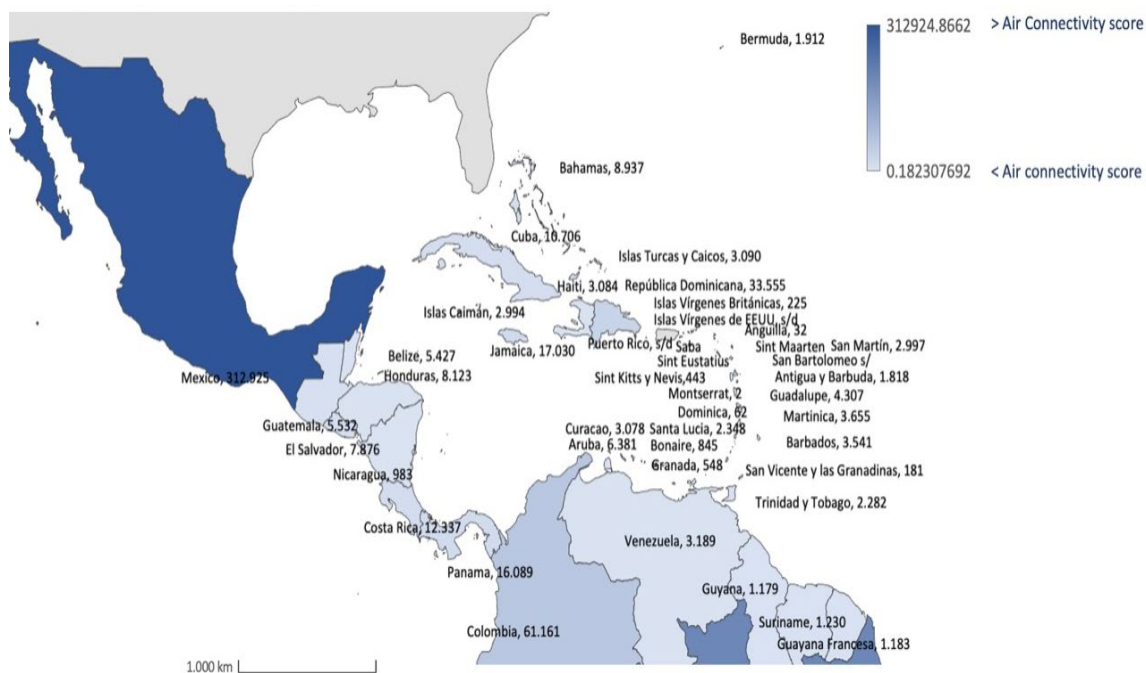
Islas del Gran Caribe		Continente del Gran Caribe y América del Sur		Islas del Pacífico	
País	ACS 2020	País	ACS 2020	País	ACS 2020
República Dominicana	33 555	México	312 925	Australia	196 997
Jamaica	17 030	Colombia	61 161	Nueva Zelanda	40 891
Cuba	10 706	Panamá	16 089	Polinesia	2 580
Bahamas	8 937	Costa Rica	12 337	Fiji	2 126
Aruba	6 381	Guatemala	5 532	Papua Nueva Guinea	1 618
Guadalupe	4 307	Venezuela (República Bolivariana de)	3 189	Nueva Caledonia	1 040
Martinica	3 655	Honduras	3 073	Samoa	604
Barbados	3 541	Belice	2 000	Palau	262
Islas Turcas y Caicos	3 090	Nicaragua	983	Vanuatu	249
Haití	3 084	Brasil	201 780	Islas Cook	248
Curacao	3 078	Chile	33 649	Tonga	158

Cuadro 4 (conclusión)

Islas del Gran Caribe		Continente del Gran Caribe y América del Sur		Islas del Pacífico	
País	ACS 2020	País	ACS 2020	País	ACS 2020
Sint Maarten	2 997	Perú	29 207	Islas Salomón	124
Islas Caimán	2 994	Argentina	20 927	Islas Marshall	31
Santa Lucía	2 348	Ecuador	10 043	Nauru	24
Trinidad y Tobago	2 282	El Salvador	7 876	Niue	16
Bermuda	1 912	Bolivia (Estado Plurinacional de)	4 331	Micronesia	11
Antigua y Barbuda	1 818	Uruguay	2 347	Kiribati	10
Bonaire	845	Paraguay	1 083	Tuvalu	0
Granada	548				
Sint Kitts y Nevis	443				
Islas Vírgenes Británicas	225				
San Vicente y las Granadinas	181				
Dominica	62				
Anguilla	32				
Montserrat	2				

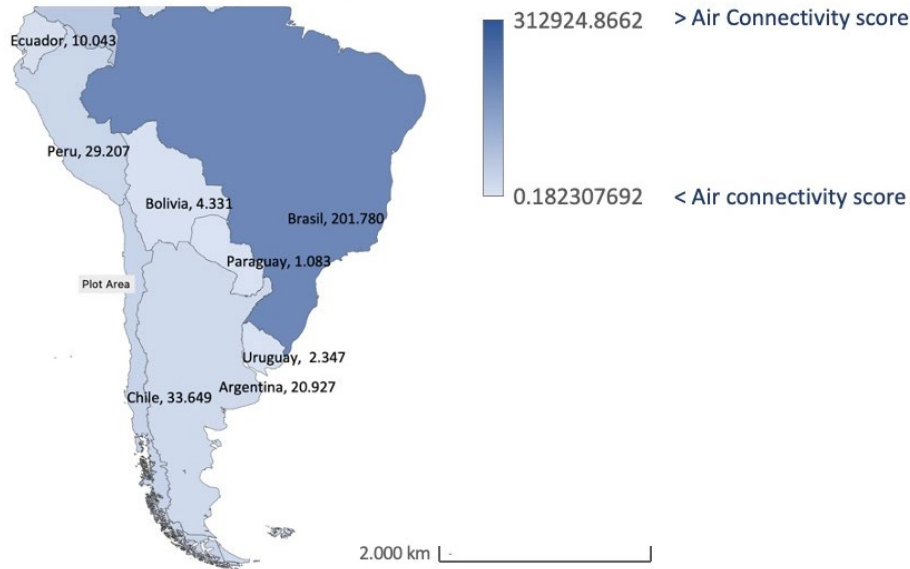
Fuente: Cálculo del autor, basado en los datos de IATA – Air Connectivity. Colaboración IATA (actualizada a partir de cifras anteriores).

Mapa 10
Conectividad aérea por país en el Gran Caribe: puntuación de conectividad aérea 2020 IATA



Fuente: Cálculo del autor, basado en los datos de IATA – Air Connectivity. Colaboración IATA (actualizada a partir de cifras anteriores).

Mapa 11
Conectividad aérea por país en América del Sur: puntuación de conectividad aérea 2020 IATA



Fuente: Cálculo del autor, basado en los datos de IATA – Air Connectivity. Colaboración IATA (actualizada a partir de cifras anteriores).

Mapa 12
Conectividad aérea por país en el Pacífico: puntuación de conectividad aérea 2020 IATA



Fuente: Cálculo del autor, basado en los datos de IATA – Air Connectivity. Colaboración IATA (actualizada a partir de cifras anteriores).
 Nota: Los gráficos son esquemáticos y no a escala (Diferentes escalas para representar el Gran Caribe y el Pacífico). Algunos países en los mapas no están coloreados debido al pequeño tamaño de la imagen; los países pintados de gris indican falta de datos o fuera del área cubierta en el estudio. La escala de color corresponde al aumento de la intensidad del color en relación con el valor del indicador. El rango de degradación del color no es exacto a la relación de variación del indicador.

Como se puede observar según el indicador de conectividad marítima, determinados países registran un alto grado de conectividad. Sin embargo, la conectividad marítima está relacionada con los buques portacontenedores especializados que hacen escala en la costa y no considera la vinculación de los nodos en la costa con los nodos en el interior del territorio –Hinterland. Por ejemplo, destaca el caso de la Guayana Francesa, donde su interior se caracteriza por una orografía característica de la Amazonía con localidades aisladas. Del mismo modo, la conectividad aérea considera solo los principales nodos de infraestructura aérea. En el siguiente apartado, a través de un ejemplo de desastre, se destaca la importancia de la conectividad del interior, en particular a zonas remotas, con la puerta de entrada comercial a un país. El avance en los puntos de referencia que miden la conectividad de las zonas remotas en función de los servicios de transporte disponibles, por país es una tarea de investigación pendiente a fin de identificar las regiones con mayores requerimientos de accesibilidad.

D. Respuestas de emergencia en regiones aisladas y sus vulnerabilidades

En cuanto las funciones de la logística, la integración de los servicios auxiliares y de transporte es un factor clave para las operaciones de ayuda humanitaria. Estar preparado y conocer las características de la zona afectada, la disponibilidad de recursos en servicios e infraestructuras, y el origen de la ayuda, resulta crucial en cuanto al hecho de que cada desastre exhibe un conjunto particular de características, y hay casos en los que impactan simultáneamente. La respuesta de ayuda llega al sitio de los desastres desde un almacén diferente de las organizaciones que proporcionan recursos para el socorro, y luego se distribuye regionalmente. La siguiente imagen muestra un claro ejemplo de la ayuda proporcionada por Australian Aid en el ciclón Harold. *"El ciclón tropical golpeó por primera vez las Islas Salomón con una calificación de categoría 1 los días 2 y 3 de abril de 2020, antes de avanzar a Vanuatu el 5 de abril, donde escaló a categoría 5. El ciclón pasó a afectar al sur de Fiji como categoría 4 el 8 de abril, antes de llegar a Tonga a primera hora del 9 de abril, habiéndose vuelto a intensificar a la categoría 5"* "A petición del Gobierno de Vanuatu, cuatro vuelos entregaron suministros de socorro humanitario a Vanuatu los días 13, 21, 26 de abril y 16 de mayo. Los suministros incluyeron refugio (tiendas de campaña y lonas) para 4.800 personas, kits de higiene para más de 5.000 personas, kits de cocina para más de 1.200 personas, mosquiteros para más de 5.000 personas y linternas solares para más de 140 personas. Los suministros fueron proporcionados por el Gobierno de Australia, el Reino Unido, las Naciones Unidas, las ONG australianas y la Cruz Roja. Australia también proporcionó suministros médicos esenciales para apoyar la respuesta de Vanuatu a la COVID-19, incluidos los cartuchos GeneXpert COVID-19, lo que permite a Vanuatu realizar pruebas de COVID-19 en el país. Se implementaron protocolos estrictos al entregar suministros para minimizar cualquier posibilidad de transmisión del virus COVID-19 a Vanuatu". (Australian Government, 2020).

Diagrama 3
Respuesta de emergencia en Australia al ciclón tropical Harold

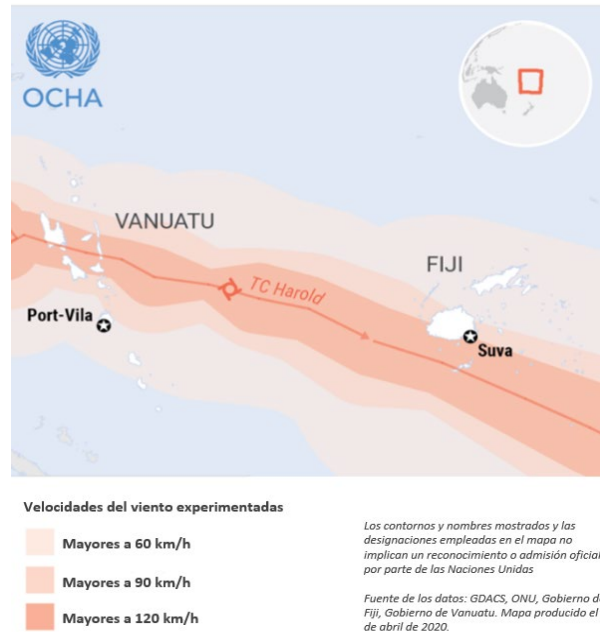


Fuente: <https://www.dfat.gov.au/crisis-hub/Pages/tropical-cyclone-harold>.

"Las Islas del Pacífico son un grupo de 20 pequeñas naciones insulares en desarrollo dispersas por todo el Océano Pacífico que son especialmente vulnerables a desastres a gran escala, como los ciclones. El cambio climático está haciendo que estos desastres sean más frecuentes e intensos. En los últimos cinco años, la región ha lidiado con algunos de los ciclones más destructivos registrados, incluido el ciclón tropical (TC) Pam en 2015, TC Winston en 2016 y TC Gita en 2018. En 2020, las Islas del Pacífico tuvieron que enfrentar un nuevo desafío: capear un ciclón de categoría 5, la medición más alta en la escala de intensidad de ciclones, mientras se enfrentaban a las condiciones paralizantes y la incertidumbre económica provocada por la pandemia de COVID-19" como se refleja en el breve informe "Una nueva vulnerabilidad: COVID-19 y el ciclón tropical Harold crean la tormenta perfecta en el Pacífico" (OCHA, 2020). En este se destacaron los retrasos en la distribución de la ayuda a las comunidades locales.

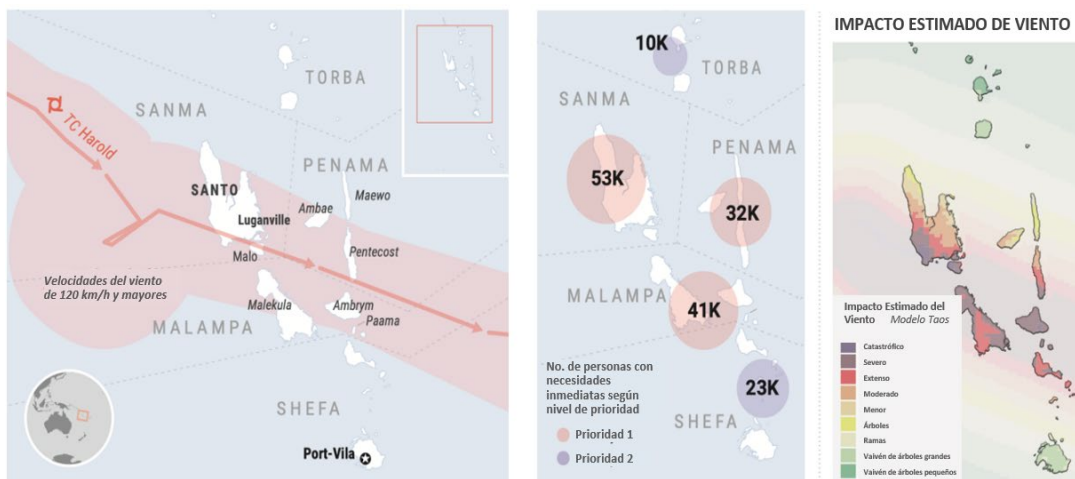
"El ciclón tropical Harold tocó tierra en Vanuatu como ciclón de categoría 5 el 6 de abril con vientos sostenidos de más de 200 km/h. Las provincias septentrionales de Sanma, Malampa y Penama son las más afectadas. Debido a su trayectoria a través del centro de Vanuatu, TC Harold ha impactado directamente en un gran número de islas pobladas y la gran isla de Santo con la segunda ciudad más grande del país, Luganville" (OCHA, 2020). En los siguientes diagramas 4 y 5, se pueden evaluar las diferentes áreas afectadas; cabe destacar que se utilizaron diferentes modos de envío de última milla para llegar a estos.

Diagrama 4
Ciclón Harold, Vanuatu: zona afectada



Fuente: OCHA <https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/OCHA%20Flash%20Update%20no.1%20on%20TC%20Harold%20-%208%20April%202020.pdf>.

Diagrama 5
Ciclón Harold, Vanuatu: zonas más afectadas y estimaciones de impacto



Fuente: OCHA <https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/OCHA-VUT-TCHarold-Snapshot-200408-2.pdf>.

En el informe "Tropical Cyclone Harold Lessons Learned Workshop Report" preparado por la Oficina Nacional de Gestión de Desastres del Gobierno de la República de Vanuatu, se puede observar la primera iniciativa de respuesta, así como las repercusiones de la declaración de emergencia por COVID-19 (26 de marzo), los impactos de TC Harold (6 de abril) al 1 de septiembre (Oficina Nacional de Gestión de Desastres, Gobierno de la República de Vanuatu, 2020).

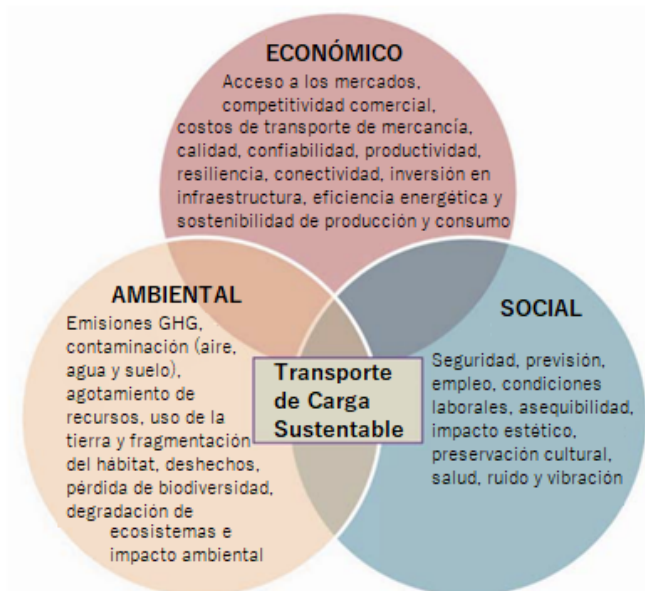
E. Innovación en sistemas de transporte hacia los objetivos de sincro-modalidad

La conectividad está estrechamente ligada al transporte sostenible, ya que abarca accesibilidad, que contribuye a una mayor eficiencia de las cadenas logísticas y aumenta la resiliencia. En consecuencia, no se puede concebir un transporte sostenible de carga sin conectividad sostenible. El transporte de carga presenta una gran dependencia del petróleo, ya que, si se espera que los volúmenes de comercio sigan incrementándose, estos estarán expuestos al aumento y volatilidad de los precios del petróleo, impactando en las economías en desarrollo que ya enfrentan altos costos de transporte, no solo para la economía y el medio ambiente, sino también para los objetivos de desarrollo social más amplios (ESCAP, 2019).

Así mismo, Kreuzer y Wilmsmeier (2014), plantean como prioritario, la reducción de combustible utilizado en el sector del transporte dominado por el petróleo. Plantean que es urgente para la región de Latinoamérica, revisar los patrones de consumo de energía y lograr ganancias de eficiencia energética en la movilidad y resaltan que los avances tecnológicos son importantes para mejorar la eficiencia energética de la movilidad, pero que son solo una parte de la ecuación, consideran muy importante trabajar en la promoción de cambios hacia modos de transporte más eficientes, apuntando a un enfoque más holístico para aumentar la eficiencia en la movilidad en todo el sistema. En este contexto, ESCAP (2019) advierte que, en términos de la sostenibilidad del transporte, desempeñan un rol importante en el sector privado los cargadores -generadores de carga- y los freight forwarders, al ponderar sus prácticas operativas y modelos de negocio; representan además un claro punto de referencia para el estudio del entorno normativo y políticas, disponibilidad de recursos y tecnología, así como de las condiciones generales de conectividad.

En general el término "transporte sostenible" se usa indistintamente con el término "transporte verde", con un enfoque en la mitigación del impacto ambiental de los distintos tipos de operaciones. Para la UNCTAD -United Nations Conference on Trade and Development- el transporte de cargas sostenible debe considerar igualmente las dimensiones "económica, social y medioambiental" del sector de manera integrada para asegurar sinergias, complementariedad y coherencia. Por tanto, ESCAP (2019) apoya el desarrollo de "sistemas de transporte que sean seguros, socialmente inclusivos, accesibles, confiables, asequibles, eficientes en el consumo de combustible, respetuosos con el medio ambiente, con bajas emisiones de carbono, resilientes a los shocks, incluidos los causados por el cambio climático y los desastres naturales". El siguiente diagrama permite visualizar la complementariedad entre los conceptos que componen al marco de trabajo *Transporte de Carga Sustentable*.

Diagrama 6
Conceptos principales de transporte de carga sustentable



Fuente: UNCTAD framework for Sustainable freight transport (2017) <https://www.sft-framework.org/UNCTAD-SFT-Framework.pdf> en ESCAP (2019).

El concepto de “conectividad sostenible”, planteado por ESCAP (2019), tiene estrecha relación con la “logística” definida como la articulación de la provisión de servicios de infraestructura, la producción, la facilitación del movimiento, la distribución de bienes y la regulación de servicios e información a lo largo de la cadena global. “La integración logística es parte fundamental de la integración productiva, a tal punto que, sin una adecuada y eficiente interconexión de las redes de infraestructura y servicios asociados, no es posible la generación de cadenas de valor y la integración productiva en general” (Jaimurzina, Pérez y Sánchez Ricardo, 2015). Estos conceptos reflejan la importancia de considerar los servicios e infraestructuras logísticas, que deben garantizar las condiciones de movilidad y conectividad para el desarrollo. Existe una diversidad de estudios que hacen foco en la conectividad marítima; sin embargo, la conectividad del hinterland puede considerarse un factor clave a no perder de vista.

La accesibilidad es función de las cadenas logísticas entre orígenes y destino, y en el acceso a un territorio se utilizan uno o más modos de transporte. Se presenta una tendencia hacia sistemas comodales o sincro-modales: Khakdaman, Rezaei y Tavazzy (2020) explican claramente el avance en esta tendencia, los conceptos de multimodalidad, intermodalidad y transporte combinado se desarrollaron en los años '80 y '90. Así los describen: en publicaciones del año 1980, UNCTAD define la multimodalidad como el transporte de carga utilizando dos o más modos de transporte, la intermodalidad agrega que sea en la misma unidad de transporte, puerta a puerta y con una mayor integración. El transporte combinado y la co-modalidad ponen el foco más en la sostenibilidad y la eficiencia. La sincro-modalidad (intermodalidad sincronizada) agrega dos atributos más, la flexibilidad (adaptativo) y la selección del modo de transporte en base a información en tiempo real, consecuentemente menor costo, en la configuración económicamente óptima. Los proveedores de servicios logísticos, en este modelo, tienen la flexibilidad para tomar decisiones a tiempo real en función de las variaciones de la demanda y la disponibilidad de recursos disponibles en la red logística.

Se evidencia un cambio de paradigma del transporte hacia sistemas más eficientes, sostenibles y resilientes, sistemas que brinden una conectividad —accesibilidad— con servicios e infraestructuras logísticas integradas y coordinadas, que respondan a la demanda. La tendencia hace foco en una planificación gestionada de la infraestructura con una matriz de transporte hacia sistemas co-modales y sincro-modales, una nueva gobernanza de los servicios e infraestructuras de transporte. Esta tendencia en las operaciones logísticas se conjuga con el desarrollo de infraestructuras de transporte sostenibles, flexibles adaptables a una demanda dinámica que lleva a replantear las inversiones en infraestructuras fijas y los modelos de financiación y gestión de las mismas.

El siguiente capítulo destaca las ventajas de los dirigibles como un potencial *game-changer* en la optimización logística, preparado para responder a los nuevos desafíos logísticos observados. Cabe destacar para el desarrollo de las perspectivas de una solución *airship* en materia de respuesta humanitaria que la literatura consultada propone un marco para el modelado operativo y de negocios en respuesta a emergencias basado en una definición del concepto de Logística Humanitaria informada por diferentes fuentes académicas e industriales que reflejan las sensibilidades del asunto en cuestión: *"El proceso de planificación, implementación y control del flujo y almacenamiento eficiente y rentable de bienes y materiales, así como la información relacionada, desde el punto de origen hasta el punto de consumo con el fin de satisfacer las necesidades del destinatario final"*. (Tatham et al., 2017).

II. Avances en la tecnología del *airship* y su integración

A lo largo del presente capítulo se introducirá el estado de arte de la tecnología *airship*, su flexibilidad, ventajas y la incidencia de los estudios técnicos territoriales para encontrar respuesta a los desafíos de conectividad. Los conceptos presentados aquí para explorar los parámetros técnicos en aspectos tanto operativos como de competitividad y sustentabilidad económica en el diseño de servicios por *airship* se basan en estudios de aplicaciones operativas y escenarios hipotéticos de prestación de servicios. Estos mismos se verán plasmados en el capítulo siguiente, sobre casos para la prestación de servicios que aporten soluciones a necesidades concretas en regiones remotas o aisladas, según una serie de casos hallados en la literatura vigente.

A. Características y variantes de la tecnología *airship* para el cumplimiento de los desafíos de movilidad y logística

Existe una notable diversidad en la tecnología de dirigibles y en sus modos y funcionalidades operativas, para operaciones comerciales como no comerciales (como la ayuda humanitaria y los servicios de mitigación de desastres), junto con los estándares de logística y conectividad que tiene el potencial de elevar. Además de transportar carga y pasajeros para vuelos regulares o de rescate, los *airship* pueden proporcionar servicios de comunicación y monitoreo a lugares remotos y vulnerables, así como brindar atención médica a través de unidades sanitarias móviles.

El conjunto de ventajas que se detallará a lo largo el actual capítulo, resulta potencialmente crucial para avanzar en el nuevo enfoque de la Economía Azul, propuesto en documentos recientes de los ODS, y particularmente relevante para los Pequeños Estados Insulares en Desarrollo frente al cambio climático, la pandemia de COVID-19 y otros problemas de impacto global. Un artículo publicado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, que reflexiona sobre el impacto de los problemas del último año, formula la siguiente postura: "*Los SIDS pueden considerarse los Grandes Estados Oceánicos: sus territorios oceánicos son unas 20,7 veces mayores que su superficie terrestre. Como una de sus mayores oportunidades, son pioneros en el paradigma de la Economía Azul que promueve el uso*

sostenible de los recursos oceánicos al tiempo que genera crecimiento económico, empleos e inclusión social y financiera y preserva y restaura los ecosistemas oceánicos. Seychelles ha liderado con el ejemplo al emitir el primer bono azul soberano de su tipo, movilizando US \$ 15 millones para proyectos de economía azul” (UNDP, 2021). Desde el año 2014, las iniciativas para el desarrollo sostenible de los Pequeños Estados Insulares en desarrollo se han articulado en el marco de los programas inter-regionales de las Naciones Unidas a través de la "Vía de las Modalidades de Acción Aceleradas de los Pequeños Estados Insulares en Desarrollo (SAMOA)" con un plan de 10 años centrado en la asistencia internacional, que se verá optimizado y complementado con las mejoras en la conectividad que los dirigibles pueden facilitar. Por su parte, la afinidad con los objetivos del rumbo hacia la sincro-modalidad, hace que las mismas consideraciones para su aplicabilidad en Estados Insulares resulten equivalentes en territorios aislados de grandes extensiones ya sean selváticas, heladas o de otras características, como se encuentran en el Amazonas, el Norte Canadiense, la Patagonia y otros lugares del mundo con desafíos en el acceso y la integración logística.

La incorporación de *airships* como un nuevo modo de transporte capaz de mejorar la movilidad y la logística en términos de comodalidad/sincromodalidad, es un objetivo para la industria del transporte y la logística, centrado en servicios e infraestructuras logísticas integradas. Esto constituye un apoyo a la realización de las metas de sostenibilidad y al desarrollo de la industria de dirigibles en una escala acorde a sus posibilidades tecnológicas, para lo cual debe contarse con nuevas regulaciones y acuerdos de cooperación hacia una red sostenible con logros de integración global económica y social a través de mejoras en la conectividad, en consonancia con los principios técnicos y desafíos señalados en el capítulo anterior.

El *airship*, en sus diversas variantes de ingeniería, tiene el potencial de ser una tecnología de carácter disruptivo, con un desarrollo significativo en los últimos años. Ofrece las capacidades técnicas para hacer una amplia contribución a la optimización de las redes de movilidad y logística en comunidades y territorios aislados, especialmente, pero no solo en los Pequeños Estados Insulares en Desarrollo (SIDS). Este modo innovador debe incorporarse a la matriz de transporte (tanto a nivel nacional como regional), para que esta última avance hacia redes más eficientes, sostenibles y resilientes. Los *airship* no necesariamente compiten con otros medios de transporte, sino que complementan los modos tradicionales lo que mejora la comodalidad/sincromodalidad y también realizan funciones sociales, logrando una clara mejora en la conectividad, la accesibilidad interior (hinterland) y externa (foreland).

La categorización tradicional de *airships* los ubica principalmente entre 'Rígidos', 'Semirígidos' y 'No rígidos (blimps)'. Teóricamente, todos estos grupos pueden incluir aeronaves más ligeras que el aire o más pesados que el aire, como se describirá más adelante.

- **Rígidos:** Emplean un marco rígido cubierto por una envolvente, con múltiples compartimentos internos que proporcionan sustentación cuando se llenan de gas. Los *airships* rígidos son generalmente aeronaves más ligeras que el aire y se pueden construir en diferentes tamaños debido a que generalmente no están presurizadas.
- **Semi-rígidos:** Un marco simple y la presurización de la envolvente por gas mantienen unida la forma del vehículo, con uno o más compartimentos internos. Estos *airships* pueden ser más pesados o más ligeros que el aire.
- **No-rígidos:** También conocidos como "blimps", dependen completamente de la presión interna del gas para conservar su forma durante el vuelo. Los dirigibles promocionales como el 'Goodyear' son ejemplos típicos. En el estado actual de desarrollo, muchos *airships* híbridos (de elevación aerostática más aerodinámica) que operan en funciones de carga y logística no incluyen marcos rígidos en su diseño.

Hay muchas variantes de esta tecnología, pero la mayoría de los modelos relevantes para este estudio y más destacados en los estudios de caso revisados involucran un marco rígido de diferentes

diseños. Entre sus principales ventajas se encuentran una serie de innovaciones tecnológicas centradas en el factor logístico de la flexibilidad (afín a las tendencias hacia la sincro-modalidad) para brindar soluciones operativas sin contacto y con bajo impacto ambiental debido al uso de gases no inflamables como el helio, dando respuesta a los desafíos relacionados con el cambio climático y los tiempos de respuesta de manera conjunta, como se vieron en el Capítulo 1 en casos como el del Ciclón Harold. A continuación, se presentan algunas de las principales ventajas y características de esta tecnología de transporte:

- Su operación implica una mayor flexibilidad y menor requerimiento de inversiones en infraestructura nodal en comparación con modos de transporte tradicionales, incorporando la capacidad de implementar hubs radiales. Añade diversidad en sistemas de distribución e infraestructura terrestre o marítima con una amplia gama de funcionalidades para lograr la rentabilidad en diferentes escenarios logísticos y adaptarse a diferentes casos de terreno y condiciones climáticas.
- Su velocidad se estima entre 100 y 350 kilómetros por hora y, al no tener que seguir un camino definido por carreteras o líneas marítimas, el tiempo de tránsito se reduce en comparación con los modos de transporte desplegados actualmente.
- Mejora la accesibilidad, brindando una alternativa eficiente para reducir el tiempo de tránsito en comparación con otros modos, a excepción de vehículos aéreos convencionales.
- Emplea elevación estática, lo que permite modificar la matriz de consumo de energía para el transporte, y ofrece beneficios para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero CO_2 .
- Su capacidad para la elevación de carga oscila entre 10 y 60 toneladas, potencialmente igualando o superando varios modelos de camiones y aviones que sirven a comunidades relativamente pequeñas en la actualidad. La ingeniería se está actualizando para cargas volumétricamente más altas, entre los rangos de 100 y 250 toneladas métricas.
- Su versatilidad permite la provisión de telecomunicaciones, monitoreo, atención médica y otros servicios a áreas remotas. Puede transportar sistemas aéreos no tripulados (UAS), y ciertos modelos pueden cargar y descargar en modo de vuelo estacionario, entre otras posibilidades de las diferentes variantes tecnológicas.
- Presenta parámetros innovadores de ingeniería y navegación tales como la respuesta en tiempo real durante la misión y la flexibilidad de entrega de última milla, considerados de mayor relevancia en los casos de estudio vigentes, que resultan afines a los objetivos de la sincro-modalidad y una mejor integración de los servicios logísticos. Su versatilidad permite la provisión de telecomunicaciones, monitoreo, atención médica y otros servicios a áreas remotas.

A continuación, se realiza una descripción general de algunas de las tecnologías relevantes que están desarrollando en la actualidad las empresas de la industria de *airships*. Esta de ninguna manera es una muestra exhaustiva, sino una selección que sigue los criterios de discusión de los modelos que se pueden encontrar en los estudios de caso relevantes para operaciones de emergencia y otras publicaciones recientes, que se abordarán a lo largo del presente estudio. El cuadro 5 muestra las principales características técnicas de este modo de transporte ejemplificadas en estos modelos. Es importante indicar que se trata de modelos aún en construcción o en etapas de planificación; en algunos casos, como se indica en el cuadro, ciertos prototipos de prueba de vuelo se completaron en los últimos años.

Una breve nota sobre los desarrollos recientes de cada productor se presenta en la fila inferior del cuadro; esto es de interés debido a la naturaleza incipiente de la industria de *airships* en general en el momento actual, y el papel prominente que desempeñan la construcción de prototipos y los vuelos de prueba en este período de financiación y búsqueda de negocios. Vale mencionar que dentro de la diversidad de actores privados, distintos aspectos de su desarrollo se pueden encontrar más avanzados

tales como la capacitación de vuelo, los procesos de certificación, la fabricación de vehículos y otros factores donde una iniciativa puede encontrarse en un mayor grado de consolidación actual que otra. Se ha buscado ponderar y dejar reflejada la utilidad de la evaluación de cada proyecto relevante según sus fortalezas y aportes al avance de la ingeniería y la planificación de mejoras en los servicios. Algunas de las iniciativas son llevadas adelante por actores privados que ocupan el rol de desarrolladores de ingeniería y de fabricantes, estando algunos más enfocados en áreas de investigación, mientras que otros se presentan como prospectivos operadores y proveedores de servicios de transporte mediante el *airship*, adoptando diferentes modelos y tecnologías en cada caso. Existen algunas iniciativas, como se verá, que buscan abarcar las funciones de desarrollador y de operador, o que incorporan nuevas funciones como parte del crecimiento continuo de su estructura corporativa. Un aporte fundamental del conocimiento brindado por los expertos en contratación de servicios, principalmente en el campo humanitario, enfatiza la importancia de conocer el rol de cada organización en la actualidad y su determinada área de mayor potencial de idoneidad dentro de la gama de funcionalidades y terrenos que puede cubrir el *airship*.

A continuación, se presenta un párrafo introductorio para cada uno de los modelos exhibidos, con base en publicaciones emitidas por reporteros de la industria; con ello se pretende introducir e ilustrar su enfoque de la ingeniería operativa. Otro aspecto, muy relevante, del camino a seguir para la industria de *airships* hacia su objetivo de lanzar sus servicios de transporte a gran escala, es el de los procedimientos regulatorios para la construcción de las aeronaves y la obtención de la certificación aeronáutica. El progreso de cada desarrollador en el sector con respecto a los procedimientos de certificación, así como la situación en la industria en general constituye un tema de investigación en el que se debe avanzar a medida que se concreten mayores avances en tal materia y aumenten las posibilidades de profundizar en su estudio; las averiguaciones que se consiguieron en dicho campo, junto a las conclusiones generales sobre el papel de los organismos e instituciones interregionales que prestan asistencia técnica se mostrarán en el capítulo 4 de Conclusiones y reflexiones finales, para dar pie a las recomendaciones lineamientos de investigaciones futuras.

1. Varialift ARH50

“Se espera que el primer dirigible comercial de carga pesada Varialift, el ARH 50, esté certificado para transportar hasta 50 toneladas métricas (50,000 kg; 110,200 lb) de carga y será impulsado por motores de turbina de gas. El exterior rígido de aluminio ofrece el potencial de agregar paneles solares de película delgada en el casco y baterías para alimentar un sistema de propulsión distribuida en futuras versiones. Hay espacio para casi 10,000 metros cuadrados (107,600 pies cuadrados) de paneles solares en un casco ARH 50.” (Lynceans.org technical profile, 2021).

2. Flying Whales LCA60T

“El LCA60T tiene 200 m de largo por 50 m de ancho con una vasta bahía de carga de 96 m de largo, lo que lo convierte en el primer dirigible de la historia capaz de cargar y descargar hasta 60 toneladas de carga mientras flota, transportando efectivamente cargas pesadas y abriendo áreas de difícil acceso.” (Dubai World Expo, 2021).

3. HAV Airlander 50

“Airlander 50 es un avión de carga pesada que ofrece soluciones para industrias como la minería remota, petróleo y gas y más... Muchas industrias, como la minería remota y la ayuda humanitaria, dependen de una infraestructura sustancial, a veces frágil, para transportar carga. Airlander 50 ofrecerá una nueva solución que permite el movimiento eficiente de carga pesada e incómoda sin dañar el medio ambiente.” (HAV website, 2021).

4. Lockheed-Martin LMH1

“Capaz de transportar 47,000 libras de carga útil (casi 21,320 kilogramos) y hasta 19 pasajeros en rangos de hasta 1,400 millas náuticas (2,593 kilómetros) a una velocidad de crucero de 60 kts (111.12 km/h), la aeronave híbrida de Lockheed Martin ofrece menores costos de transporte de carga a áreas remotas que las alternativas aéreas actuales y por carretera no pueden igualar. El LMH-1 deriva el 80% de su sustentación de la flotabilidad del gas helio y el 20% de la sustentación aerodinámica generada por la forma del vehículo trilobulado y el empuje de sus cuatro motores de hélice.” (Aviation Week online profile, 2021).

5. Aeroscraft ML866

“Aeroscraft ML866 es el primer vehículo aéreo rígido de flotabilidad variable del mundo. Fue desarrollado por la Worldwide Aeros Corporation para el transporte de carga pesada. El vehículo aéreo es capaz de controlar la sustentación en cada etapa del vuelo, desde el despegue hasta el aterrizaje. A diferencia de las aeronaves y las aeronaves híbridas, la Aeroscraft ML866 descarga carga a bordo sin volver a lastrar. El Aeroscraft ML866 fue presentado por primera vez en la feria de la Asociación Nacional de Aviación Comercial (NBAA) en Atlanta en octubre de 2007. Worldwide Aeros recibió una patente de diseño para Aeroscraft de la oficina de Patentes y Marcas de los Estados Unidos en julio de 2012. La compañía también planea lanzar dos versiones más grandes de Aeroscraft, designadas como ML868 (60t) y ML86X (500t).” (Aerospace Technology online profile, 2021).

6. BASI MB560

“La aeronave BASI opera solo desde bases fijas y aterriza en una terminal giratoria. Esto permite que algunos sistemas se ubiquen en tierra, en lugar de en la aeronave. Por ejemplo, el acceso a la energía en tierra reduce el peso y la necesidad de energía eléctrica a bordo durante el amarre y el transbordo de la carga. El equipo de asistencia en tierra, por ejemplo, carretillas elevadoras, se puede colocar en la base. Quizás lo más importante es que se puede utilizar un sistema de lastre a base de agua más simple; El lastre de agua puede estar disponible en cada ubicación para compensar los cambios de peso.

Un sistema de propulsión híbrido-eléctrico se utiliza para alimentar la aeronave. Inicialmente, se emplearán generadores de turbina estándar, pero el plan es eventualmente cambiar al combustible de hidrógeno para eliminar las emisiones de carbono.” (BASI, sitio web, 2021).

Cuadro 5
Principales diseños de dirigibles y sus características técnicas

Vehículo	Varialift ARH50	Flying Whales LCA60T	HAV Airlander 50	Lockheed- Martin LMH1	Aeroscraft ML866	BASI MB560
Capacidad de carga (en toneladas)	50	60	50	23.5	20	30
Longitud (en metros)	150	200	119	85	94.5	170.7
Velocidad de crucero (en kilómetros/hora)	350	100	195	111	120	148
Rango (en millas náuticas/kilómetros)	6 000/ 11 112	540/ 1 000	2 600/ 4 815	1 400/ 2 593	1 000/ 1 852	1 200/ 2 222
Tripulación	2	2	7	2	2	2
Pasajeros	14	0 (solo carga)	50 (con prestaciones turísticas)	19	0 (solo carga)	0 (solo carga)
Max. Altitud	30 000 pies	10 000 pies	10 000 pies	10 000 pies	12 200 pies	10 000 pies

Cuadro 5 (conclusión)

Vehículo	Varialift ARH50	Flying Whales LCA60T	HAV Airlander 50	Lockheed-Martin LMH1	Aeroscraft ML866	BASI MB560
Tipo	Rigid	Rigid	Hybrid/Rigid	Hybrid/Non-Rigid	Hybrid/Rigid	Rigid
Características operativas	Sin infraestructura para el aterrizaje: aterrizaje autónomo en superficie plana y despegue vertical	Sistema de manejo de carga en flotación: bases de alcance de 500/1000 km para mantenimiento cerca de almacenes	Aterrizaje autónomo	Aterrizaje y acoplamiento autónomos con tecnología grip	Air cushion take-off/landing system (ACTLS); aterrizaje autónomo sin tripulación de tierra adicional; Sistema interno de control de lastre para descargar envíos sin emplear balasto	Sistema BART de bases fijas
Progreso actual del desarrollador	Banco de ensayos construido en 2011. Prototipo ARH-PT en construcción (para pruebas de vuelo y entrenamiento)	Primer vuelo del LCA60T programado para 2024, certificación de tipo 2026	Airlander 10 (elevación de 10 toneladas) completado en marzo de 2016 para vuelos de prueba (una unidad); programa completado en 2019 después de accidentes; ejecución de producción prevista para 2025; Airlander 50 bajo desarrollo de ing.	Prototipo de demostración de vuelo y tecnología de prueba P-791 (21 toneladas) construido en 2006; primeras 12 unidades LMH-1 en construcción para Straightline Aviation	Actualmente busca US \$ 3 mil millones para construir 24 vehículos, incluidos los modelos más grandes 868 (elevación de 225 toneladas) y 86X (elevación de 500 toneladas); Prototipo de vuelo de prueba Dragons Dream construido y completado en 2013	Desarrollo de investigación y de ingeniería en curso

Fuente: Autor, a partir de los datos publicados por los desarrolladores.

Nota: La velocidad y otras cifras pueden ser redondeadas o aproximadas.

B. Principales innovaciones en ingeniería y flexibilidad logística

A continuación se describirá en mayor detalle las facilidades operativas en relación a las principales innovaciones de ingeniería en servicios de transporte via *airship*, según se explora en las principales fuentes consultadas de la literatura vigente. Estas características incluyen métodos de maniobra en vuelo, modalidades de aterrizaje, y la entrega y manejo de cargas. En las distintas combinaciones de funcionalidad, las innovaciones del *airship* incluyen ventajas que abarcan a grandes rasgos tanto a la logística de cargas como a la prestación de servicios auxiliares y humanitarios. Se proseguirá a destacar en cuales funciones específicas presenta mayor idoneidad para una u otra alternativa, junto a las cualidades de resiliencia en su diseño que los hacen aptos para combinar ambos enfoques en un sistema de transporte integrado, ya sea en combinación o como alternativa a modos de transporte existentes. Junto a las consideraciones de navegación, maniobra y operaciones de carga y descarga, se atiende a las cualidades de la ingeniería que hacen al *airship* adecuado para la reducción del impacto ambiental, refuerzan su carácter sustentable y presentan una oportunidad disruptiva para optimizar los factores logísticos tendientes a la sincro-modalidad y desarrollo de infraestructuras flexibles.

1. Ventajas e integración

La capacidad que proporcionan los dirigibles para lograr la entrega de última milla es uno de sus principales activos para superar las limitaciones en la cobertura de ayuda humanitaria para

comunidades aisladas. Su rango de navegación ampliado y flexibilidad facilita la accesibilidad más ampliamente que con los principales aviones y vehículos terrestres tradicionales actualmente empleados en islas pequeñas. La funcionalidad de monitoreo aéreo del dirigible aporta una ventaja decisiva en la prevención y contención de desastres como incendios generalizados, terremotos, huracanes e inundaciones que podrían afectar a esas mismas comunidades con frecuencia. Su funcionamiento simultáneo con otros vehículos que mitigan desastres puede garantizar una mejora significativa en las posibilidades de que la respuesta se entregue de manera oportuna.

La integración en proyectos de *airship* con otros modos y con nuevos avances tecnológicos como los UAS (en general, drones y dispositivos similares) podría optimizar sus ventajas de movilidad y superar ciertos retos relacionados con sus propias dimensiones, así como ofrecer una respuesta más completa a los desafíos de los territorios por los que navegaría, con diferentes tecnologías adaptándose a un conjunto de funciones y tipos de operaciones. La idoneidad de la tecnología para la entrega de última milla resulta claramente una de las piedras angulares de las ventajas del dirigible en la conectividad, y particularmente para las áreas de difícil acceso en islas pequeñas.

Como se verá en casos de estudio referidos a esta combinación, como el de Jeong et al. (2020), la misma permite convertir al *airship* en un centro de distribución móvil para envíos de menor porte relativo. Además, territorios aislados como las islas pequeñas, con una mayor propensión a eventos naturales o climáticos extremos, o dependientes de la navegación fluvial en la mayor parte de su extensión como el Amazonas, tienen un diferencial de eficiencia aún mayor para obtener del uso de esta tecnología: *"En casos de desastres naturales, la logística más desafiante es la etapa final de la entrega en la que se interrumpe la infraestructura de transporte de superficie. Una aeronave podría cumplir este papel mejor que cualquier otro dispositivo conocido. La capacidad de una aeronave para despegar y aterrizar verticalmente le permitiría llegar a áreas remotas a las que no pueden acceder los aviones convencionales. Un dirigible, mucho más barato de operar que un avión convencional, puede transportar ayuda directamente desde el punto de suministro hasta el punto de necesidad, con una infraestructura de apoyo mínima. La fortaleza de los dirigibles de carga es proporcionar una respuesta logística sostenida para ayudar a la supervivencia y la reconstrucción"* (Prentice et al, 2021).

2. Métodos de aterrizaje y acoplamiento

Ciertos modelos de la variante Hybrid, tales como los LMH-1 de Lockheed Martin y ML866/868 de Aeroscraft que operan en modo de despegue y aterrizaje vertical (VTOL), requieren un área circular con un diámetro de unos 360 m (1.200 pies) tanto para el despegue como para el aterrizaje. Los estudios realizados por los operadores prospectivos que buscan incorporar este tipo de modelos calculan que su área de aterrizaje se aproximaría al de un campo de juego de football, sin la necesidad de una superficie pavimentada. Este tipo de maniobra es posible gracias a la capacidad de los motores del dirigible para redirigir el flujo de aire y, según Jeong et al. (2020), "elimina la necesidad de una amplia gama de equipos de asistencia en tierra". Aeros, el productor de la serie ML, describe su propio método VTOL de flotabilidad variable de la siguiente manera: *"Un obstáculo que enfrentan los dirigibles convencionales e híbridas es su incapacidad para controlar la flotabilidad sin ventilar el helio. Otro desafío operativo que enfrentan las aeronaves y las aeronaves híbridas es la incapacidad de controlar o ajustar la elevación estática durante las operaciones. El requisito de las aeronaves tradicionales para el intercambio de lastre externo y la infraestructura terrestre existente ha limitado significativamente su utilidad de carga. Una vez que la carga se descarga, las aeronaves tradicionales dependientes del helio se vuelven extremadamente ligeras, y esta elevación estática hace que floten. Para combatir estas fuerzas, requieren un intercambio de lastre externo, utilizando rocas, hielo, agua o bolsas de plomo, para mantener la aeronave anclada al suelo. Al estar equipado*

con capacidad para maniobras VTOL, el dirigible Aeroscraft puede entregar carga directamente desde el punto de origen hasta el punto de necesidad² ”.

Tatham et al. (2017) mencionan algunos de los casos en los que esta característica en sus diferentes formas sería aplicable para la respuesta de emergencia de una manera que contribuya a la flexibilidad logística, presentando la capacidad de realizar maniobras de aterrizaje / despegue desde lugares como "campos, pantanos o incluso desde aguas costeras adyacentes a una playa". Esto mejoraría el parámetro de flexibilidad como se mencionó anteriormente y permitiría ajustes en la entrega de carga durante el vuelo y en tiempo real con el curso del evento de desastre. Ampliando el enfoque de los dirigibles híbridas como transportistas de carga para las operaciones de socorro, que se aplica a los principales aspectos estructurales de su modelado de casos, los autores señalan otras funcionalidades propias de la solución *airship*, tales como unidades sanitarias y de salud móviles que transportan equipos médicos, insumos y tripulación a diferentes ubicaciones afectadas con flexibilidad de respuesta rápida; instalaciones de agua y otros servicios esenciales y su personal de ingeniería y operación, entre muchos otros (Tatham et al., 2017). Esto permitiría dar respuesta a los desafíos de sincro-modalidad planteados en la sección 2.5 'Innovación en sistemas de transporte hacia los objetivos de sincro-modalidad' del presente estudio, atendiendo a sus principales factores de interés, cuestión que se profundizará en el Capítulo 3 a partir de la aplicación de dichos factores en escenarios hipotéticos de servicio mediante el *airship*.

Tatham et al. (2017) mencionan el método de "cargas en posición colgante", implementado en esquemas operativos por los ingenieros de fabricantes como Lockheed Martin, entre otros, entre las alternativas que permiten eludir la necesidad de un área de aterrizaje; sin embargo, esto reduciría la capacidad de elevación útil del vehículo a aproximadamente 6 toneladas, sumado al hecho de que necesitaría evitar condiciones de vientos fuertes para operar. Esto es ilustrativo de cómo la capacidad de elevación útil se ve condicionada en diferentes formas por los métodos de maniobra de despegue, lo que la convierte en un aspecto particularmente sensible de la ingeniería de *airships*. Según una fuente de la industria de *airships* híbridos por consulta directa: "Las distancias de despegue varían mucho dependiendo de una pesadez que a su vez depende de la carga y la flotabilidad (que a su vez varía con el llenado / pureza del helio, la temperatura y la altitud). También depende del tipo de despegue, ya sea utilizando elevación aerodinámica y / o empuje vectorial. A alrededor del 75% de carga, el despegue vertical es posible utilizando el empuje vectorial de los motores. Alternativamente, asumiendo un peso de despegue / aterrizaje de 5896.7 kilogramos, el barco puede partir con seguridad sobre un obstáculo de 50' a una distancia de despegue de 2,400". Las disposiciones técnicas se aplican a las características del modelo LMH-1. Tatham et al. (2017) mencionan como evidentes a este respecto que la fuerza y dirección del viento afectarán el funcionamiento del dirigible y especialmente las cifras de estimación de la velocidad de crucero. Según Prentice et al. (2004) con información meteorológica adecuada y pilotos experimentados, el viento podría ser manejado para obtener ventajas debido a que los dirigibles de carga operan con un conjunto de dispositivos electrónicos que incluyen un radar meteorológico y otros dispositivos de vigilancia y comunicaciones que facilitarían un plan de vuelo más eficiente. Los consejos de predicción meteorológica transmitidos en tiempo real desde un centro logístico trabajarían en conjunto con esta tecnología para optimizar las condiciones de vuelo incluso con baja visibilidad, lo que en este escenario solo exigiría una reducción temporal de la velocidad para garantizar la seguridad. Estos conjuntos de ventajas se exploran y validan en Tatham et al. (2017).

3. Soluciones *seamless* y *contactless* y de cuidado ambiental

Ingenieros y expertos aeronáuticos consultados de forma directa para la investigación coinciden en que un *airship* sería capaz de desempeñarse en operaciones con mínimo contacto físico, gracias a su

² Aeroscraft website (Capabilities): <http://aeroscraft.com/capabilities-copy/4580476906>.

reducida necesidad de personal de tripulación a bordo. Como expresó el Dr. Barry Prentice de la Universidad de Manitoba en una entrevista realizada por los autores, "no se necesitaría más de un solo tripulante que requeriría cualquier contacto físico" en un horario regular. Esto ofrece beneficios que cambian el juego para las medidas de respuesta sanitaria y epidemiológica. Se han reportado avances significativos en el uso de *airships* en combinación con otras soluciones tecnológicas recientes como los UAS, principalmente para el cumplimiento entrega de mercancías en terrenos de difícil acceso.

Del mismo modo, los desarrolladores consultados atestiguan que la susodicha combinación es compatible también con otras innovaciones tendientes a la sustentabilidad en la tecnología *airship*, como el desarrollo de pilas de combustible de hidrógeno, y con las características operativas del dirigible. El Dr. Barry Prentice describe estas operaciones de la siguiente manera: *"La aeronave vendría cargada con drones y suministros. Una vez que se liberan los drones, la aeronave se volvería más ligera y comenzaría a elevarse. El H₂ sería liberado y las hélices mantendrían la aeronave abajo hasta que los drones vacíos regresaran. Luego se liberaría el H₂ para obtener la flotabilidad correcta. Después de que la aeronave regrese a su base, se necesitaría agregar más hidrógeno para la elevación para igualar las nuevas cargas que salen"* Como se mencionó antes, un trabajo de investigación reciente de la Universidad de Purdue propone un almacén de vuelo humanitario (HFW), "un dirigible que permanece a grandes altitudes y utiliza vehículos aéreos no tripulados (UAV) para entregar suministros" (Jeong et al., 2020).

Los dirigibles son asimismo aeronaves de bajas emisiones que suministran carga pesada a un diferencial de huella ambiental en niveles potencialmente sin precedentes, con especial énfasis en las características ya señaladas de determinados modelos híbridos. Los resultados más metódicamente sólidos en las ventajas comparativas con otros modos de transporte en uso en áreas remotas se han demostrado a través del enfoque de relación consumo de combustible / velocidad por una gama significativa de investigadores, y los hallazgos en todos los ámbitos permiten colocar al dirigible en el punto de equilibrio entre todos los modos de servicios logísticos significativos existentes.

Diversas fuentes estiman el consumo de combustible y las emisiones de carbono de un dirigible híbrido en casi una décima parte de las de un helicóptero de carga pesada por medida de cada tonelada-milla náutica. Los aportes brindados en consultación directa mediante entrevistas por el experto en aviación y modelos de negocios de *airship* Mark Dorey resultaron fundamentales para llegar a una serie de estimaciones sobre la esquematización de ventajas competitivas sobre modelos formales de contratación de servicios. El susodicho experto extendió su permiso para reflejar su visión de las estimaciones de eficiencia en los sistemas *airships* de la siguiente forma: *"Con un tercio del consumo de combustible y las emisiones de carbono de un avión de ala fija de carga útil similar, los híbridos reducirán el impacto ambiental de las carreteras, aeropuertos y otras infraestructuras tradicionalmente necesarias que dejan marcas permanentes sobre el paisaje, particularmente en áreas silvestres. Los híbridos también harán que las áreas previamente inaccesibles ahora estén disponibles, reduciendo así la carga en muchos sitios existentes y la necesidad de conexiones por carretera o ferrocarril. Los estudios del Informe de la Bolsa Social de Valores muestran una reducción del 66,7 por ciento en las emisiones de carbono en comparación con el ala fija, y del 92,5 por ciento en comparación con un helicóptero de carga pesada típico. A través de la reducción de emisiones de carbono, gases de efecto invernadero, infraestructuras ambientales dañinas, congestión del transporte, etc. Los híbridos serán menos dañinos para el medio ambiente al tiempo que mejorarán los enlaces de comunicación globales que, a su vez, apoyan el comercio justo y brindan oportunidades a las comunidades que antes estaban fuera del alcance de los mercados globales"*. Las consultas sobre esta cuestión a los actores de la industria que trabajan con diferentes variantes tecnológicas sugieren que hay razones para trasladar estas estimaciones a otras variantes tecnológicas de *airships* en diversos grados. Las mismas deben formar una base para diseñar los modelos de negocios con una metodología de viabilidad económica en constante perfeccionamiento y actualización.

La idoneidad del dirigible para la ayuda de emergencia y la mitigación de desastres hace que su respeto por el medio ambiente represente un factor de crecimiento exponencial de la eficiencia. En ese

sentido, los desarrollos actuales en la tecnología de *airships* pueden permitir un desarrollo de infraestructura más sostenible en ecosistemas sensibles como la selva tropical, y los principales estudios en todos los ámbitos mantienen tanto su rentabilidad en comparación con el costo total de la infraestructura tradicional de carreteras y aeródromos como sus ventajas para el cuidado del medio ambiente.

4. Diversidad tecnológica y funcionalidades afines a la sincro-modalidad

Existe una variedad de funcionalidades relevantes para combinar operaciones comerciales con misiones de ayuda humanitaria en los Estados Isleños y otras áreas remotas via *airship*, muchas de las cuales pueden considerarse para ser realizadas en conjunto entre sí. En sus diversas variantes tecnológicas, presentan la capacidad de transportar una gama de cargas útiles según el modelo, con variaciones en el rango de 10/20 toneladas en algunos dirigibles híbridos con mecanismos de amortiguación de aterrizaje incorporados están investigando la posibilidad de reducir la necesidad de aeropuertos o instalaciones terrestres similares para el atraque, el manejo de carga o las paradas de mantenimiento durante las misiones, lo que les da una mayor resiliencia para dar servicio a lugares y centros de población que normalmente son de difícil acceso debido a las características del terreno (entre las que se debe contar la distancia entre pequeñas islas en un área en particular) o deficiencias en la infraestructura. Otros *airships* del tipo LTA presentan, por su parte, la capacidad de cargar y descargar carga en vuelo estacionario, a la vez que requieren determinadas instalaciones en tierra para el mantenimiento del vehículo y el manejo de cargas que varían según el sistema propuesto para cada modelo.

En el estadio de desarrollo actual de la industria *airship*, existe una variedad de posibles operadores y productores que desarrollan modelos que tienen ciertos aspectos de ingeniería en común, así como discrepancias fundamentales y decisivas. El grado de avance en la construcción de dirigibles es heterogéneo también entre los productores, pero en una visión más amplia, la tecnología de *airships* requiere la participación y el financiamiento tanto de organismos públicos como de partes privadas para alcanzar una etapa deseable y productiva. Garantizar que las características operativas de un modelo específico sean factibles para el paisaje y las distancias de las que se establecerá un cronograma operativo es primordial para desarrollar políticas que involucren *airships* que se llevarán a cabo con éxito.

Poner las propiedades operativas en perspectiva con diferentes modos de transporte no solo evidencia las ventajas competitivas del dirigible, sino que también plantea la necesidad de pensar en la logística de manera innovadora. Según afirma el Instituto de Infraestructuras, Medio Ambiente e Innovación de la Unión Europea (IMIEU), *"Un aspecto muy particular de los vehículos lighter-than-air (LTA) es que la forma en que operan las embarcaciones LTA es completamente diferente a la aviación convencional. La forma en que opera una plataforma LTA es muy específica y los conocimientos convencionales de ingeniería de aviación no son muy útiles. Esto hace que el desarrollo de nuevos enfoques que involucren a los portadores de LTA no sea fácil. En las décadas de 1920 y 1930 había más conocimientos y experiencia / equipo e infraestructura que en los tiempos actuales. Sin embargo, mientras tanto, se han logrado grandes avances en materiales, así como en el funcionamiento remoto y los sensores, por lo que ahora es posible mucho más y probablemente con inversiones nuevas y a mayor escala, este retraso se puede revisar. Sin embargo, la diferencia con la aviación tradicional es considerable. Este es un aspecto esencial del 'upscaling', tanto quizás desafiante como que brinda oportunidades. Por ejemplo, las áreas de aterrizaje y despegue de la plataforma LTA son más anchas (por ejemplo, Zeppelin NT necesita aproximadamente 400 M de diámetro) y de forma cuadrada, o redonda, en lugar de rectangulares, largas (hasta 1-3 km) y más estrechas, como lo son los aeropuertos para la aviación convencional"* (IMIEU, 2021).

Similar al concepto de resiliencia elaborado en el presente estudio siguiendo las directrices del desarrollo sostenible, Tatham et al. (2017) enfatizan el punto sobre la flexibilidad logística, revisando la evidencia encontrada en la literatura relevante para el modelado de la cadena de suministro en cuanto a la idoneidad de ciertos elementos clave para la preparación frente a circunstancias imprevistas que son un factor clave de relevancia en casos extremos en escenarios de ubicaciones aisladas.

El factor de imprevisibilidad es clave para el aspecto de la demanda del modelo de caso de negocio para involucrar a nuevas partes interesadas y Tatham et al. (2017) colocan la característica de flexibilidad como primordial en los dirigibles, validada por fuentes como Gattorna (2015), Beamon y Balcik (2008) y Tatham y Hughes (2011) para un modelo de cadena de suministro de ayuda humanitaria para poder abordar situaciones inesperadas que podrían surgir después de un evento extremo. La aplicación de estos factores en casos de estudio orientados a la integración en sistemas de *airship* se abordará en el capítulo 3 del presente informe.

Es precisamente en estos parámetros que resultaría factible identificar la afinidad de la innovación tecnológica del *airship* con las metas de la sincro-modalidad, que ofrecerían respuesta a los desafíos de movilidad y conectividad resaltados anteriormente. Esta es uno de los principales focos de interés para potenciar el rol de la masa crítica de desarrolladores y expertos en ingeniería que han logrado los mayores avances para la industria en los últimos años, y se seguirá explorando en los lineamientos técnicos del *airship* como game-changer de la cadena logística y sus casos hipotéticos de aplicación para potenciar el desarrollo económico y optimizar la respuesta en emergencias humanitarias.

C. Aplicación de las innovaciones del dirigible en misiones humanitarias

A continuación se describen algunos aspectos de los avances antes descritos que resultarían adecuados para aplicarse específicamente en misiones humanitarias y de emergencia, atendiendo a las funcionalidades y parámetros operativos tratados en la literatura vigente, con un enfoque en una serie de problemáticas actuales identificados en toda la industria, relacionados con los parámetros de ingeniería, operativos, económicos y regulatorios en los que prospera para avanzar con el fin de introducir la solución *airship* en los servicios logísticos a una escala competitiva. La provisión de servicios de telecomunicaciones y conexión de red es posible mediante diversos modelos de *airship* en desarrollo, y un activo clave para las comunidades aisladas y para la mitigación de eventos de desastre, junto con las capacidades de vigilancia aérea.

Ante la posibilidad de incorporar esta solución tecnológica a las respuestas de emergencia en distintas regiones del mundo, cabe destacar que el marco conceptual vigente de contratación de servicios en agencias inter-regionales de asistencia humanitaria plantea el cumplimiento de los requisitos de beneficiarios finales antes que de clientes, a modo de indicación de la diferencia entre la logística comercial y humanitaria, según Tatham et al. (2017): "En el primero, un individuo u organización crea una demanda que la cadena de suministro (y sus componentes logísticos) satisface de manera adecuada. Sin embargo, en el caso del contexto humanitario, a menudo ocurre que los afectados por el desastre no están en condiciones de imponer una 'demanda' al sistema, ya que simplemente participan en el proceso de mantenerse con vida y recuperarse del impacto del desastre". Lynch (2018) establece a partir de estos criterios los fundamentos principales para probar la idoneidad del uso de *airships* en misiones humanitarias, según los avances técnicos vigentes. Dorn, Baird y Owen (2018) sienta las bases para evaluar el diseño de sus modalidades de servicio.

En términos generales, debe señalarse que las operaciones de ayuda de emergencia responden a parámetros delicados y distintivos que deben atenderse a la luz de la coordinación logística intermodal y de las especificidades de las necesidades que se propone atender. Las ventajas y facilidades que se expusieron respecto al traslado de carga aplican para los propósitos de alivio humanitario en que los envíos más sensibles pueden entregarse mediante el *airship* evitando golpes y exposición a la intemperie y eventos climáticos, lo cual es determinante para entregas de alimentos e insumos de primera necesidad a poblaciones en situación de riesgo o de compromiso de subsistencia. Junto con las soluciones contactless, entre otras, estas ventajas hacen que la tecnología de aeronaves no solo sea competitiva, sino también una respuesta relevante a los desafíos sanitarios presentes y futuros a escala global.

Un punto de preocupación primordial entre los expertos en los campos relacionados con las operaciones de emergencia y socorro en casos de desastre de Estados insulares en desarrollo y otras áreas remotas como el Amazonas, propensa a los incendios forestales, es la capacidad de desplegar *airships* en una variedad de condiciones climáticas, incluidos huracanes y otros eventos extremos. Se encontró, entre las fuentes consultadas, un grado de consenso respecto de que los desastres climáticos son un problema para la operación de *airships*, pero no hasta el punto de distinguirlo de los vehículos aéreos convencionales, lo que implica que esto no será un factor negativo en la evaluación de la competitividad, y que los avances tecnológicos en materiales de construcción y tejidos de carcasa facilitan la operación y evitan daños en los insumos transportados. Un estudio de la Universidad de Manitoba explica: *"Al igual que cualquier cadena de suministro, la logística de alivio de desastres climáticos implica entregar los suministros correctos a las personas adecuadas, en el lugar correcto, en el momento adecuado y en las cantidades correctas. (...) Los retrasos en la respuesta pueden mejorarse manteniendo una preparación logística completa durante los períodos que no son de desastre. Aunque la preparación es un requisito esencial de las actividades de socorro, es probable que no haya dos eventos iguales, mientras que los costos de la preparación para espera limitan aún más la capacidad de respuesta. Las cadenas de suministro de socorro en casos de desastre operan quizás dentro del entorno logístico más desafiante. Deben ser capaces de responder rápidamente, servir a múltiples destinos simultáneamente, coordinar suministros globales y locales y, la mayoría de las veces, lidiar con medios de comunicación y transporte ineficientes o, en el peor de los casos, una falta casi total de medios civiles de comunicación y transporte"* (Prentice et al, 2021).

Uno de los principales activos que aporta el *airship* en la mitigación de los sufrimientos experimentados en poblaciones en situación crítica y con menor accesibilidad, además del transporte de bienes, reside en su capacidad de incorporar la prestación de servicios médicos y sanitarios para localidades remotas, mediante la adecuación de sus mecanismos de transporte de contenedores. Una serie de avances ha sido atestiguada por posibles operadores de *airships* como Flying Whales y Straightline Aviation en diferentes modelos de unidades móviles de servicios de salud para ser desplegadas por *airships* a ubicaciones remotas en rangos de frecuencia variables y flexibles de acuerdo con las necesidades específicas de cada grupo demográfico. El Dr. Barry Prentice de la Universidad de Manitoba, entrevistado para esta encuesta, afirma: *"Las aeronaves serían ideales para trasladar clínicas móviles a zonas difíciles, o a las islas. Por supuesto, no se puede hacer nada durante la pandemia actual, pero como ahora sabemos, debemos estar preparados para la próxima"*.

Profundizando en la integración logística de infraestructura para la coordinación de misiones inter-regionales, se destaca en autores como Tatham et al. (2017) el papel desempeñado por los almacenes regionales tales los Depósitos de Respuesta Humanitaria de las Naciones Unidas (DNUHD) ubicados en Panamá, España, Italia, Ghana, Emiratos Árabes Unidos y Malasia; así como otras instalaciones similares distribuidas en distintos puntos del planeta. Estas son plataformas logísticas dedicadas principalmente a la respuesta de emergencias, con la asistencia internacional oficial de áreas vecinas fuera de los centros afectados en el suministro de bienes de primera necesidad, sirviendo de apoyo para el diseño de estrategias frente a eventos extremos. Representan un componente decisivo del enfoque empleado por actores como Naciones Unidas, el movimiento de la Cruz Roja y las organizaciones no gubernamentales (ONG) en la contratación de servicios logísticos de respuesta a las emergencias, y como se verá en los casos de estudio representa una oportunidad de articular las prestaciones del *airship* en maniobras de respuesta rápida y resiliente frente a escenarios de creciente complejidad.

Para abordar dicha problemática de modo integral, resulta prioritario atender al hecho de que la accesibilidad proporcionada por los servicios e infraestructuras logísticas, incluye los vehículos y las instalaciones para su apoyo e interconexión con otros modos de transporte, siendo un punto importante la compatibilidad en tamaños y operatividad entre el dirigible y la infraestructura aeroportuaria en los casos de operaciones de carga donde el *airship* requiera hacer escala en tales instalaciones. La eficiencia logística debe garantizarse teniendo en cuenta que las operaciones a granel pueden requerir espacio de

almacenamiento adicional y, como se verá en los diseños de los modelos de sistemas de distribución, la distribución territorial de la infraestructura se ajusta a las variables de la capacidad de elevación del vehículo y la velocidad frente a las distancias a cubrir. Como se explorará más adelante de acuerdo con los precedentes encontrados en la literatura estudiada, el caso de negocio para que los dirigibles de distintas variantes tecnológicas aporten a la superación de las limitaciones antes mencionadas en la flexibilidad logística podría lograrse con una solución innovadora y resistente con la capacidad de realizar entregas directas desde un almacén regional a la ubicación de la población afectada, lo que facilitaría en gran medida una respuesta más ágil.

D. Criterios de competitividad económica respecto de otras alternativas de transporte

1. Ahorro en costos operativos y de capital por distancia y capacidad de carga

Una característica del *airship* que permite estimar ahorros por volumen de carga en contrapeso a su menor velocidad respecto de los aeroplanos de ala fija reside en que su mayor porte da lugar a grandes compartimentos de carga, sumado a que ofrece una velocidad superior a la del transporte marítimo. Los dirigibles de transporte, en sus diversas variantes tecnológicas, cuentan en su diseño con compuertas que permiten ingresar piezas de carga típicamente dificultosas para otros modos en cuanto a sus características y magnitud. En virtud de esto, podrían reducir las barreras económicas para el transporte de baja densidad y cargas perecederas de menor costo. Investigadores como Prentice y Adaman (2017) señalan que los aviones convencionales cuestan más que los dirigibles, y sus costos aumentan a un ritmo mayor a medida que aumentan las distancias que los dirigibles: "La aeronave de transporte posee una ventaja de costos sobre la pequeña aeronave de ala fija que sirve a regiones remotas en el norte de Canadá. Esto es cierto para todas las distancias de transporte aéreo encontradas en las regiones del caso (entre 83 y 1955 km). Por último, el dirigible de transporte ofrece los mayores ahorros de costos de transporte directo cuando se utiliza junto con los modos de transporte de superficie si la infraestructura ya existe. Las mercancías deben transportarse hasta los extremos de las carreteras y vías férreas existentes antes del transbordo a los dirigibles."

Además de destacar sus ventajas comparativas, se avanza en investigaciones que analizan la viabilidad y complementariedad con otros medios de transporte, destacando el ahorro de costos mediante el uso de *airships* en áreas remotas como la estepa del norte de Canadá, por su configuración geográfica y demográfica, para el transporte de productos extractivos minerales (Prentice, 2013), alimentos y mercancías en general (Prentice y Adaman, 2017) y combustible (Prentice y Wilms, 2020). Los estudios citados fueron preparados por la Universidad de Manitoba, Canadá, y se basan principalmente en inversiones y análisis de costos operativos, basados en la distribución de la carga por tipo de bienes de consumo y los ahorros de costos desagregados por ubicación. El desarrollo más reciente en esta línea de estudio se encuentra en el documento de investigación 'Transport Airships for Scheduled Supply and Emergency Response in the Arctic' de Prentice et al. (2021) que propone un estudio de caso de una mina de tierras raras existente para modelar un escenario de servicio de contingencia por *airships* de carga, basado en una comparación de eficiencia de costos contra la modalidad de carretera y el enfoque económico de infraestructura, y tomar la evolución del cambio climático como un caso logístico de emergencia: "El cambio climático ha pasado de la teoría a los hechos, y estamos en las primeras etapas de experimentar los efectos de ese cambio. En las últimas décadas, hemos experimentado patrones cambiantes de cambio climático y tremendos incidentes climáticos como sequías, aumento del nivel del mar, olas de calor, deslizamientos de tierra, inundaciones y tormentas, por nombrar solo algunos. Según la investigación, casi el 70% del dióxido de carbono liberado desde la década de 1750 se puede rastrear a los 90 mayores productores de cemento y combustibles fósiles".

Las expectativas de costos de capital por tonelada de elevación se reducen por los avances en la ingeniería de *airships* que optimizan la elevación aerostática y aportan innovaciones en los materiales de construcción y tela para una estructura simplificada. En cuanto al desarrollo continuo de los diseños de aeronaves para maximizar la capacidad de carga útil en equilibrio con otras características técnicas, se acuerda que duplicar la capacidad de carga menos que duplica el costo. En el mismo sentido, se acuerda que los dirigibles resultan idóneos para lograr economías de escala similar a las de los buques oceánicos. El costo de capital del LMH-1 híbrido se estima en niveles más bajos que los de los modelos Aeroscraft que emplean un diseño de bastidor rígido más complejo y costoso junto con un sistema de control de flotabilidad interno que permite una operación VTOL más versátil y segura, como se expuso en la sección 3.2 'Principales innovaciones en ingeniería y flexibilidad logística'.

2. Viabilidad en inversiones y costos de capital

En cuanto a las inversiones en infraestructura, generalmente se considera que los *airships* requieren un hangar para su mantenimiento; además, algunos modelos requieren bases de atraque y desacoplamiento y otras instalaciones terrestres para carga y descarga (Prentice et al. 2021). No obstante, se considera que las necesidades de infraestructura son mínimas en comparación con otros modos de transporte aéreo; para cubrir las distancias recorre recorridos lineales por el aire, y al atracar verticalmente solo requiere un radio de giro libre, pero no requiere una pista pavimentada. Los modelos que se distinguen para las operaciones humanitarias son aquellos que se preparan con mayor flexibilidad y con capacidad de respuesta en el corto plazo. Tatham (2017) distingue que el viaje desde su centro operativo podría tardar dos días en llegar a la zona operativa del desastre, pudiendo tener autonomía en el sitio de 4 semanas.

Como se mencionó al comienzo de la presente sección 3.5, las economías de escala son factibles de lograr con la aplicación del *airship*, asumiendo que el costo de capital / TM de la capacidad de carga es menor para los dirigibles más grandes (Tatham et al., 2017). Esto lleva al orden de magnitud del costo de capital para los dirigibles de carga híbridos (tomando como base las características técnicas y económicas del modelo LMH-1) que se aproxima a US \$ 2M / MT de elevación, que es comparable con el equivalente para un carguero de ala fija en el orden de US \$ 2.5M / MT. Los dirigibles híbridos Aeroscraft y Lockheed Martin operan con sistemas de mecanismos autónomos de aterrizaje y acoplamiento para superficies planas, mientras que los estudios de caso BASI se proponen para el uso de *airships* con un modelo de distribución de base fija (el sistema BART). Un enfoque similar, más centrado en los costos operativos del dirigible, se aplicó en un estudio de caso realizado conjuntamente por el posible operador de *airships* Straightline Aviation y el desarrollador Lockheed-Martin para un aeródromo en Komo, Papúa Nueva Guinea completado en 2013 para la construcción de una planta de LNG, comparando los costos de infraestructura con un proyecto de dirigible (\$ 924,5 M evidenciados en los costos totales de la construcción del aeródromo vs \$ 23,6 M para la prospectiva implementación del Híbrido, según estimaciones realizadas en aquel período) dentro de un conjunto de otras ventajas que utilizan el LMH-1, con un sistema de aterrizaje autónomo y con un importante ahorro en requisitos de infraestructura terrestre para el manejo de carga de manera similar a la Aeroscraft ML866/868.

Existe un importante debate económico en torno a la cuestión de que un dirigible permanezca en espera para su entrega; esperando una llamada de emergencia mientras varios costos operativos y de capital aún están funcionando. Una respuesta propuesta que se encuentra en toda la literatura revisada es desarrollar un modelo de servicio combinado que asista a un horario regular para las actividades económicas y comerciales, de acuerdo con las necesidades y características de cada población atendida, manteniendo una ventana para las operaciones auxiliares. Según Prentice et al. (2021), los responsables de la toma de decisiones de políticas nacionales podrían emplear contratos de contingencia para operaciones civiles, para aplicar asignaciones presupuestarias más flexibles y obtener acceso a "los últimos modelos de *airships* y tripulaciones capacitadas en ubicaciones". Se observarán diferentes enfoques de este tema a lo largo de la sección dedicada a estudios de casos específicos, cada uno aplicando una solución tecnológica y logística diferente.

Los costos deben tomarse como dos cuestiones separadas entre los costos operativos y de capital en los diferentes enfoques metodológicos que se encuentran en la literatura disponible de propuestas de eficiencia de costos de *airships*. Para ambos factores, la información disponible es suficiente para estimar órdenes de magnitud en los requisitos de inversión y las evaluaciones de eficiencia, pero los costos comparables entre los diseños de los modelos dan espacio para un mayor avance en la evaluación financiera, dado que hay numerosas formas en que se pueden calcular los costos por hora de vuelo y que los protocolos estandarizados aceptados están actualmente en debate público. Lo mismo es cierto en la literatura relevante para las comparaciones con los modos tradicionales. De los estudios mencionados en los párrafos anteriores, es posible extraer que la eficiencia de costos que se deriva de una disminución del consumo de combustible es correlativa con un impacto ambiental positivo que es característico de los dirigibles como se mostrará en este documento, y que sus funciones auxiliares como la vigilancia y la asistencia de respuesta a emergencias son factores de mejora para la correlación entre la optimización logística y la reducción sostenible de la contaminación ambiental.

3. Estimaciones comparativas con otros modos transporte, indicadores y variables

El progreso reciente en la ingeniería de *airships*, que conforma un estado del arte caracterizado por esfuerzos compartidos entre desarrolladores e investigadores de la industria para mejorar las ventajas operativas, pero con un debate en curso sobre la estandarización, está estrechamente relacionado con una serie de variables económicas que intenta abordar para desarrollar un caso de negocio que fomente las inversiones, fabricación y prestación de servicios. Algunas de estas variables son abordadas en la perspectiva de eficiencia de costos intermodales por expertos en logística involucrados en una serie de proyectos actualmente activos para el desarrollo de la construcción e investigación de *airships*, incorporando avances técnicos enfocados en optimizar la relación entre la capacidad de elevación de carga útil, la velocidad y las dimensiones del vehículo con las distancias y características de los mercados y territorios que servirían para mejorar las condiciones de conectividad de los modos de transporte existentes. Neal y Koo (2020) adopta la variable de potencial de cuota de mercado como explicativa de su viabilidad, aplicada a un análisis de una 'Demanda potencial de flota de dirigibles' a partir de 2012 y proyectada hasta 2030. El cálculo consiste en la multiplicación del FTK en envíos no a granel por el resultado de simulaciones de cuota de mercado, sobre el FTK anual de cada modelo de dirigible. En esa evaluación, el FTK del dirigible se basa en "un dirigible individual que opera 300 días al año, 12 horas al día" (Neal y Koo, 2020). Según Prentice, Wilms y González (2021), aunque existen grandes discrepancias en la información disponible, los costos de combustible pueden estimarse en un 35% a 50% de los costos actuales de los aviones de carga con modelos de *airships* que actualmente emplean helio debido a las regulaciones que restringen el uso de celdas de hidrógeno, y que de acuerdo con el mismo conjunto de fuentes aumentarían la eficiencia y la seguridad.

En lo que respecta a la estimación de los márgenes de utilidad, existe también un consenso dirigido a abordar la discusión desde la óptica del dirigible en combinación con otros modos en vigencia más que en competencia excluyente. En dicho sentido, se puede adoptar la premisa propuesta por Prentice y Adaman (2017), según la cual "*los sistemas mixtos suelen ser más eficientes que los sistemas puros*", y que el mismo adopta para el caso de la combinación de aeronaves de carga y carreteras de hielo: "*La viabilidad a largo plazo de los camiones de hielo es cuestionable dado el avance del calentamiento global y su impacto sobre las regiones en cuestión. Las comunidades que dependen más de los camiones de hielo son más vulnerables al aumento de los costos de los alimentos si toda la carga debe transferirse a los aviones. Los costos de transporte de carga aumentarían aproximadamente un 30% si se utilizaran aviones convencionales exclusivamente para reabastecimiento. Por el contrario, la disponibilidad de aeronaves de transporte en un escenario futuro de este tipo permitiría un ahorro de costes de entre el 12,5% y el 38,3% según la región. La región de ESLW en Manitoba será la más afectada por la pérdida de carreteras de hielo. La fortaleza de este análisis es la confianza que se puede depositar en los costos y volúmenes de los envíos a las tiendas NWC. Los datos reales se pusieron a disposición de la Universidad de Manitoba de forma*

confidencial. La mayor debilidad del estudio son los costos estimados de flete del dirigible de transporte. Aunque esta investigación utiliza una estimación muy conservadora de los costos de los dirigibles y un método de distribución no óptimo, no existen aeronaves de transporte de elevación de 50 toneladas para corroborar los datos de costos. Además, el tamaño de la aeronave utilizada en el estudio se elige arbitrariamente. Quizás una aeronave más pequeña, digamos de 10 a 25 toneladas de elevación, sería más apropiada para los volúmenes involucrados”.

Cabe señalar que independientemente del sistema de distribución que aplicaría más idóneamente a cada modelo (de acuerdo a los estudios dedicados a sus características operativas), el estado del arte en la literatura muestra que los costos operativos deben ser más bajos que los del transporte aéreo existente para consolidar sus respectivos modelos de negocio. A modo de referencia, Tatham et al., 2017, estiman aproximadamente en su metodología para comparar las ventajas de los *airships* un costo operativo para un dirigible híbrido que utiliza helio - ML 686, con una capacidad de 225 toneladas, 0.3 USD / tonelada / km y un costo de inversión del vehículo de 430 millones de USD, similar al costo de un Boeing 747 F (358 millones de USD), mientras que otros modelos como el dirigible híbrido LMH-1 de 21 toneladas costarían aproximadamente 40 millones de dólares, según lo validado a través de fuentes como Wells (2016) y Ausick (2014). Estas cifras pueden estar sujetas a revisión y actualización, pero permiten demostrar que existe un rango en los costos de capital estimativos en los que se pueden basar los cálculos y comparaciones de casos de negocio. La siguiente sección explora algunas de las propuestas aportadas por expertos para aplicar las estimaciones de eficiencia en modelos de negocio de *airships* en acuerdos formales de contratación de servicios.

E. Alternativas para modelos negocios para la incorporación de *airships*

A continuación, se exponen algunas ideas sobre posibles esquemas de contratación y adquisición encontrados al consultar a algunos de los prospectivos operadores más relevantes en la industria. Esta exposición no implica una recomendación de parte de los autores de uno u otro esquema, sino que reflejan puntos de vista de la industria en iniciativas para esbozar modelos de negocios, y una muestra de cómo las características técnicas innovadoras del *airship* se traducen en la confección de posibles contratos en formas igualmente novedosas y que requieren de una más amplia evaluación de la mano de los avances logrados por la industria. Por razones prácticas en la aplicación de la metodología para delinear dichos modelos dentro de los alcances del presente estudio, se utilizarán los SIDS como principal punto de referencia, aplicando los principios de cada alternativa a escenarios análogos en otros territorios como la llanura helada del Norte Canadiense, donde se pueden combinar las operaciones comerciales con las de emergencia. Del mismo modo, cabe señalar que las estimaciones en costos operativos e inversiones se basan principalmente en las prestaciones de los modelos Híbridos (aerostático + aerodinámico), en particular aquellos que cuentan con sistemas de aterrizaje y acoplamiento autónomo en superficies planas con la capacidad de llevar cargas directamente al sitio. Esto se decidió con el propósito de sintetizar las contribuciones de información obtenidas, que se consolidan mayormente en lo que hace a las facultades competitivas de dichos modelos de ingeniería; sin embargo, buscan poner en discusión principios básicos de contratación y provisión de servicios que se pueda aplicar de modo más amplio y flexible a la diversidad de la oferta tecnológica en vehículos *airship* y sus correspondientes modos operativos. El foco está puesto en encontrar un criterio de viabilidad económica que potencie la asociación entre actores públicos y privados, incluyendo a los fabricantes de equipamiento original (OEM) y potenciales proveedores de servicios, ambas partes necesarias para el desarrollo de esta solución de integración logística.

Un fabricante de equipamiento original (OEM) se define, según Kagan (2021), como una empresa cuyos productos se utilizan como componentes en una fabricación llevada a cabo por un productor, que luego vende el artículo terminado, en este caso vehículos de la categoría *airship*, a un comprador o

usuario. La segunda empresa se conoce, según la misma fuente, como revendedor de valor agregado (VAR) porque al aumentar o incorporar características o servicios, agrega valor al artículo original. El VAR trabaja en estrecha colaboración con el OEM, que a menudo personaliza los diseños en función de las necesidades y especificaciones de la empresa VAR. Asimismo, se habla de Socios Operativos (o 'program operating partner') para referirse en general a compañías privadas integradas por expertos en el campo de la aviación, en el caso de la industria *airship*, que pueden tener una participación en la empresa fabricante o haber adquirido vehículos y que ofrecen el servicio de operación del programa de distribución via *airship* para distintos tipos de compradores (por caso, una agencia gubernamental) que busquen trasladar cargas o contratar otros servicios propios del *airship*.

Los dirigibles, en sus diversas variantes tecnológicas, ofrecen a sus potenciales usuarios ahorros de costos operativos en comparación con otras formas de aviación debido a sus ventajas propias de ingeniería, tales como la elevación "libre" obtenida del gas helio contenido en la envoltura, que es más ligero que el aire. Si bien muchos diseños de *airships* se encuentran en las primeras etapas de concepto, ciertos desarrolladores, como los mencionados en la sección inicial de este estudio, han completado diseños y prototipos de prueba de vuelo que permiten realizar un extenso modelado de costos. Más aun, y a pesar de las características novedosas de la tecnología, la base de los cálculos de costos es similar en todos los modos de transporte aéreo y se puede dividir fácilmente entre costos fijos y variables:

Costos Fijos:

- Costos de propiedad / arrendamiento de aeronaves que fluctúan dependiendo de las opciones de compra frente a las opciones de arrendamiento.
- Costos de certificación, incluidos los costos de completar el programa de certificación de vuelo de la FAA y mantener una buena reputación con las autoridades de aviación locales en los mercados en los que operan.
- Mantenimiento fijo.
- Seguro.
- Gastos generales fijos de la tripulación y costos generales de G&A relacionados con la gestión y operación del programa, incluida la capacitación de la tripulación.

Costos variables:

- Costo del combustible (demanda y valor de helio).

Otros gastos de tripulación.

- Mantenimiento variable.
- Gastos de apoyo específicos del proyecto (apoyo suplementario a la misión).

Por su parte, el modelo de servicio delineado en Prentice y Adaman (2017) incorpora un análisis comparativo de los costos por tonelada de transporte entre distintos vehículos de transporte: aviones tradicionales, *Airships*, camiones en carreteras, camiones de hielo en carreteras, en relación a la distancia a recorrer, para el transporte de alimentos y mercancías en general. Del análisis de las curvas, se llega a que los costos de transporte de camión son menores que el de los *Airships* sino se consideran los costos de inversión de la carretera, indicando que el punto de corte es función de la utilización. La comparación entre los aviones convencionales y los *Airship*, es evidente por el mayor costo de los aviones, se encuentra que el *Airship* tiene una ventaja sobre los aviones pequeños para todas las distancias.

Al abordar los programas humanitarios y de socorro en casos de desastre, gran parte de los costos fijos de respuesta a emergencias se atribuyen a las tarifas 'standby', mientras que los costos variables se reflejan en un cargo por hora de vuelo. Ya sea para emergencias médicas, búsqueda y rescate,

extinción de incendios, etc., estos costos son los que impulsan los costos del programa, particularmente para los híbridos, que tendrán costos operativos (variables) significativamente más bajos asociados con la operación en vuelo de los programas logísticos que sus competidores de carga pesada. Por lo tanto, el desafío para los departamentos de adquisiciones será encontrar formas únicas de minimizar y sufragar estos costos fijos. Como lo verifica la investigación realizada sobre conectividad global, un factor clave para el caso de los SIDS es comprender la diferencia en los modelos de propiedad y la forma en que los costos fijos pueden ser potencialmente sufragados.

1. Modelos de arrendamiento y/o adquisición de la solución *airship*

Teniendo en cuenta que existe una diversidad de fabricantes de equipamiento original (OEM) en el mercado que promocionan nuevos productos, el espectro de modelos de propiedad para la compra o arrendamiento de *airships* se puede dividir fácilmente en tres escenarios clave, abarcando las especificaciones de sus distintas variantes tecnológicas:

El modelo posiblemente más simple y directo es el de **arrendamiento mediante el cual el operador provee el activo y traslada el conjunto de costos operativos del sistema**, incluidos los costos de propiedad del vehículo. Al contratar a los operadores de *airships*, el comprador (por ejemplo, una entidad de administración pública) no asume los riesgos de propiedad del vehículo, y delega en expertos en el campo el manejo de las complejidades de la gestión e implementación del programa logístico. El socio operador cobra por el gerenciamiento y la puesta en marcha del programa de servicios de *airship*. Este modelo de ventanilla única garantiza que toda la supervisión del programa sea manejada por ejecutivos profesionales de *airships* que poseen una profunda experiencia en certificación, capacitación y, lo que es más importante, diseño de programas logísticos.

Debido a que el *airship* híbrido en que se basa este esquema de arrendamiento incluye en su propia estructura el sistema de aterrizaje autónomo y manejo de carga sobre superficies llanas sin infraestructura adicional, el modelo de contrato que implica resulta novedoso respecto de las modalidades de transporte convencionales en que incorpora características tanto de concesiones de servicios públicos de infraestructura fija con la contratación de servicios de traslado de carga, lo cual requiere una más profunda investigación. Por sus características técnicas, el vehículo cumple a una vez las funciones de la infraestructura fija. El esquema de arrendamiento presenta a los accionistas iniciales y a las entidades públicas la posibilidad de evitar alteraciones y restricciones presupuestarias en sus propios balances, a diferencia de un esquema en que la misma entidad compra el activo y lo mantiene en su balance. Los mayores costos operativos por hora / mes / año que podría presentar esta alternativa se verían compensados en que el riesgo de propiedad es asumido por el operador en lugar del comprador o cliente de uso final. A esto se suma que los costos operativos seguirían siendo significativamente más bajos que las opciones alternativas de manejo intermodal, alrededor de una quinta o sexta parte del costo de helicópteros de carga pesada. En sus componentes principales, este esquema se configuraría a partir de los siguientes ítems:

- Contrato de arrendamiento a largo plazo de 5-10 años.
- Depósitos en uso para reservar franjas horarias de entrega (variable) en función del número de aeronaves utilizadas y modelos.
- Operaciones facturadas sobre una (1) tarifa plana o (2) base de espera y uso (ver más abajo).
- Operación turnkey completa, incluido el diseño del programa.

Entre las principales alternativas de interés se encuentra también la **Adquisición directa de vehículos mientras se aseguran contratos operativos a largo plazo con un operador**: El costo promedio de construcción de los dirigibles actualmente desarrollados resulta considerable para accionistas en el sector público como los Estados Isleños. Si bien hay claras ventajas de asegurar el activo

y sus diversos beneficios de balance, incluida la reducción de los costos operativos debido a la no necesidad de transferir los costos de propiedad de los dirigibles como parte de los contratos operativos, la desventaja obvia está en el desembolso inicial de capital. Sin embargo, para accionistas que cuentan con la capacidad de incluir al dirigible en sus balances, y suponiendo una tasa de utilización moderada, la recuperación del uso es potencialmente inferior a 5-10 años dadas las posibles opciones alternativas de carga pesada. Con un programa de depreciación y una vida útil de 30 años, los costos iniciales se pueden amortizar con el tiempo, y los ahorros en los costos de intereses y propiedad de aeronaves facturados a los usuarios resultarían, en última instancia, en ahorros significativos a largo plazo.

A partir del aporte de conocimientos metodológicos por parte de expertos como Mark Dorey, especialista en finanzas comerciales del sector aeronáutico, se ha logrado delinear una serie de estimaciones preliminares sobre los potenciales resultados de los esquemas exhibidos. Para ello, se parte de una estimación de valor individual de fabricación entre 45 y 50 millones de dólares tomando como referencia la tecnología Hybrid, y dependiendo del año base de compra; sin embargo, ciertos modelos en desarrollo podrían superar fácilmente los 100 millones. Como se observa generalmente en la financiación de proyectos de aviación, la financiación potencial disponible rondaría hasta el 75%, con tasas de interés esperadas en el rango del 3% al 7%. Como avión nuevo, puede tomar tiempo para que el mercado se normalice a una tasa que esté en línea con el financiamiento tradicional de la aviación. En general se tomarían los servicios de operadores aeronáuticos especializados en *airship* para supervisar elementos programáticos de rutas de navegación. Las operaciones serían de carácter *turnkey*, y la propiedad resultaría en menores costos anuales de espera / operación asumiendo que ciertos costos fijos, como el costo de propiedad de la aeronave, no son transferidos por el operador.

Por último, se destaca un tercer modelo en el programa de **copropiedad / coarrendado con costos compartidos entre asociaciones**, un escenario factible para SIDS y mercados remotos donde los costos iniciales y los costos operativos se pueden compartir entre múltiples socios con intereses mutuamente compartidos. Esto puede incluir la utilización de los dirigibles para el transporte de cargas, al tiempo que se reserva la aeronave para el socorro humanitario y en casos de desastre cuando sea necesario. Este tipo de programa de opción de "llamada" (particularmente para entidades públicas) proporciona la seguridad de que los vehículos se pueden utilizar durante los escenarios de desastre necesarios, al tiempo que garantiza que el beneficio comercial del dirigible se realice con la utilización durante escenarios que no sean de desastre. De diseñarse de forma estratégica el modo de asociación, este modelo podría facilitar ahorros significativos en el conjunto de operaciones de carga / transporte que reemplazan otros programas de transporte marítimo intermodal y de carga pesada, al tiempo que se configura una red propia de seguridad humanitaria para instancias críticas o de mayor urgencia. Este modelo de costos compartidos debería permitir modelos públicos / privados que resulten en ahorros económicos significativos, incluso con una compra inicial de un *airship*. Los modelos de propiedad compartida o arrendamiento en una combinación de estados o partes del sector privado / público constituyen un esquema novedoso de acuerdo a las características propias del *airship*, diferentes en diversos aspectos a la logística tradicional en distintos modos; la estructura final de los programas dependerá mayormente de si los distintos compradores optan por adquirir o arrendar el dirigible, así como las condiciones de los accionistas. En este esquema, los gobiernos de distintos países pueden participar en una contratación de los servicios de *airship*.

2. Modelos de tarifas en función del modelo de adquisición del *airship*

Los costos de las operaciones en curso y la forma en que se despliega el capital resultarán a su vez un factor clave para determinar el modelo idóneo de adquisición. Los clientes que cuentan con los medios financieros para adquirir el dirigible de forma directa obtendrían la posibilidad de producir ahorros a largo plazo, debido a que los costos operativos anuales serán más bajos sin que los operadores transfieran una parte clave de los costos fijos en la propiedad de *airships*. Se destacan en tal sentido tres alternativas principales.

El modelo de *tarifa plana* contempla pagos mensuales que cubren la totalidad de la operación. Este modelo funciona cuando se espera una alta utilización del dirigible. Siguiendo el criterio de estimación de resultados mostrada respecto de los modelos de adquisición, y con el aporte de conocimiento de los expertos, se puede ensayar una aproximación a las estimaciones económicas de este modelo tarifario. Arrendado por el comprador, la industria estima que un aeroplano operando en línea recta 16 horas al día, durante más de 300 días puede esperar un costo operativo, utilizando una tarifa estándar, de entre dos mil y tres mil dólares por hora, lo que resulta en un promedio de \$ 1 millón - \$ 1.2 millones por mes utilizando un año base de 2023. En un escenario en el que un comprador adquiere la propiedad del vehículo, pero emplea a un operador para operaciones *turnkey*, incluido el mantenimiento, la capacitación, etc., el costo esperado podría reducirse a \$ 700K - \$ 900K por mes bajo los mismos supuestos.

La modalidad de *tarifas de standby junto al uso facturado por hora* establece, generalmente, una tarifa plana mensual que cubre los costos fijos de todas las operaciones. Esto incluiría al conjunto del personal terrestre y aeronáutico con sus correspondientes procesos de capacitación, cobertura ininterrumpida con un objetivo de tiempo de respuesta, así como el mantenimiento fijo del dirigible. De forma subsiguiente, toda utilización se factura de una manera de tiempo y materiales implementando el estándar 'suministro por hora' convencional. Como los costos fijos aún tendrán que ser transportados, y con escenarios de desastre imposibles de predecir, el desafío de llevar el costo de reserva resultaría en última instancia equiparable a otros modos de transporte, como los helicópteros de carga pesada. Este modelo se considera más adecuado para los compradores que tienen una baja tasa de utilización esperada. Bajo los mismos fundamentos que en el caso anterior, un dirigible operado por un proveedor en stand-by puede esperar un costo mensual entre 700 y 900 mil dólares por mes en un modelo de arrendamiento que utiliza un año base de 2023 dependiendo de la utilización. Cuando es propiedad de un comprador (entidad pública), pero se utiliza un proveedor de servicios para operaciones 'turnkey' que incluyen mantenimiento, capacitación, etc., entonces el costo esperado podría reducirse en un rango de 500 a 700 mil dólares por mes dependiendo de la utilización.

Por su parte, el modelo de facturación de costos compartidos podría considerarse la forma potencialmente más idónea para Estados en desarrollo es el escenario en el que el uso humanitario se reserva sobre la base de la opción de "llamada", sin embargo, la utilización del dirigible es alta con otra carga, el uso de transporte. Tal sistema sería más favorable para todas las partes, ya que la tarifa de reserva no se considerará como un costo hundido y el activo se utilizará regularmente para realizar misiones de carga comercial, pero estaría disponible para ser movilizado en una situación de desastre.

De darse una planificación adecuada en las operaciones comerciales a partir de una evaluación profunda de las posibilidades de desarrollo en cada territorio, los ahorros resultantes que se posibilitan frente a las alternativas de carga pesada como los helicópteros podrían resultar en un positivo neto para los SIDS y áreas remotas similares, con estimaciones que son trasladables a los escenarios de territorios que empleen mayoritariamente otros modos de transporte. La recuperación de la inversión en este escenario resultaría factible atendiendo a los parámetros técnicos y operativos delineados a lo largo del presente capítulo, al considerar la capacidad del *airship* para actuar como un reemplazo de los recursos alternativos que actualmente conllevan un costo operativo variable considerablemente más elevado.

En el capítulo a continuación se explorarán escenarios concretos investigados por los expertos en la literatura vigente de sistemas de servicios en zonas afectadas por insuficiencias logísticas de diversa índole. Los distintos esquemas de adquisición y arrendamiento de la tecnología *airship* presentados arriba podría verse implementada de forma concreta a partir de diseños elaborados por expertos en la ingeniería del *airship* y la provisión de servicios logísticos, donde cada modelo de negocios y tarifario puede brindar una respuesta adecuada a las características del territorio. La tarea de determinar cuál será el modelo más apto en cada caso es materia de investigación futura, para lo cual se presentan las variables operativas determinantes de cada sistema, evaluando el diseño de servicios propuesto por cada fuente consultada.

Se recomienda profundizar la investigación respecto de los modelos de contrato de servicios en la red logística intermodal para determinar cómo podría aplicarse la modalidad de *airship* de modo más fehaciente y evaluar tanto la viabilidad de las propuestas hasta aquí esbozadas como su posible adecuación a los escenarios presentados por los casos de estudio. Del mismo modo, se deben estudiar las modalidades de gestión pública de comercio, transporte de cargas y desarrollo en servicios e infraestructura de transporte en distintas regiones, atendiendo a la realidad de cómo varían las condiciones económicas y operativas para aplicar estos modelos de negocios de *airship* a cada territorio. Es preciso tener en cuenta que siempre existirá un escenario previo de prácticas y cultura comercial y administrativa allí donde se busque introducir la solución *airship*, junto con los marcos jurídicos y regulatorios a los que deberá adaptarse, o introducir nuevos avances, toda innovación en materia logística hacia los objetivos de la sincro-modalidad.

III. Casos de estudio de la solución *airship* frente a los desafíos de movilidad y logística

Atendiendo a los relevamientos desarrollados en la sección 2 del presente estudio, se encontró que las limitaciones encontradas en las formas en que los medios logísticos existentes respondían a las emergencias abordadas en los estudios de caso comprometían el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible establecidos por la ONU; las perspectivas de aplicar la solución *airship* se abordan de acuerdo con el sistema de distribución propuesto por cada pieza de literatura relevante con el propósito de mitigar los impactos negativos de los eventos extremos, apoyando así a los Pequeños Estados Insulares en Desarrollo y a los países con poblaciones aisladas en el logro de sus ODS. La presente sección busca aplicar las capacidades técnicas del *airship* exploradas en la sección 3, a una posible solución de dichas problemáticas, mediante una serie de estudios desarrollados en territorios con desafíos de accesibilidad, impedimentos al desarrollo de actividades económicas puntuales debido a insuficiencias en la red logística, o riesgos de carácter ambiental y humanitario.

El primer paso consiste en repasar la literatura vigente de estudios territoriales por expertos de la ingeniería propia del *airship* sobre casos de emergencia y propuestas de servicios humanitarios, así como los parámetros para su complementación con actividades comerciales y con las redes de logística basadas en modos convencionales. En muchos casos, las fuentes bibliográficas correspondientes a los casos de estudio coinciden con aquellas de donde se referencian las ventajas tecnológicas y operativas, por lo que se implementó un enfoque de *cross-referencing* entre múltiples fuentes. En el siguiente paso, se pondrán de relieve las variables técnicas en juego en los distintos casos de estudio para determinar el criterio según el cual puede darse una respuesta a los desafíos logísticos a partir de ellos, aplicando las ventajas competitivas y funcionalidades operativas de la tecnología *airship* en su estado de desarrollo actual; por último se hará un breve repaso de las oportunidades identificadas en el panorama de iniciativas inter-regionales hacia la meta de coordinar la aplicación de políticas de integración y el cumplimiento de los objetivos de sustentabilidad.

A. Escenarios de aplicación de la tecnología *airship* en la literatura vigente

Los párrafos a continuación exhiben de manera sucinta los casos de estudio encontrados. Para el modelo de servicio basado en las operaciones de socorro que siguieron al impacto del ciclón Winston en Fiji en el año 2016, Tatham et al. (2017) estiman los tiempos de carga y descarga de su sistema en tres horas, en comparación con el tiempo de respuesta aproximado de 90 minutos para un avión Boeing 747-800 de 140 MT. Mientras que el aeroplano en comparación requiere equipos y procedimientos de manejo especiales para las operaciones de carga, el *airship* ML868 se asentaría en el suelo utilizando un sistema de aterrizaje autónomo, dando acceso a su cubierta de carga por una rampa y una carretilla elevadora. El sistema propuesto coloca la aeronave que se reubica para su mantenimiento en un centro logístico, en posiciones y distancias estimativas según el estudio, proporcionando una ventana de uno a dos días en el cronograma para cada misión. El hangar dedicado al dirigible en dichos hubs sería la única infraestructura adicional respecto de los diferentes escenarios empíricos. El escenario inicial es de una falta de respuesta oportuna de los sistemas disponibles para realizar operaciones de socorro a tiempo viéndose superados por los desastres, lo que habría sido mitigado por implementación de la solución *airship*; la información empírica sobre la que se describen los escenarios utiliza variables como un total de artículos de socorro entregados en toneladas y el tiempo en que se completó el envío, estimados a partir de informes de los incidentes que reflejan interrupciones en el monitoreo de los eventos.

El sistema se basa en el examen de dos escenarios alternativos dentro de la gama de posibilidades previstas por la ingeniería de la solución *airship*: en la "Opción A", el dirigible de carga reemplaza los modos existentes de vehículos terrestres o marítimos desde un aeropuerto internacional cercano hasta el lugar de emergencia, mientras que en la "Opción B", el dirigible de carga opera directamente desde un centro logístico como los Depósitos de Respuesta Humanitaria de las Naciones Unidas mencionados anteriormente en este estudio hasta el sitio de emergencia. Para ambas opciones, la variable económica implementada es la comparación US\$/MT-KM con los modos Carretera (0.06) y Aire (1.12), estimando 0.30/MT-KM para el Dirigible de carga, incrementada a partir de un cálculo similar de Prentice et al. (2004) para establecer un margen conservador a sus estimaciones. El enfoque económico de la opción A reconoce una insuficiencia de información sobre costos y estima un orden de magnitud de costos 5 veces más altos en comparación con el modo de infraestructura vial, pero entre 2,9 y 9,8 veces más rápido la entrega total; La opción B toma como variable principal la comparación intermodal del costo con el modo de avión, estimándolo 3,75 veces más bajo que el transporte aéreo convencional, y evitando las operaciones de transbordo en el centro de origen que en casos tales como el de Fiji es un depósito de respuesta humanitaria de las Naciones Unidas ya existente en Kuala Lumpur.

En su modelación de un sistema para las operaciones de rescate del noroeste de Siria con el 'Humanitarian Flying Warehouse' (HFW, o 'Almacén Humanitario Aéreo), Jeong et al. (2020) evalúa la vulnerabilidad de la carga y los medios de transporte en los contextos de agitación social y política que requieren misiones de ayuda en primer lugar, y coincide con Tatham et al. (2017) al señalar las ventajas de algunas variantes de dirigibles híbridos para evitar las interrupciones que causan pérdidas en las vidas humanas de los trabajadores humanitarios y los beneficiarios civiles de la asistencia, así como la pérdida material de carga y equipo. Como un desarrollo adicional sobre la aplicación técnica de las aeronaves, Jeong et al. (2020) proponen la combinación con una nueva tecnología de entrega aérea en forma del modelo HFW antes mencionado que incorpora vehículos aéreos no tripulados (UAV, o 'drones', un componente de la OACI denominado UAS), e investigando las variantes tecnológicas más adecuadas para operar en combinación con aeronaves híbridas. El estudio de caso propuesto para este sistema utiliza el modelo híbrido (aerostático + flotabilidad aerodinámica) Aeroscraft 868 en desarrollo, con una carga útil de 225 toneladas como diseño de referencia, asumiendo una capacidad de elevación de

aproximadamente 200 MT para transportar UAV y carga de socorro de emergencia en su modelo. Este sistema, siguiendo los parámetros técnicos introducidos antes sobre la tecnología *Hybrid*, reduciría las necesidades de infraestructura terrestre gracias a su mecanismo de aterrizaje autónomo. Las variables de modelado para la estimación de la eficiencia económica en este sistema son i) la maximización de la demanda total cubierta, ii) la minimización del costo de operación incluyendo el costo de viaje de HFW y UAVs, y los costos irre recuperables de UAV, y iii) la minimización del riesgo total con costos operativos derivados de la literatura relevante, asumiendo que las estimaciones allí encontradas dan lugar a perfeccionamiento.

El tercer estudio de caso evaluado para soluciones logísticas es de Prentice et al (2021) Respuesta de emergencia en el Ártico y actividades mineras en el norte de Quebec: El modelo de dirigible utilizado en este estudio de caso es el BASI MB560 de 30 toneladas de capacidad de elevación y 148 kilómetros por hora de velocidad de crucero, con una modalidad de distribución de base fija que implementa el sistema de infraestructura terrestre BART más un hangar para inspecciones regulares, diferente de los modelos híbridos de aterrizaje autónomo de Aircraft y otros desarrolladores. El modelo de distribución cuenta con diferentes alternativas para la colocación de la infraestructura según variables de la operación las cuales se ilustrarán en los siguientes párrafos con la información del costo disponible. La variable explicativa para el caso de negocio propuesto es el desbloqueo del potencial de actividad económica junto con la provisión de servicios sostenibles para misiones de ayuda ambiental y humanitaria en un territorio considerado inviable para la logística terrestre es el del sitio de extracción de minerales de tierras raras en Strange Lake, en el norte de Quebec. La modalidad de distribución se aplica desde una perspectiva de caso de negocio que tiene en cuenta las características del territorio mediante el uso de un sistema de base fija de distribución por dirigible. El sistema se plantea en la perspectiva de un caso de negocio para un escenario operativo de respuesta de emergencia que priorice la competitividad económica de las aeronaves en relación con otros modos en lugar de enfatizar sus ventajas tecnológicas, un enfoque que coincide con otras conclusiones del presente estudio en lo que respecta a las recomendaciones de expertos y actores en los sectores de logística y ayuda humanitaria. En el mismo sentido, los parámetros operativos priorizados para el caso de eficiencia económica de la solución *airship* en el estudio para operaciones en el Ártico apuntan a un rápido despliegue de tripulantes y carga requerida en cada ubicación ante la posibilidad de imprevistos.

Un caso comparable, enfocado en los costos operativos del dirigible, se aplicó en un estudio de proyecto realizado conjuntamente entre el operador Straightline Aviation y el desarrollador Lockheed-Martin para evaluar la construcción de un aeródromo en Komo, Papúa Nueva Guinea, en comparación a una hipotética implementación del *airship* híbrido. La instalación para aviones convencionales se construyó efectivamente en 2013 para transportar módulos de construcción a un yacimiento de LNG en la región de Hides, evitando el uso de altos costos y riesgos de la carretera de las Highlands. El proyecto de Straightline Aviation plantea que luego de unos 89 vuelos estimados que se requerirían para completar la planta de LNG, las instalaciones de transporte aérea quedarían con un uso severamente limitado, mientras que el dirigible híbrido tendría la capacidad de llevar los materiales directamente al sitio de construcción, aterrizando sobre una superficie plana sin mayor infraestructura, y luego proveer una diversidad de servicios adicionales.

Compara los costos del proyecto efectuado con el de dirigibles híbridos (\$ 924,5M evidenciados en los costos totales de la construcción del aeródromo vs \$ 23,6M para la prospectiva implementación del Híbrido, según estimaciones realizadas en aquel período) entre un conjunto de otras ventajas competitivas. Suponiendo que este sistema implementaría el modelo de dirigible Híbrido LMH-1 del desarrollador Lockheed Martin, una de sus principales características operativas está en su sistema de aterrizaje con tecnología de acoplamiento autónomo a superficies llanas, aplicada en los casos anteriores de Fiji y el Norte de Siria.

Imagen 1
Caso de estudio hybrid *airship* en Komo



Fuente: Straightline Aviation.

Si bien falta un mayor análisis para sistematizar las variables y el modelo de negocio de este caso, en lo que refiere a su tecnología Tatham estima el costo de este vehículo en aproximadamente 40 millones de dólares validados en Wells (2016), aunque la estimación del costo de capital puede estar sujeta a revisión y actualización. Como se indicó anteriormente, las características de flexibilidad del modelo híbrido implementado permiten evitar daños adicionales a los paisajes naturales sensibles que pueden ser causados por los procesos de construcción y renovación de los sistemas convencionales, además de proporcionar otras ventajas sostenibles verdes y contribuir a su caso de eficiencia económica.

Asimismo, se pueden mencionar iniciativas presentadas por el prospectivo operador y desarrollador tecnológico Flying Whales. En una propuesta de diseño de servicios informada a través de consultas directas, se aplica el modelo LCA60T (de 60 toneladas de capacidad de carga) al estudio de dos posibles servicios a Indonesia, en la región de Krayan, en la provincia de Kalimantan septentrional, y en varias provincias de la región de Papua, ambas para el suministro de combustible. Ambas regiones son atendidas actualmente por aviones de agricultura y contra incendios modelo Air Tractor-802 de 3,2 toneladas de capacidad de carga, que presentan un costo aproximadamente 72% mayor que el dirigible propuesto y requiriendo aproximadamente un 94% más de envíos por mes, según los cálculos de FLYING WHALES. La entrega mensual total de combustible a la región de Kalimantan sería de 200 kilolitros, realizada en dos días del mes con la aeronave cubriendo un terreno de 218 km, mientras que esto requiere de dos envíos por día con el modelo actual.

Mientras tanto, los cinco puntos de entrega de la región de Papúa ascenderían a una carga útil anual de 20.430 kilolitros, cubriendo de 140 a 300 km en once días al mes en dirigible. Uno de los aspectos que son de interés para la referencia cruzada con estudios de casos análogos es el de las capacidades de almacenamiento en los puntos designados con el aumento de la entrega de carga útil por cada vuelo utilizando el dirigible. El desarrollador francés plantea que con este sistema se daría respuesta a desafíos específicos de la región ligados a insuficiencias relativas en los modos de transporte aplicados en la actualidad y a sus tiempos de envío: "Para llegar a la parte sur de la isla de Sulawesi, son necesarias 30 horas (250 km); para llegar a Palu desde el puerto más cercano de Kalimantan, se necesitan 20 horas (200 km por mar). Al darse un alto riesgo de deslizamientos de tierra en muchos de

los accesos por carretera, solo se permitió el paso de camiones de 3 o 5 toneladas; Los puertos y aeropuertos resultaron dañados en la zona afectada por el desastre, el suministro no es factible de realizar por aire y barco³.

Una mayor profundización de la metodología y el relevamiento de datos puede ayudar a una sistematización de las variables logísticas en diseños como los últimos señalados tales como los que se identificaron en aquellos que surgen de publicaciones técnicas o académicas. En el presente estudio destacamos las prestaciones de las diversas variantes tecnológicas y metodologías de operación del *airship* propuestos por los distintos actores de la industria, y resulta de principal interés demostrar de manera sistematizada las afinidades que pueden presentar con los objetivos de sincro-modalidad hacia una integración sustentable de las redes logísticas.

B. Principales variables operativas en los casos de estudio hacia la sincro-modalidad

Se ha observado que cada caso de estudio presta atención a distintas series de variables operativas y de costos a la hora de configurar sistemas de distribución a partir de determinados modelos de tecnología *airship* a través de estimaciones perfectibles en distinto grado; como regla general, se pudo extraer que los modelos de negocios en que se sustentan tales sistemas requieren de una actividad comercial a la que aplicar el uso del *airship* en cada localidad atendida para estructurar el servicio de forma coordinada con las operaciones de emergencia y ayuda humanitaria, de forma tal que se logren los objetivos de activación económica regional y la inversión en tecnología resulte sostenible.

Algunos de los principales activos para cumplir con este propósito son su competencia en soluciones sin contacto y más seguras desde el punto de vista sanitario; sus avances en el desarrollo de fuentes de energía limpia y la reducción del consumo de combustible convencional para viajar; su idoneidad para liberar el potencial de desarrollo de poblaciones más vulnerables o aisladas, y para proporcionar servicios de asistencia médica y primeros auxilios.

En los cuadros 6 y 7 siguientes se resumen los diferentes casos tenidos en cuenta, y sus principales características, implementados en los estudios de introducción a la tecnología *airship* elaborados por CEPAL (2021) y el informe de prospectos de aplicación en SIDS publicado por ESCAP (2022), respectivamente. La primera serie de casos se enfoca en la activación económica de localidades aisladas para evaluar los fundamentos técnicos del *airship* como solución logística de carga, y aplica la variable dependiente de costos de transporte en los estudios referidos a las extensiones heladas del Norte Canadiense, mientras que para el Desierto Australiano se calcula un margen de captación de mercado estimado a futuro. El segundo set de casos incorpora las funcionalidades auxiliares y de alivio humanitario, evaluando la posibilidad de suplir carencias en las respuestas registradas en casos puntuales sobre relevamientos empíricos. Para el análisis de las ventajas competitivas del *airship* cada caso de estudio implementa variables explicativas tales como el costo del flete tonelada-kilometro; los niveles de demanda; requerimientos de inversión inicial y costos de inventario; frecuencia de servicio en redes intermodales; estimaciones de confiabilidad, y tiempos de entrega.

³ Informado por FLYING WHALES (2022).

Cuadro 6
Casos de estudio de transporte de cargas via *airship*

Autor	Prentice (2013)	Prentice and Adaman (2017)	Prentice and Wilms (2020)	Neal and Koo (2020)
Zona	Comunidades del Norte Canadiense	Comunidades del Norte Canadiense	Comunidades del Norte Canadiense	Desierto de Australia
Uso	Servicios comerciales de flete	Servicios comerciales de flete	Servicios comerciales de flete	Servicios comerciales de flete
Carga	Productos de extracción minera	Alimentos y mercadería general	Combustible	Mercadería perecedera, no-perecedera, cargas valiosas, urgentes y de mayor dimensión
Variable dependiente	Costos de transporte	Costos de transporte	Costos de transporte	Potencial de cuota de mercado
Variables explicativas	Ton/km Duración de las operaciones	Niveles de demanda Costos de flete Inversión en <i>airship</i> y costos operativos	Niveles de demanda Costos de flete Inversión en <i>airship</i> y costos de inventario	Precio (FTK) Frecuencia (servicio diario) Niveles de confiabilidad (en porcentaje) Tiempos de entrega
Resultados principales	Los dirigibles presentan una alternativa cuando los volúmenes de carga son relativamente bajos y la duración de la operación es de unos pocos años	Estimación de la reducción de costos de transporte para dos regiones y dos casos, con y sin continuidad de las carreteras de camiones	Estimación de la reducción de costos de transporte	Estimación de la demanda y expectativas de los profesionales de la logística de transporte

Fuente: Los autores, sobre relevamientos de la literatura vigente.

Cuadro 7
Casos de estudio de sistemas con funcionalidades humanitarias mediante el *airship*

Autor	Tatham et al. (2021)	Jeong et al. (2020)	Prentice et al. (2021)	Flying Whales (2021)
Zona	Grupo de Islas Lau en Fiji	Norte de Siria	Ártico/Quebec al Norte	Guayana Francesa
Uso	Respuesta de emergencia de desastre (Ciclón Winston)	Respuesta de emergencia de desastre (Conflicto armado)	Servicios comerciales de flete/ derrames y accidentes de buques petroleros	Servicios comerciales de flete
Carga	Insumos de alivio; alimentos, medicina, mercadería general	Insumos de alivio; alimentos, medicina, mercadería general	Recursos mineros/ insumos y procedimientos de sanitación	Mercadería perecedera, no-perecedera, cargas valiosas, urgentes y de mayor dimensión
Modelo/Sistema	Aeroscraft ML868/híbrido; aterrizaje autónomo	Aeroscraft ML868/híbrido; HFW con aterrizaje autónomo	BASI MB560/LTA rígido de base fija y hangar	FW LC60T/LTA rígido estaciones y manejo de carga en vuelo estacionario
Variables explicativas	Ton/km Duración de las operaciones (comparativa entre modos)	Niveles de demanda Costos de flete Inversión en <i>airship</i> y costos operativos	Niveles de demanda Costos de flete Inversión en <i>airship</i> y costos de inventario	Comparación de eficiencia de costos intermodal Comparación de frecuencia intermodal (servicio diario)
Principales desafíos y solución	Interrupción logística y respuesta tardía de socorro/ flexibilidad de los dirigibles para la optimización de entrega de última milla	Riesgo de daños a la carga, equipo y personal/ flexibilidad y movilidad de Humanitarian Flying Warehouse combinado con UAVs (drones)	Falta de conectividad y falta de respuesta/ eficiencia intermodal del <i>airship</i> para la combinación entre operaciones auxiliares y comerciales	Falta de conectividad para que los materiales de construcción lleguen al sitio/ solución logística para desbloquear el potencial de desarrollo

Fuente: Los autores, sobre relevamientos de la literatura vigente.

El siguiente cuadro 8 resume los factores logísticos más relevantes al diseño operativo de cada modelo, que se destacan en los casos anteriores para explicar las ventajas que aporta la solución *airship* para los sistemas de logística y ayuda de emergencia propuestos, que garantizarían una contribución eficiente y sostenible a la conectividad de los lugares afectados por eventos extremos. Para el caso de Prentice et al. (2021) se incorporaron tanto las operaciones auxiliares de saneamiento y ayuda en el Ártico en el contexto del retroceso de las masas de hielo debido al cambio climático como la implementación comercial de dirigibles para desbloquear el potencial de desarrollo de las actividades mineras, debido a las características complementarias del enfoque establecido por los autores.

Resulta preciso indicar, al ser el presente documento un estudio de actualización y síntesis sobre esfuerzos de investigación publicados anteriormente entre CEPAL y ESCAP (ESCAP, 2022) podría resultar de interés consultar los informes previos para un tratamiento más extensivo y pormenorizado de los casos de estudio, estimaciones y modelaciones aquí mencionados. Del mismo modo, es posible encontrar ajustes puntuales en las estimaciones relevadas de fuentes de consulta como las de los autores aquí referenciados.

Cuadro 8
Principales variables logísticas y ventajas en los sistemas estudiados

Fuente	Localidad estudiada	Evento	Desafío	Sistema (<i>airship</i>)	Principal factor logístico	Ventaja
Tatham et al. (2021)	Islas Lau Fiji	Ciclón Winston	Disrupción logística y respuesta de Alivio tardía	Dirigible híbrido de carga con Sistema de aterrizaje autónomo	Flexibilidad	Optimización de envío de última milla
Jeong et al. (2020)	Norte de Siria	Conflicto armado	Riesgo de daños a la carga, equipamiento y tripulación	Humanitarian Flying Warehouse (híbrido) combinado con UAVs (drones)	Flexibilidad y movilidad	Optimización de envío de última milla
Prentice et al. (2021)	Ártico/Norte de Quebec	Derrame de petróleo y accidentes de navegación/Falta de conectividad para yacimiento minero	Insuficiencias en conectividad e infraestructura, respuesta tardía/costos de infraestructura de carretera inviables	Dirigible de carga LTA con Sistema de distribución de base fija	Costo de eficiencia inter-modal	Eficiencia para la combinación entre operaciones auxiliares y comerciales, habilitación del potencial de desarrollo

Fuente: Los autores.

La característica de «flexibilidad», aunque no se define académicamente como un término en las fuentes citadas, se refiere en el contexto de los estudios de referencia anteriores, a la capacidad de la nueva tecnología de transporte aéreo para ajustar sus maniobras de navegación y descarga a la característica del escenario y al desarrollo de los eventos en los que opera, y adaptarse a condiciones cambiantes o impredecibles que garanticen una respuesta segura y rápida, asegurando en última instancia una solución de entrega que contribuya a la conectividad y la respuesta de emergencia de manera sostenible. Del mismo modo, la variable de movilidad se relaciona con la capacidad técnica para "mitigar los inconvenientes del largo tiempo de despegue y aterrizaje de la gigantesca aeronave" (Jeong et al., 2020) en combinación con otras tecnologías y con la integración de los avances de ingeniería en curso. La eficiencia de costos intermodales se estima en órdenes de magnitud que incorporan variables de costos operativos sujetos a investigación en curso. Como se observó en la sección 2.5 del presente estudio, tales factores de integración logística y de movilidad permitirían abordar la respuesta a los desafíos en el camino a la sincro-modalidad.

C. Oportunidades de integración en acuerdos interregionales y programas de inversión

A continuación, se destacarán algunas de las iniciativas de escala internacional en que la solución *airship* podría encontrar un terreno propicio para su desarrollo como industria y la concreción de los avances requeridos en materia regulatoria, mediante una propuesta basada en los factores logísticos que se destacaron en la sección anterior.

El papel de la masa crítica en la consolidación de los avances científicos y los acuerdos generales es evidente en la celebración de acuerdos de colaboración entre actores de la industria, de los cuales surgen iniciativas y propuestas innovadoras para dotar a los sistemas logísticos de un marco legal y regulatorio propicio para la inserción de *airships* (ADB-BASI⁴, 2019; Aertec Solutions, 2020; Sträter, 2020); también se adelanta el debate para introducir las aeronaves LTA en el marco de los programas regionales y comunitarios, como el Pacto Verde de la Unión Europea y la consecución de los ODS (Aerodays Forum, 2020; ONU, 2020; UNCTAD, 2020).

Muchos desarrolladores de *airships* han participado en acuerdos de desarrollo y cooperación con instituciones internacionales como el Programa Mundial de Alimentos y la Organización Mundial de la Salud para lograr una integración más completa de las características técnicas del dirigible en su respuesta a los desafíos en cuestiones de alcance mundial. Instituciones como el IMIEU en la comunidad europea han incorporado la cuestión *airships* en sus programas de desarrollo y están promoviendo activamente su idoneidad en las iniciativas de financiación que se coordinan entre sus partes interesadas, foros de política regional y agencias institucionales de la Unión Europea. Hay avances en el estudio del impacto positivo en el empleo que resultaría del desarrollo de la fabricación de *airships* a escala industrial, así como sus efectos de largo alcance en la reactivación del comercio para las comunidades en desarrollo.

Es importante destacar algunas de las iniciativas llevadas a cabo por IMIEU en su Plataforma U-LTA (Upscaling Lighter Than Air)⁵ y otros foros y agendas inter-regionales de transporte sostenible, con el fin de dar a conocer un posible camino para la financiación y el desarrollo de la tecnología de dirigibles: *"En este momento no existe un gran número de proyectos completamente desarrollados que utilicen la tecnología Lighter-Than-Air, y los que ya existen aún no son a gran escala. Debido a esto, las aplicaciones tecnológicas de LTA no son bien conocidas a nivel europeo, aparte de algunos proyectos fallidos a principios del milenio. Debido a esos problemas pasados (...) la tecnología no parece dar la impresión de que está cerca de la comercialización, con la excepción de las iniciativas que involucran comunicación y observación (por ejemplo, Sceye y Altran, Cloudline).*

Para contrarrestar esto, en el primer año del proyecto están previstas dos reuniones a nivel europeo. En primer lugar, el 24 de septiembre de 2018 se preparó una reunión a pequeña escala con los departamentos más relevantes de la Comisión Europea. Luego, en noviembre de 2019, se planificó una reunión en cooperación con los intergrupos relevantes de la Comisión Europea. Además, se prevé una entrada activa en los canales de información europeos mediante una publicación en los canales de información clave, utilizados por los gabinetes y el personal de la CE. También se forma un grupo de deliberación informal con los servicios pertinentes de la Comisión Europea, con el fin de debatir los resultados de los documentos clave de la cooperación estratégica y velar por que los resultados de los estudios lleguen a las DG y gabinetes pertinentes (DG Move, DG IDT, DG Crecer)⁶."

⁴ ADB - Airship do Brazil Indústria e Serviços Aéreos - Brasil (<http://www.adb.ind.br/index.jsp>). BASI - Buoyant Airships Systems – Canadá (<https://www.buoyantaircraft.ca/>). Aertec Solutions - España (<https://www.aertecsolutions.com>).

⁵ <http://imieu.eu/>.

⁶ <http://imieu.eu/>.

El cambio climático, por su parte, representa una preocupación global constante y el cambio que puede aportar la solución *airship* resulta inédito en el contexto de la sincro-modalidad y la competitividad del transporte. Como afirma un estudio reciente de la Universidad de Manitoba: *"Es posible estimar las emisiones totales de carbono del transporte de productos frescos en camión a Canadá. La distancia media de viaje desde las diversas zonas de producción de América del Norte a las ciudades canadienses es de unos 3.000 kilómetros. El consumo de combustible diesel para un remolque de tractor refrigerado es de aproximadamente 39.5L / 100km, consumiendo así aproximadamente 1,185L de combustible para conducir una distancia de 3,000 km. Se estima que el sistema de refrigeración del remolque (unidad refrigerada) consume 250L de combustible diesel para el viaje; aumentando el consumo total a aproximadamente 1,435L. Las emisiones de carbono de cada litro de gasóleo son de 2,64 kg de CO₂. Por lo tanto, los 160,000 camiones refrigerados que trajeron productos frescos a Canadá desde los Estados Unidos y México en 2019 liberaron 3.8 TM de CO₂ por camión, para un total de aproximadamente 606,000 TM de CO₂. El transporte actual en camión de productos frescos desde México y los Estados Unidos a lo largo de corredores de transporte seleccionados a Canadá podría ser reemplazado por aeronaves de carga de cero emisiones de carbono, alimentadas eléctricamente. La tecnología está disponible y el mercado parece estar listo."*

El principio de sostenibilidad y cuidado del medio ambiente de los dirigibles se basa en gran medida en el consenso en torno a su competencia para reducir la necesidad de nueva infraestructura. Aunque existe un debate en torno a muchos de sus aspectos de ingeniería a partir de la amplia gama de propuestas técnicas, ese principio es consensuado. Según el IMIEU: *"En los aeropuertos convencionales actuales podría no haber suficiente espacio para las plataformas LTA, sin embargo, en los grandes puertos, o en los antiguos terrenos industriales, a veces hay una gran cantidad de superficies y terrenos vacíos y disponibles, sin usar. Este tipo de sitios (muchas veces disponibles contra costos relativamente bajos) también podrían proporcionar oportunidades para las operaciones terrestres de LTA. Además, las operaciones terrestres de LTA no necesitan una infraestructura muy grande o pesada (ya que las embarcaciones no son muy pesadas), por lo que también podrían proporcionar un activo para el caso de negocio de las tecnologías de LTA"*.

Las cuestiones de concesión de licencias y reglamentación también son delicadas y deben abordarse en los foros interregionales para llegar a acuerdos que serán capitalizados por las redes logísticas en su conjunto. Un reciente boletín del Programa de Inversión de las Partes Interesadas del IMIEU lo explica de la siguiente manera: *"Actualmente, solo un puñado de carriers LTA que tienen funciones de pasajeros o publicidad en todo el mundo están certificadas. La base actual para la certificación de, por ejemplo, aeronaves semirrígidas o rígidas se basa en la certificación del Zeppelin NT (LZ NO7-100 y 102), la base de certificación (CS) 30 N y CS 31 (globos aerostáticos). Los nuevos tipos de plataformas de transporte como, por ejemplo, Flying Whales o Flywin, se basan en esta base, pero también (para una parte que se definirá en CS 30H y T. La base de estas especificaciones provino del proyecto de desarrollo anteriormente detenido 'Cargo Lifter', donde había al final del proyecto un pequeño demostrador. Dado que la base para la certificación es estrecha y es necesario aclarar aún más muchos aspectos, el intercambio de información sobre los aspectos que deben aclararse y la seguridad parece casi una necesidad, también para reducir los costos de certificación."* (IMIEU, 2021).

Desde 2019 FLYING WHALES, Hybrid Air Vehicles, Zeppelin, WDL y EASA (Agencia de Seguridad Aérea de la Unión Europea) comenzaron a trabajar de manera conjunta en la armonización de las regulaciones de vuelo. Los expertos en energía y mecanismos de elevación asociados a dichas organizaciones elaboraron una serie de propuestas para la actualización de las Directivas de Aeronavegabilidad, dando forma a la presentación de un nuevo reglamento SC-GAS (Condición Especial para *Airships* de Gas)⁷. El mismo fue publicado por EASA en enero del año 2022, luego de un

⁷ EASA (2022) Final Special condition "SC GAS" Gas Airships - Issue 01 <https://www.easa.europa.eu/document-library/product-certification-consultations/final-special-condition-sc-gas-gas-airships>.

período de adecuación y deliberación centrado en la multiplicidad de variantes de ingeniería en los modelos de *airship* involucrados. Este SC-GAS ha sido definido para actualizar los marcos de respuesta a las solicitudes de certificación de la tecnología que recibe EASA, evaluando que sean compatibles con los requerimientos de aeronavegabilidad establecidos por el Parlamento de la Unión Europea.

Las principales cuestiones de interés reflejadas en el documento final se refieren a garantizar la seguridad de vuelo, de la tripulación a bordo y del personal de tierra. En la normativa se establecen los parámetros para mantener la estabilidad de las maniobras evitando los peligros del vuelo libre, y se tipifican los equipamientos y procedimientos de amarre seguro en operaciones de aterrizaje y desembarque. Respecto a las evaluaciones de la tecnología y su adecuación regulatoria se detalla: “El reglamento SC aborda dos diseños, uno es un dirigible rígido de equilibrio de 260 000 m³ para operaciones de carga, el otro un dirigible híbrido no rígido de 45 000 m³ para hasta 100 pasajeros. Sin embargo, los autores creen que el SC se puede aplicar a todas las aeronaves tripuladas con tripulación no presurizada o compartimentos de pasajeros. Estará sujeto al acuerdo del Equipo de Certificación de la EASA si esta Condición Especial puede considerarse suficiente como Base de Certificación, por ejemplo, los diseños no tripulados no están suficientemente abordados por esta propuesta. Debido al bajo número de proyectos no se han establecido categorías. Los diferentes niveles de seguridad aplicables a diseños específicos de aeronaves se abordarán a través de los Medios de Cumplimiento (MOC)⁸”.

Este tipo de iniciativas constituye un área de interés fundamental para la investigación a futuro, ya que marca los primeros pasos hacia la puesta en práctica de esta tecnología bajo parámetros sustentables fundamentados en la seguridad y la integración. Del mismo modo, se considera que puede arbitrar de manera equilibrada y productiva sobre la puesta a prueba de diversas variables tecnológicas en los diseños que se encuentran actualmente en desarrollo por la industria del *airship*, y definir con criterios precisos los métodos de implementación más adecuados de dicha solución en las redes logísticas.

⁸ Ídem.

IV. Observaciones finales y futuros temas de investigación

La tendencia hacia redes logísticas sostenibles, volviendo a pensar el diseño de los sistemas vigentes e incorporando las soluciones que aborden las carencias identificadas en el trayecto hacia la sincromodalidad y la planificación de servicios e infraestructuras logísticas flexibles en línea con los ODS, representa en la actualidad un importante foco de interés de los actores públicos y privados ante el desafío de lograr una mayor integración de las regiones y crecimiento económico y social. En el esfuerzo de investigación aquí presentado se pudo observar que la nueva tecnología de dirigibles presenta, en sus avances de ingeniería y en sus aplicaciones en estudios para sistemas de distribución y servicio, una fuerte afinidad con los factores que definen la obtención de la sincromodalidad, tales como la flexibilidad y la respuesta en tiempo real, claramente destacados entre los factores de innovación de su ingeniería que lo perfila como una solución disruptiva o game-changer. Una masa crítica de productores, ingenieros, expertos aeronáuticos y operadores reafirman y contribuyen a su diversidad en sistemas de distribución y mecanismos para la operación de cargas y funcionalidades diversas en telecomunicaciones, mitigación de desastres y provisión de servicios de primera necesidad a las comunidades; estas aplicaciones de amplio rango, entre otras que se destacan en el estudio, aprovechan las prestaciones operativas del dirigible en sus variantes tecnológicas actuales para adaptarse a diferentes geografías con una amplia gama de funcionalidades para lograr flexibilidad y ahorro de costos con prevención de daños para la carga y la tripulación. Se demuestra en los factores logísticos de esta solución una resiliencia sin precedentes en diversos terrenos y condiciones climáticas para acceder a áreas remotas al tiempo que mitiga la huella ambiental.

La incorporación de *airships* como nuevo modo de transporte en rutas y redes logísticas nuevas o actuales se puede lograr con la superación de las barreras regulatorias, avanzando hacia una logística más sostenible que proporcione integración económica y social a través de la mejora de la conectividad. Resulta claro a partir de las evaluaciones de competitividad sobre los modelos de negocios presentados por distintos actores de la industria, y los enfoques aplicados por los expertos en contratación y diseño de servicios, que un esquema completo, sustentable y viable en lo económico que incorpore el uso de

airships necesita combinar la prestación de servicio a actividades comerciales que sean en sí mismas económicamente viables para la comunidad en la que se sitúan, con su disponibilidad para la aplicación de funcionalidades de emergencia, ayuda humanitaria, mitigación de desastres y provisión de servicios médicos o de primera necesidad. En otras palabras, el *airship* demuestra su potencial de uso de forma completa al desbloquear las posibilidades de desarrollo económico de las localidades a su vez que las provee con servicios que aportan al cuidado del ambiente, la calidad de vida de la población y la sustentabilidad en movilidad y logística.

El factor de conectividad se convierte en una prioridad ineludible al analizar los sistemas de transporte en regiones aisladas; después del shock de COVID-19, la conectividad del transporte aéreo después de la pandemia cayó un 57%, 2020 vs 2019 según IATA, y el flete marítimo aumenta a 10 veces. Este shock, junto con los desastres naturales, aceleró nuevos desafíos en las regiones más vulnerables. Durante 2020, el Gran Caribe y el Pacífico se vieron afectados por eventos extremos como los huracanes Eta y Iota en Guatemala y Honduras, y el Pacífico por el ciclón Harold en Vanuatu, Fiji, Islas Salomón y Tonga. También en zonas remotas del Amazonas, a las que su acceso es fluvial, se observaron interrupciones en el transporte por la expansión de los contagios. En estos casos, la respuesta humanitaria realizada a través de los medios convencionales existentes mostró una serie de limitaciones; superarlos mediante una solución logística innovadora en un futuro próximo debe tener en cuenta los protocolos sanitarios pertinentes para hacer frente a los escenarios pandémicos y pospandémicos subsiguientes.

Como se pudo observar a través de la evaluación de la competitividad económica de los dirigibles y su competencia en los objetivos de sostenibilidad son complejos en naturaleza y alcance, pero para la velocidad de entrega se puede sintetizar como *más lento pero más barato que un avión; más rápidos pero más caros que los camiones* (Prentice et al., 2021), con velocidades de crucero promedio de 100 km/h o más, y capacidades de carga variables que van desde los rangos de 10-20 a 250 toneladas según el modelo y el tipo de operación. La mayoría de los estudios de casos para el transporte en dirigible toman helicópteros de carga pesada como objeto de comparación principal en las operaciones a islas pequeñas debido a que es el modo predominante en uso; el transporte carretero por camiones en grandes extensiones con desafíos geográficos o estacionales, y el transporte marítimo/fluvial en regiones selváticas, aunque cómo se verá existen variaciones específicas a cada territorio. Los resultados más metódicamente robustos en cuanto a una aplicación viable, dentro del universo de estudios que llegó a encontrarse, se observan en la perspectiva de relación consumo de combustible / velocidad, y los costos de las infraestructuras, y los hallazgos en el conjunto de los esfuerzos de investigación permiten colocar al dirigible en el punto de equilibrio entre los modos de servicios logísticos significativos existentes.

Con el propósito de identificar posibles aplicaciones a las ventajas del dirigible, se evaluaron las tendencias mundiales actuales con un enfoque en América del Sur y en las pequeñas islas del Gran Caribe y el Pacífico, nutriéndose asimismo de análisis de proyectos situados en Asia, Norteamérica y Oceanía. Al identificar los factores que determinan la idoneidad del dirigible como solución a los desafíos de las regiones remotas y las islas, se presentó el estado del arte de los principales avances tecnológicos, validando así la alternativa de incorporar el dirigible como solución en un sistema logístico sincro-modal, donde los modos de transporte y las infraestructuras relacionadas interactúan de manera flexible y sostenible y se planifican de forma conjunta en base a los recursos disponibles. Los casos de estudio encontrados en la literatura disponible para funcionalidades operativas permiten identificar una serie de desafíos. Estos hallazgos son relevantes en el contexto más amplio de las implicaciones del uso de *airships* para las redes logísticas de la región, así como sus desafíos a enfrentar, con el fin de avanzar hacia un comercio transfronterizo fluido, operaciones logísticas sin interrupciones en la región y distribución de insumos de emergencia y prestación de servicios humanitarios y de atención médica a través de las fronteras.

El presente documento de investigación mostró una variedad de propuestas de desarrollo de dirigibles, tanto desde la industria como desde la perspectiva de la ingeniería teórica, para aplicar la

solución tecnológica de dirigibles de carga a un conjunto de funciones relevantes en el sistema logístico de ayuda humanitaria y sanitaria. La información evaluada sobre las condiciones de conectividad logística encontradas en los SIDS y zonas remotas evaluadas, y el impacto que recibieron de eventos extremos en aspectos sanitarios y ambientales dan lugar a nuevos requerimientos de optimización en los sistemas de transporte. Las interrupciones en relevamientos de datos ocasionadas en muchos casos por los propios eventos extremos que se abordan en los casos de estudio (al verse destruidos centros de comunicación y monitoreo, entre otras dificultades) muestran su incidencia tanto en los informes de conectividad y desastres como en los modelos de casos de negocio para la solución de *airships* que se diseñan con el propósito de mejorar la respuesta de emergencia, lo cual plantea la necesidad de perfeccionar tanto el relevamiento de datos como la metodología para evaluar la implementación del *airship*.

En los párrafos siguientes se recomiendan una serie de temas y preocupaciones para futuras investigaciones, en un esfuerzo continuo de investigación y consulta con diferentes partes interesadas. Muchos de estos temas, tal como se derivan del presente estudio, pueden ser explicativos de las posibilidades de la disponibilidad efectiva de *airships* operativas que realicen vuelos y servicios tanto comerciales como auxiliares en un futuro próximo, y se aconseja que sean objeto de más investigaciones.

A. Ingeniería y métodos operativos

Se observa un desarrollo evolucionado con diferentes avances tecnológicos por parte de diferentes fabricantes. Sin embargo, no ha sido posible validar la viabilidad de estos avances. Una de las razones es que la industria de los dirigibles es en la actualidad un sector en desarrollo y competencia que mantiene la confidencialidad del progreso en la fabricación y prueba de sus vehículos. Esperamos en el corto plazo avances en este tema. Una recomendación principal es establecer una base de consulta recíproca con las organizaciones de certificados. La experiencia operativa, la idoneidad y la capacidad demostrable de los diferentes proveedores de servicios propuestos en la etapa actual de la industria deben ser estudiados a fondo junto con expertos en logística y aeronáutica y actores y autoridades de provisión y contratación de servicios para evaluar el grado en que los modelos tecnológicos propuestos y las operaciones de servicio son factibles de llevarse a cabo de manera segura y eficiente.

B. Casos de negocio y financiación

Se ha desarrollado un conjunto de estudios de caso en la literatura académica, con estimaciones similares con respecto a la demanda y esquemas de costos o tarifas en comparación con los vehículos tradicionales en competencia. Sin embargo, la literatura relevante destaca las debilidades e insuficiencias en los datos debido a que todavía no hay suficientes *airships* construidos y en funcionamiento.

A partir de los casos de estudio donde se incorpora la función de operaciones de emergencia y los esquemas de contratación y tarifas propuestos por la industria, se destaca que resulta necesario para los modelos de negocio la prestación de servicios de transporte a una actividad económica sustentable junto con la respuesta de ayuda frente a eventos climáticos y humanitarios para alcanzar un nivel suficiente de viabilidad. Se necesita investigar en mayor profundidad la forma de implementar los distintos modelos de negocios de manera que encuentren una financiación adecuada, permitiendo la continuidad de los servicios y el desarrollo de la industria de fabricación de dirigibles a una escala acorde a sus capacidades.

Aunque la relevancia de los estudios de caso existentes puede evaluarse en una variedad de factores como reflejo del estado de la industria, su desarrollo público, objetivos, intenciones y capacidades, se podría avanzar en un esfuerzo conjunto con la industria en el desarrollo de estudios de casos de negocios con información más precisa. El estado de la industria debe ser estudiado para comprender la capacidad financiera disponible para la financiación de proyectos que incorporen la solución *airship*.

Se recomienda profundizar la investigación respecto de los modelos de contrato de servicios en la red logística intermodal para determinar cómo podría aplicarse la modalidad de *airship* de modo más fehaciente y evaluar tanto la viabilidad de las propuestas de esquemas de arrendamiento y contratación de servicios esbozados a partir de distintos expertos en la industria *airship*, así como su posible adecuación a los escenarios presentados por los casos de estudio. En tal sentido, se plantea el objetivo de estudiar las modalidades de gestión pública vigentes de comercio, transporte de cargas y desarrollo en servicios e infraestructura de transporte en distintas regiones, atendiendo a la realidad de cómo varían las condiciones económicas y operativas para aplicar estos modelos de negocios de *airship* a cada territorio.

C. Procesos regulatorios y de certificación

Existe un consenso en la industria de que el proceso de certificación integral para un vehículo nuevo como el dirigible en sus diversas variantes puede ser complejo y prolongado debido a una variedad de factores, entre ellos el hecho de que cada pieza involucrada en la fabricación del vehículo debe ser certificada y autorizada por separado antes de que el desarrollador pueda proceder al ensamblaje, entre otras circunstancias que deben estudiarse más a fondo en consulta con expertos en certificados y autoridades.

La gestión y las regulaciones de los vuelos y el espacio aéreo deben investigarse de la misma manera para dilucidar las perspectivas de que los dirigibles realicen las operaciones comerciales, de emergencia y auxiliares propuestas en la literatura revisada con las autorizaciones legales adecuadas en un futuro próximo. En ese sentido, cabe avanzar en el entendimiento de iniciativas tales como las de la EASA junto con diversos actores de la industria.

D. Futuras líneas de investigación

Particularmente en el estudio de la respuesta humanitaria, se ha observado que la mayor parte de la información disponible públicamente se centra en los desastres y la distribución logística. Sin embargo, hay una falta de un enfoque más profundo en las necesidades de infraestructura y vehículos a largo plazo para conectar áreas remotas susceptibles a desastres. Una oportunidad de cambio de juego está disponible para las regiones con ubicaciones remotas y con problemas de accesibilidad, incorporando *airships* como un modo flexible de transporte, reduciendo las necesidades de construcción de infraestructura terrestre fija, muchas veces propensa a daños por eventos extremos vinculados al cambio climático.

Asimismo, es necesario avanzar en cuestiones relativas al sistema completo de distribución y logística de los diferentes tipos de tecnología de dirigibles, considerando, además de los vehículos, sus infraestructuras asociadas para la operación y mantenimiento. La importancia de profundizar en la implementación de gas LTA (helio o hidrógeno) y en los tiempos de mantenimiento / recarga que requiere para realizar circuitos completos es un punto fundamental, para abordar los desafíos de certificación y regulación aeronáutica. Esto se hace aún más relevante de cara a la concreción de proyectos tales como la célula de combustible de hidrógeno para lograr una alimentación eléctrica completa en la estructura de la aeronave, y otras innovaciones de ingeniería específicas del *airship*, como la posibilidad de portar UAVs para entrega de última milla. Cada una de estas cuestiones representa un nuevo paso en los procesos regulatorios con la complejidad que eso conlleva.

Para llegar a un análisis más preciso de la respuesta a insuficiencias logísticas, es fundamental elaborar indicadores de conectividad interior, que midan los niveles de comercio y accesibilidad de las zonas remotas; Los indicadores tradicionales de conectividad miden las principales puertas de un país por avión o barcos de aguas profundas. Asimismo, resulta imprescindible perfeccionar los indicadores con variables que midan, además de la cantidad y frecuencia de servicios disponibles para la conexión interior, los costes y características de los servicios e infraestructuras logísticas, así como el impacto económico y social en las zonas de interior.

E. Respuesta humanitaria y políticas públicas

Algunas agencias gubernamentales, así como diferentes organizaciones, están buscando una solución para financiar proyectos de implementación de la solución *airship* que se centran en la etapa de implementación y operación. El financiamiento para el desarrollo de los dirigibles, investigación, construcción de prototipos, pruebas, certificación, es uno de los desafíos para el desarrollo exitoso de este modo de transporte que cambia el juego.

Los temas anteriores reflejan algunas de las principales preocupaciones y evaluaciones de desafíos que surgen tanto del testimonio de expertos, líderes de la industria y autoridades institucionales como de los propios criterios de los autores de este documento de investigación para evaluar el estado actual del arte y la industria de la solución *airship*, y sus perspectivas de upscaling en el futuro cercano. Las oportunidades que representa este innovador modo de transporte para la optimización de la conectividad y la mejora de la prestación de servicios de transporte aéreo en una perspectiva sincro-modal y resiliente resultan característicamente innovadoras y presentan el potencial de un salto tecnológico disruptivo.

La discusión respecto de esta alternativa cobra una mayor relevancia en el contexto de la actual pandemia de COVID-19. En caso de desastre, se despliegan diferentes agencias de ayuda con apoyo en la distribución y logística de carga, equipo y personal de asistencia perecederos y esenciales. La capacidad económica y la conectividad de transporte de las regiones influyen directamente en la capacidad de los países para resistir la adversidad. Los desastres generalmente tienen efectos locales, y el área afectada depende del tipo de peligro natural. Algunos de ellos, como la pandemia de COVID-19, tienen un impacto global, presentando un desafío significativo para la industria del transporte y la logística.

La tecnología *airship* puede aportar beneficios duraderos en conectividad, accesibilidad y desarrollo a lugares aislados como las Islas Pequeñas más allá del alcance de las operaciones de ayuda de emergencia. Su conjunto de ventajas sería crucial para avanzar en los objetivos de Sostenibilidad y Economía Azul, particularmente relevantes para los Pequeños Estados Insulares en Desarrollo frente al cambio climático, la pandemia de COVID-19 y otros temas de impacto global, como lo indica el progreso en la encuesta actual. El presente documento buscó ofrecer una muestra integradora de dicha labor en curso y una invitación a llevar el potencial de estas soluciones innovadoras a un debate abierto sobre el transporte público interregional y las políticas de desarrollo logístico.

Existe la oportunidad de profundizar en las investigaciones que se proponen evaluar las variables económicas y logísticas utilizadas en los estudios de caso para escenarios operacionales de asistencia humanitaria utilizando *airships*, como se muestra en este documento, con el fin de desarrollar un modelo distribución que logre mitigar la imprevisibilidad de los eventos extremos con un uso eficiente y sostenible de la infraestructura.

Bibliografía

Consultas y entrevistas con: BASI, Universidad de Manitoba (Dr. Barry Prentice; Ross Prentice); Ballenas voladoras (Octave Jolimoy, Armelle Tarrieu, Michele Renaud, Argann Simonin); Straightline Aviation (Frederic Goig, Laurence Kalinsky, Mike Kendrick, Mark Dorey); LTA Investigación y Exploración (Alan Weston); IMIEU (Frank Neumann, Kunal Chowdhury); Omar Bello (CEPAL); IATA (Asociación Internacional de Transporte Aéreo, Pacífico y Caribe); OACI (José Odiñi, Cortney Robinson, etc.); Programa Mundial de Alimentos (Oleg Aleksandrov), y otros expertos en transporte, logística, industria, conectividad y eventos extremos. Los títulos completos de los entrevistados y la lista de temas de discusión en la sección del Anexo.

ACLEDD, 2019. DATA EXPORT TOOL <https://acleddata.com/data-export-tool/>.

Aerodays Forum (2020) (seminario virtual), Berlín, Alemania 24-26 de noviembre de 2020. Neumann, F., Fumero, S. e invitados.

Aerospace Technology online projects archive (2021) <https://www.aerospace-technology.com/projects/> (visitado el 11/25/2021).

Aertec Solutions (2020) Interview with Dr. Sebastiano Fumero, Adviser Future Air Transport <https://aertecsolutions.com/en/2020/03/31/interview-with-dr-sebastiano-fumero-adviser-future-air-transport/> (visited 10/12/2020).

Airship Association (2020) Introduction to Lighter Than Air Vehicles <http://www.airship-association.org/cms/node/22>.

Australian Government (2020) Australia's response to Tropical Cyclone Harold <https://www.dfat.gov.au/crisis-hub/Pages/tropical-cyclone-harold>.

Ausick, P. (2014), "Why a Boeing 747-8 Costs \$357 Million" <http://247wallst.com/aerospace-defense/2014/06/03/why-a-boeing-747-8-costs-357-million/>.

Aviation Week online profile on *airship* technology (2021) <https://aviationweek.com/fleet-data-api> (visitado el 11/25/2021).

ADB-BASI (2019) *Airship* do Brasil (www.adb.ind.br) Memorando de entendimiento.

BASI (2020; 2021) Canadian *Airships* manufacturing profile <https://www.buoyantaircraft.ca/>.

Beamon, B.M. y Balcik, B. (2008), "Performance measurement in humanitarian relief chains", *International Journal of Public Sector Management*, Vol. 21 No. 1, pp. 4-25.

- Cantu Bazaldua F. (2021), Remote but well connected? Neighboring but isolated? Measuring remoteness in the context of SIDS. Statistics Division, UNIDO UNCTAD Research Paper No. 67 UNCTAD/SER.RP/2021/10.
- CEPAL(2021) Choosing a Multidimensional Vulnerability Index for Caribbean Countries.
- _____ (2021) Choosing a Multidimensional Vulnerability Index for Caribbean Countries.
- _____ (2014) Manual para la evaluación de desastres.
- DJI (2015) Phantom 3 Standard Drone. < <https://www.dji.com/phantom-3-standard>.
- Dorey, M. (2021) Entrevistas y consultas de los autores.
- Dorn W., Baird N. y Owen R. (2018) *airships* in U.N. Humanitarian and Peace Operations: Ready for Service?.
- EASA (2022) Special Condition for Gas *Airships* – Issue 01.
- ESCAP (2022), *Airship Technology for Air Connectivity and Humanitarian and the Caribbean and the Pacific*, Report. <https://www.unescap.org/kp/2022/airship-technology-air-connectivity-and-humanitarian-and-caribbean-and-pacific>.
- _____ (2021), *Airship Technology for Air Connectivity and Humanitarian and the Caribbean and the Pacific*, Technical note. <https://www.unescap.org/kp/2021/airship-technology-air-connectivity-and-humanitarian-aid-caribbean-and-pacific>.
- _____ (2019), Review of Sustainable Transport Connectivity in Asia and the Pacific 2019. Addressing the challenges for freight transport.
- Flying Whales (2021) Entrevistas y consultas de los autores; Archivo en línea de la Dubai World Expo 2021.
- Gattorna, J. (2015) *Dynamic Supply Chains*, 3rd ed., Pearson Education Ltd, Harlow.
- Hagenlocher, Michael, Cotti, Davide, Denno Cissé, Jennifer, Garschagen, Matthias, Harb, Mostapha, Kaiser, Delia, Kreft, Soenke, Seifert, Viktoria, Sett, Dominic, Reith, Jonathan y Zwick, Astrid (2020) Disaster risk and readiness for insurance solutions in Small Island Developing States. United Nations University Institute for Environment and Human Security (UNU-EHS), Munich Climate Insurance Initiative (MCII), Ludwig-Maximilians Universität München (LMU), Federal Ministry for Economic Cooperation and Development (BMZ), Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, and InsuResilience Global Partnership (IGP).
- HAV, Hybrid Air Vehicles (2020) Airlander 10 technological profile <https://www.hybridairvehicles.com/our-aircraft/our-technology/> (Visited 1/12/2020).
- IATA (2020) Air Connectivity. Measuring the connections that drive economic growth. <https://www.iata.org/en/iata-repository/publications/economic-reports/air-connectivity-measuring-the-connections-that-drive-economic-growth/>.
- ICAO (2011) Unmanned Aircraft Systems https://www.icao.int/meetings/uas/documents/circular%20328_en.pdf.
- Jaimurzina A., Perez G. y Sánchez R. (2015) Políticas de logística y movilidad para el desarrollo sostenible y la integración regional.
- Jeong H. Y., Yu D. J., Min B.C. y Lee S. (2020) The humanitarian flying warehouse. *Transportation Research Part E* 136.
- Khakdaman M., Rezaei J. y Tavazzy A. (2020) Shippers' willingness to delegate modal control in freight transportation, *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, Volume 141, 2020, 102027, ISSN 1366-5545, <https://doi.org/10.1016/j.tre.2020.102027>.
- Kagan J. (2021) What Is an Original Equipment Manufacturer (OEM)? <https://www.investopedia.com/terms/o/oem.asp> (visited 12/1/2021).
- Kim E., (2016) The most staggering part about Amazon's upcoming drone delivery service. *Business Insider*. <https://www.businessinsider.com/cost-savings-from-amazon-drone-deliveries-2016>.
- Kreuzer y Wilmsmeier (2014), Eficiencia energética y movilidad en américa latina y el caribe una hoja de ruta para la sostenibilidad. Cepal y Cooperación Alemana. Documento de Proyecto.
- Laskowitz I. B. (1961) "VERTICAL TAKE-OFF AND LANDING (VTOL) ROTORLESS AIRCRAFT WITH INHERENT STABILITY*".
- Lynceans Group (2021) LMH-1 Engineering, online technical profile on *airships*.
- Lynch S. (2018) Consensus on the effective employment of hybrid *airships* in future disaster logistics.
- National Disaster Management Office, Government of the Republic of Vanuatu (2020) Tropical Cyclone Harold Lessons Learned Workshop Report.

- Neal C. y Koo T. (2020) Demand for cargo *airships*: An analysis of mode choice decision making in the freight transport industry, *Journal of Air Transport Management*, Volume 83, 2020, 101741, ISSN 0969-6997, <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2019.101741> (visited 12/20/2020).
- University of the Highlands and Islands, quoted in "New Atlas, Phoenix ultra-endurance air vehicle is first to fly like a fish" (2019) <https://newatlas.com/phoenix-ultra-endurance-air-vehicle-fish/59434/> (visited 12/20/2020).
- OCHA (2020) FLASH UPDATE NO. 1 Tropical Cyclone Harold (Vanuatu and Fiji) As of 8 April 2020, 22:00 local time (Suva) <https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/OCHA%20Flash%20Update%20no1%20on%20TC%20Harold%20-%208%20April%202020.pdf>.
- OHRLLS (2020) About Small Island Developing States <https://www.un.org/ohrls/content/about-small-island-developing-states>.
- Organización de Naciones Unidas (2020) Objetivos de Desarrollo Sustentable (<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/climate-change-2/>) (visited 12/20/2020).
- Prentice, B. (2013) Cargo *Airships* Versus All-Weather Roads - A Cost Comparison (conference paper).
- Prentice et al. (2004) Global Trade of Perishables in the 21st Century: The Case for Giant *Airships*.
- Prentice B. y Adaman M. (2017) Economics of cargo *airships* for food transport to remote northern communities, *Research in Transportation Business and Management*, Volume 25, 2017, Pages 87-98, ISSN 2210-5395, <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2017.06.001>. (<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2210539516301092>).
- Prentice B., Wilms J. y Gonzalez A. M. (2021) Cold chain sustainability: *airships* versus long-haul trucking. Manitoba.
- Prentice B. y Wilms J. (2020) CARGO AIRSHIP FUEL TRANSPORT: CANADIAN SHIELD CASE STUDY1. Presented at the 55th Annual Meetings of the Canadian Transportation Research Forum, May 24-27, 2020, at Montreal, Québec. (nov).
- Prentice B., Lau Y.-Y. y Ng, A.K.Y (2021) Transport *Airships* for Scheduled Supply and Emergency Response in the Arctic. *Sustainability* 2021, 13, 5301.
- Tatham P., Neal C. y Wu Y. (2017) Hybrid cargo *airships*: a humanitarian logistic game changer?; quoted on Neal and Koo (2020).
- Tatham, P.H. y Hughes, K. (2011) "Humanitarian logistics metrics: where we are, and how we might improve", in Christopher, M.G. and Tatham, P.H. (Eds), *Humanitarian Logistics: Meeting the Challenge of Preparing for and Responding to Disasters*, Kogan Page, London, pp. 65-84.
- UN (2014) SIDS ACCELERATED MODALITIES OF ACTION [S.A.M.O.A.] Pathway conference report.
- UNCTAD (2020) Unctad framework for sustainable freight transport. Website <https://www.sft-framework.org> (visited 12/1/2020).
- UNCTAD stat <https://unctadstat.unctad.org/EN/>.
- UNDP (2021) Small Island Developing States do not have the luxury of time Posted on December 2, 2020.
- UNISDR (2015) Making Development Sustainable: The future of Disaster Risk Management. Global Assessment Report on Disaster Risk reduction. Geneva, Switzerland. p.74.
- IMIEU (2021) U-LTA- Upscaling Lighter Than-Air Technology - Strategic Cooperation and Stakeholder Investment Programme (Provided by Frank Neumann of IMIEU).
- Wells, J. (2016) "Lockheed has liftoff: Sells new *airships* in \$480M deal", CNBC, available at: www.cnbc.com/2016/03/29/.
- WHO (2021) Coronavirus disease (COVID-19) https://www.who.int/health-topics/coronavirus#tab=tab_1.
- Wireless Public Safety Networks 1 (2015) Unmanned Aerial Vehicles <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/unmanned-aerial-vehicles> (visited (12/1/2021)).

Anexos

Anexo 1

Entrevistados, títulos y discusiones BASI

(Buoyant Aircraft Systems International)

- Dr. Barry Prentice: Co-fundador y presidente de BASI. El Dr. Prentice es profesor de la Universidad de Manitoba y ex director (1996-2005) del Instituto de Transporte. Sus principales intereses de investigación y enseñanza incluyen logística, economía del transporte, transporte del norte y política comercial. El Dr. Prentice tiene una licenciatura en economía de la Universidad de Western Ontario (1973) y títulos de posgrado de la Universidad de Guelph (MSc, 1979) y la Universidad de Manitoba (PhD, 1986).
- Ross Prentice: CEO de BASI. Ross tiene una sólida experiencia en transporte y es realmente apasionado por comprender cómo da forma a nuestro mundo. Además de una designación profesional en logística, ha trabajado durante casi 20 años en la industria del transporte intermodal. Los principales temas discutidos fueron el estado del arte en el desarrollo de ingeniería para sistemas de energía innovadores para vuelo con protección ambiental dentro de la industria de aeronaves; parámetros operativos para la ayuda de emergencia y el transporte de mercancías a larga distancia, las perspectivas de liberar el potencial económico y de desarrollo de las poblaciones afectadas a través de la solución de dirigibles.

Aerovehicles

- Bob Fowler: CEO de Aerovehicles. Grado de honor de liderazgo organizacional de la Academia de Comando de la Fuerza Aérea de los Estados Unidos. Los principales temas discutidos fueron el estado de desarrollo de la industria de dirigibles en las regiones de LATAM y el Caribe; procedimientos de implementación y certificación de servicios.

Flying Whales

- Octave Jolimoy: Market Manager for China and South-East Asia en Flying Whales. Master's degree, Automotive Engineering en Tongji University. Industrial Engineering Master's degree at Arts et Métiers ParisTech.
- Armelle Tarrieu: Sales Manager in Flying Whales. Postgraduate master's in economics, Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne.
- Michele Renaud: Market, Sales and Communication Director en Flying Whales. Diplôme d'ingénieur, DEA Génie des Procédés, Ecole Nationale Supérieure des Industries Chimiques de Nancy.
- Argann Simonin: Market Manager in Flying Whales. Mastère Spécialisé, Management de l'Innovation Technologique, Toulouse Business School (TBS). Diplôme d'ingénieur, Ingénierie aérospatiale, aéronautique et astronautique, ENAC - Ecole Nationale de l'Aviation Civile.

Los principales temas discutidos fueron el estado del arte en la aplicabilidad de aeronaves en los SIDS y otros lugares aislados; sistemas de distribución en diferentes terrenos con la solución de dirigible y los requisitos de infraestructura; las perspectivas de liberar el potencial económico y de desarrollo de las poblaciones afectadas a través de la solución de aeronaves.

Straightline Aviation

- Frederic Goig: Investor and Senior Advisor – Strategy and Growth en Straightline Aviation. IAE FRANCE - Ecoles Universitaires de Management graduate.
- Laurence Kalinsky: VP Corporate Development and Business Planning en Straightline Aviation. MBA Cum Laude from The University of Southern California Marshall School of Business.
- Dr. Mike Kendrick: Co-Founder y Chief Executive Officer de Straightline Aviation. Doctor Honoris Causa en Tecnología por la Universidad de Wolverhampton.
- Mark Dorey: Co-Founder y Chief Executive Officer de Straightline Aviation. Graduado de la London School of Economics and Political Science.

Los principales temas debatidos fueron las perspectivas de viabilidad económica y competitividad económica de la industria de los dirigibles; idoneidad operacional en diversos sistemas logísticos y proveedores de servicios en los pequeños Estados insulares en desarrollo y otros lugares aislados; marcos reglamentarios y procedimientos de certificación de vuelos; las perspectivas de liberar el potencial económico y de desarrollo de las poblaciones afectadas a través de la solución de dirigibles.

LTA Research and Exploration

- Alan Weston: CEO de LTA Research. NASA Aerospace Engineer.

Los principales temas discutidos fueron el estado del arte en ingeniería; perspectivas de crecimiento en la industria de aeronaves.

IMIEU (Institute for Infrastructure, Environment, and Innovation of the European Union)

- Frank Neumann: Director del Institute for Infrastructure, Environment, and Innovation (IMEU) con sede en Bruselas y Ámsterdam, trabaja en proyectos innovadores de energía limpia y transición energética en la UE y Asia, además de innovaciones marítimas y aviación sostenible. Maestría en Administración Pública de la Universidad de Leiden; Doctorado en Gestión Ambiental de la Universidad Erasmus.
- Kunal Chowdhury: Junior Technical Advisor IMIEU. Sustainable Energy Technology Master at Delft University of Technology.

Los principales temas discutidos fueron los acuerdos interregionales para la conectividad y la protección del medio ambiente; programas de financiamiento para las partes interesadas en el negocio de aeronaves; las perspectivas de liberar el potencial económico y de desarrollo de las poblaciones afectadas a través de la solución de dirigibles.

United Nations Organization

- Omar Bello: Economic Affairs Officer de CEPAL. UCLA economics graduate.

Los principales temas discutidos fueron la evaluación y mitigación del riesgo de desastres, los datos empíricos sobre el impacto de los eventos extremos en los pequeños Estados insulares en desarrollo y otros lugares aislados en el contexto de la era de la pandemia; las perspectivas de liberar el potencial de desarrollo de las poblaciones afectadas a través de la solución de dirigibles.

IATA (International Civil Aviation Organization)

Los principales temas discutidos fueron los valores de puntuación de conectividad IATA y su metodología.

ICAO (International Civil Aviation Organization)

- José Odini: Expert - Senior Aviation Officer at The International Civil Aviation Organization. Air Command and Staff College, Military Strategic Studies, Air Command and Staff College at Air University, Air Command and Staff College, Montgomery, Alabama.
- Cortney Robinson: Air Transport Officer, Air Cargo at The International Civil Aviation Organization. Master of Public Policy, University of Michigan.

Los principales temas discutidos fueron el estado de la conectividad aérea regional en áreas aisladas y en peligro de extinción, la propensión a los desastres naturales y humanitarios en los peidistas estudiados y otros lugares; los desafíos y perspectivas para la optimización logística a través de la sincromodalidad; la viabilidad de la solución de dirigible para superar las limitaciones de las redes existentes y las barreras reglamentarias.

World Food Programme

- Oleg Aleksandrov: Aviation Officer, RPAS-UAS Cargo Projects del World Food Programme. University of Buckingham Master of Business Administration – MBA, International Marketing with Distinction.

Los principales temas examinados fueron el estado actual de las adquisiciones de servicios de aviación para la ayuda de emergencia y la logística de los servicios humanitarios; el papel de la solución de dirigible en la conectividad futura y su viabilidad económica.

Anexo 2

Siglas recurrentes

Estos son algunos de los acrónimos más frecuentes que se encuentran en los capítulos del presente documento de investigación, mostrando sus versiones en español e inglés, y una breve explicación de cada uno de fuentes públicas publicadas en línea por distintas agencias de la Organización de Naciones Unidas, y piezas de literatura relevante citadas en el presente estudio. Se destaca que a lo largo del documento se emplearon las siglas en inglés de muchas de estas denominaciones, especialmente las referidas a cuestiones tecnológicas o de aeronáutica, con fines de normalización editorial y referencia a estudios previos.

ECLAC/CEPAL: Comisión Económica de las Naciones Unidas para América Latina y el Caribe (Naciones Unidas)

La Comisión Económica de las Naciones Unidas para América Latina y el Caribe, conocida como ECLAC (por Economic Commission for Latin America and the Caribbean), UNECLAC o en español y portugués CEPAL, es una comisión regional de las Naciones Unidas para fomentar la cooperación económica. La CEPAL incluye 46 Estados miembros (20 en América Latina, 13 en el Caribe y 13 de fuera de la región), y 13 miembros asociados que son varios territorios no independientes, países insulares asociados y un commonwealth en el Caribe. La CEPAL publica estadísticas que cubren los países de la región y realiza acuerdos de cooperación con instituciones sin fines de lucro. La sede de la CEPAL se encuentra en Santiago de Chile. (UN, 2020).

ESCAP: Economic and Social Commission for Asia and the Pacific

La Comisión Económica y Social de las Naciones Unidas para Asia y el Pacífico (CESPAP, o ESCAP por sus siglas en inglés) es la Secretaría de las Naciones Unidas para la región de Asia y el Pacífico. Una de las principales funciones de la CESPAP es promover el desarrollo económico y social mediante la cooperación y la integración regionales y subregionales. La ESCAP tiene 53 Estados miembros y 9 miembros asociados. Las esferas prioritarias de la ESCAP incluyen, entre otras: cuestiones sociales; medio ambiente y desarrollo sostenible; tecnología de la información, las comunicaciones y el espacio; la reducción de la pobreza y el desarrollo; estadísticas; comercio e inversión; y transporte y turismo. (UN, 2020).

HFW: Humanitarian Flying Warehouse

El HFW es una aeronave que permanece a grandes altitudes y utiliza vehículos aéreos no tripulados (UAV) para entregar suministros. Esta innovación permitirá la entrega segura y oportuna a poblaciones de difícil acceso de una manera que exceda significativamente la capacidad de las prácticas actuales. De manera crucial, el HFW elimina las motivaciones detrás de muchas interrupciones en la entrega. Estas interrupciones son causadas por dilemas asimétricos de los bienes comunes: entidades con diferente accesibilidad y poder corren para apoderarse de bienes de socorro compartidos antes que otros. (Jeong et al., 2020).

ICAO: International Civil Aviation Organization (Naciones Unidas)

La Organización de Aviación Civil Internacional (OACI, o ICAO en inglés) está financiada y dirigida por 193 gobiernos nacionales para apoyar su diplomacia y cooperación en el transporte aéreo como Estados signatarios del Convenio de Chicago (1944). Su función principal es mantener una burocracia administrativa y experta (la Secretaría de la OACI) que apoye estas interacciones diplomáticas, e investigar nuevas innovaciones en políticas de transporte aéreo y normalización según lo dirigido y respaldado por los gobiernos a través de la Asamblea de la OACI, o por el Consejo de la OACI que la asamblea designe. (UN, 2020).

OEM: Original Equipment Manufacturer

Un fabricante de equipos originales (OEM) tradicionalmente se define como una empresa cuyos productos se utilizan como componentes en los productos de otra empresa, que luego vende el artículo terminado a los usuarios. La segunda empresa se conoce como revendedor de valor agregado (VAR) porque al aumentar o incorporar características o servicios, agrega valor al artículo original. El VAR trabaja en estrecha colaboración con el OEM, que a menudo personaliza los diseños en función de las necesidades y especificaciones de la empresa VAR. (Kagan, 2021).

SIDS: Small Islands Developing States

Los Pequeños Estados Insulares en Desarrollo (PEID, o SIDS en inglés) son un grupo distinto de 38 Estados Miembros de las Naciones Unidas y 20 Miembros no pertenecientes a las Naciones Unidas/Miembros Asociados de las comisiones regionales de las Naciones Unidas que se enfrentan a vulnerabilidades sociales, económicas y ambientales únicas.

Las tres regiones geográficas en las que se encuentran: el Caribe, el Pacífico y el Atlántico, el Océano Índico y el Mar meridional de China.

Los pequeños Estados insulares en desarrollo fueron reconocidos como un caso especial tanto por su medio ambiente como por su desarrollo en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo celebrada en Río de Janeiro (Brasil) en 1992.

Su población total aproximada es de 65 millones, un poco menos del 1% de la población mundial; sin embargo, este grupo enfrenta desafíos sociales, económicos y ambientales únicos. (UN, 2020).

ODS: Objetivos de Desarrollo Sostenible (Naciones Unidas)

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (Sustainable Development Goals o SDGs por sus siglas en inglés), también conocidos como los Objetivos Globales, fueron adoptados por las Naciones Unidas en 2015 como un llamado universal a la acción para poner fin a la pobreza, proteger el planeta y garantizar que para 2030 todas las personas disfruten de paz y prosperidad.

Los 17 ODS están integrados: reconocen que la acción en un área afectará los resultados en otras, y que el desarrollo debe equilibrar la sostenibilidad social, económica y ambiental.

Los países se han comprometido a priorizar el progreso para aquellos que están más atrasados. Los ODS están diseñados para poner fin a la pobreza, el hambre, el SIDA y la discriminación contra las mujeres y las niñas.

La creatividad, el know-how, la tecnología y los recursos financieros de toda la sociedad son necesarios para alcanzar los ODS en todos los contextos. (UN, 2020).

UAS: Unmanned Aircraft Systems

Los sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS por sus siglas en inglés) son un nuevo componente del sistema de aviación que la OACI, los Estados y la industria aeroespacial están trabajando para comprender, definir y, en última instancia, integrar. Estos sistemas se basan en desarrollos de vanguardia en tecnologías aeroespaciales, ofreciendo avances que pueden abrir nuevas y mejoradas aplicaciones civiles / comerciales, así como mejoras en la seguridad y eficiencia de toda la aviación civil. La integración segura de UAS en el espacio aéreo no segregado será una tarea a largo plazo con muchas partes interesadas que agregarán su experiencia en temas tan diversos como la concesión de licencias y la calificación médica de la tripulación de UAS, las tecnologías para detectar y evitar sistemas, el espectro de frecuencias (incluida su protección contra interferencias no intencionales o ilegales), los estándares de separación de otras aeronaves y el desarrollo de un marco regulatorio sólido. (ICAO, 2011).

UAV: Unmanned Aerial Vehicle

Los vehículos aéreos no tripulados (UAV por sus siglas en inglés) son una clase de aeronaves que pueden volar sin la presencia a bordo de pilotos. Los sistemas de aeronaves no tripuladas consisten en el componente de la aeronave, las cargas útiles del sensor y una estación de control en tierra. Pueden ser controlados por equipos electrónicos a bordo o a través de equipos de control desde tierra. (Wireless Public Safety Networks 1, 2015).

UN: United Nations

La Organización de las Naciones Unidas (ONU) es una organización intergubernamental que tiene como objetivo mantener la paz y la seguridad internacionales, desarrollar relaciones amistosas entre las naciones, lograr la cooperación internacional y ser un centro para armonizar las acciones de las naciones. La ONU tiene su sede en territorio internacional en la ciudad de Nueva York, y tiene otras oficinas principales en Ginebra, Nairobi, Viena y La Haya. (UN, 2020).

UNDA: United Nations Development Account

La Cuenta para el Desarrollo se estableció en 1997 en virtud de la resolución 52/12 B de la Asamblea General, como mecanismo para canalizar los recursos del presupuesto ordinario a la financiación de proyectos de fomento de la capacidad ejecutados por 10 entidades que trabajan en el pilar de desarrollo de la Secretaría de las Naciones Unidas. Se trata del Departamento de Asuntos Económicos y Sociales (DAES), las cinco comisiones regionales (incluida la CEPAL), la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (UNCTAD), el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), el Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos (ONU-Hábitat) y la Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito (UNODC). (UN, 2020).

VTOL: Vertical Takeoff and Landing

Una aeronave con función de despegue y aterrizaje vertical (DAV por sus siglas en español, VTOL en inglés) es aquella que puede elevarse, despegar y aterrizar verticalmente. Esta clasificación puede incluir una variedad de tipos de aeronaves, incluidas aeronaves de ala fija, así como helicópteros y otras aeronaves con rotores motorizados, como ciclogiros / ciclocópteros y rotores basculantes. (Laskowitz, 1961).

WHO: World Health Organization

La Organización Mundial de la Salud (OMS) es un organismo especializado de las Naciones Unidas responsable de la salud pública internacional. La Constitución de la OMS establece su objetivo principal como "el logro por todos los pueblos del más alto nivel posible de salud". Con sede en Ginebra, Suiza, cuenta con seis oficinas regionales y 150 oficinas sobre el terreno en todo el mundo. (UN, 2020).



NACIONES UNIDAS

Serie

C E P A L

Comercio Internacional

Números publicados

Un listado completo así como los archivos pdf están disponibles en
www.cepal.org/publicaciones

170. La industria de los dirigibles y su potencial para la logística, el comercio y la atención humanitaria en América Latina y el Caribe, M. A. Gómez Paz y R. J. Sánchez, (LC/TS.2022/162), 2022.
169. Brecha salarial de género en Costa Rica: una desigualdad persistente, Rebeca Torres y Dayna Zaclicever, (LC/TS.2022/93), 2022.
168. Economic and social effects of a possible trade agreement between Latin America and the Asian-Pacific Region, José Durán Lima, Angel Aguiar and Ira Ronzheimer, (LC/TS.2021/199), 2021.
167. Marco para una clasificación de vías navegables interiores en América del sur, P. Rigo, R. J. Sánchez y F. Weikert (LC/TS.2021/187), 2021.
166. Políticas anticíclicas y propuesta para el cálculo de la recuperación fiscal de la inversión en infraestructura, A. Coremberg, J. Lardé, R. Sánchez, J. Sanguinetti, (LC/TS.2021/178), 2021.
165. Impactos sociales de los caminos rurales en Mesoamérica, Gabriel Pérez, (LC/TS.2021/171), 2021.
164. La Zona de Libre Comercio Continental Africana: ¿un modelo para América Latina y el Caribe?, Sebastián Herreros, (LC/TS.2021/97), 2021.
163. Análisis comparativo de los regímenes de origen de la Alianza del Pacífico y el Tratado Integral y Progresista de Asociación Transpacífico, Rodrigo Contreras, (LC/TS.2021/53), 2021.
162. Logística internacional pospandemia: análisis de las industrias aérea y de transporte marítimo de contenedores, Ricardo J. Sánchez y Fabio Weikert, (LC/TS.2020/190), 2020.
161. Multiplicadores de los servicios de transporte y almacenamiento en América Latina: un análisis comparativo, Jeannette Lardé, (LC/TS.2020/189), 2020.

COMERCIO INTERNACIONAL

Números publicados:

- 170 La industria de los dirigibles
y su potencial para la logística,
el comercio y la atención humanitaria
en América Latina y el Caribe
María Alejandra Gómez Paz y Ricardo J. Sánchez
- 169 Brecha salarial de género
en Costa Rica
Una desigualdad persistente
Rebeca Torres y Dayna Zaclíever
- 168 Economic and social effects of
a possible trade agreement
between Latin America and
the Asia-Pacific region
*José Durán Lima, Angel Aguiar
and Ira Nadine Ronzheimer*
- 167 Marco para una clasificación
de vías navegables interiores
en América del Sur
*Phillippe Rigo, Ricardo J. Sánchez
y Fabio Weikert (Editores)*

