

Investigación en Transporte en Chile:

Áreas de investigación y capacidades
Informe de estado del arte





Investigación en Transporte en Chile:

Áreas de investigación y capacidades
Informe de estado del arte

Índice

1 Introducción	6
1.1 Chile en una mirada	6
1.2 Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación	8
1.3 Esquemas de financiamiento para ciencia, tecnología e innovación	11
2 El sector transporte en Chile	14
2.1 Transporte en cifras	14
2.2 Transporte por ferrocarril	16
2.3 Transporte Aéreo	17
2.4 Transporte Marítimo	19
2.5 Transporte Terrestre	21
2.5.1 Transporte interurbano	23
2.5.2 Transporte Urbano	23
2.6 Desafíos del transporte en Chile	26
3 Investigación en Transporte en Chile	28
3.1 Capacidades de investigación en el sector transporte	28
3.2 El rol del sector privado	33
3.3 Investigación en las áreas del 7PM	33
3.3.1 Aeronáutica y transporte aéreo	34
3.3.2 Transporte de superficie sustentable (tren, caminos y vías marítimas)	35
3.4 Fuentes de financiamiento	39
4 Cooperación científica entre la Unión Europea y Chile	40
4.1 La disminución del impacto del transporte en el cambio climático	42
4.1.1 La seguridad vial	42
Referencias	43
Glosario de Abreviaciones	43
Anexos	44



**Publicado por el Programa Unión Europea del
Departamento de Relaciones Internacionales de CONICYT**

Santiago, Diciembre 2010

Este documento fue realizado con financiamiento de la Unión Europea como parte del proyecto CHIEP II (Grant Agreement 222705) del programa Capacidades del Séptimo Programa Marco. El contenido del documento es responsabilidad exclusiva de CONICYT y no representa necesariamente el punto de vista de la Unión Europea.

1. Introducción

El objetivo general de este informe es entregar una visión actual de la investigación científica y desarrollo tecnológico en transporte y áreas asociadas.

Los objetivos específicos son:

- Entregar una visión general del sector transporte en Chile.
- Entregar información acerca de tópicos relevantes de investigación e investigadores en transporte en Chile.
- Proveer de información a los investigadores de la UE sobre oportunidades de cooperación en Chile, en el sector transporte.

El estudio titulado “Investigación en Transporte en Chile: Estado del Arte y Capacidades”, ha sido dividido en cinco capítulos.

Además de esta introducción que presenta información útil sobre Chile, los contenidos son los siguientes:

Capítulo 2. Sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación. Este capítulo describe las políticas de apoyo público y privado, entidades y programas de financiamiento para la investigación científica en Chile.

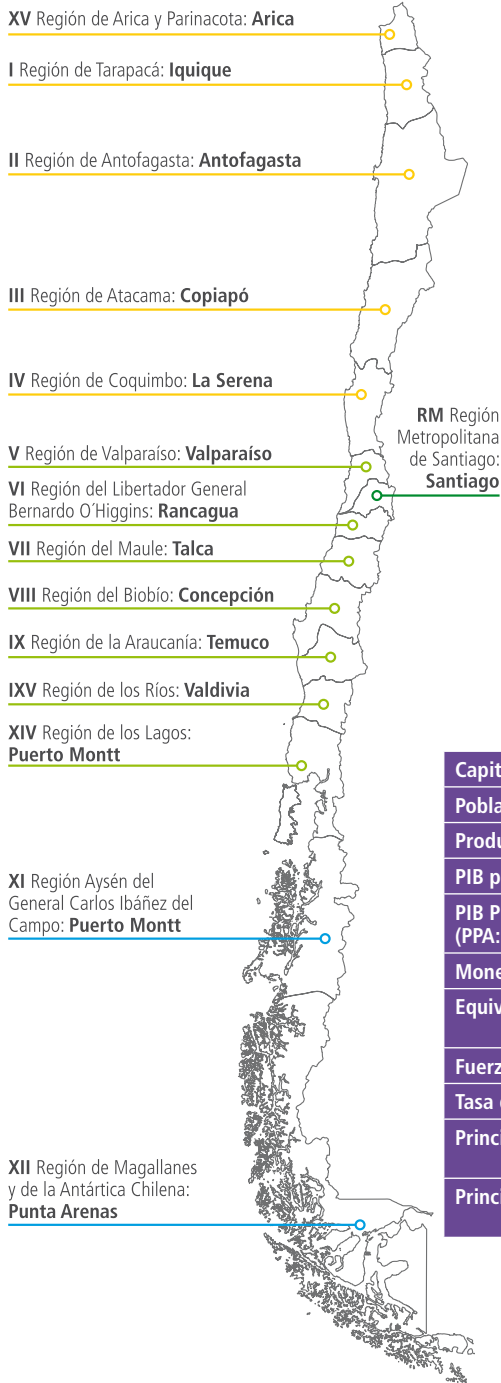
Capítulo 3. Sector Transporte en Chile. Ofrece una visión general del sistema de transporte en Chile a través de la información estadística, dividido por sector, y una descripción útil para entender el sistema de transporte chileno.

Capítulo 4. Investigación del transporte en Chile. En este capítulo se presentan los resultados de la recopilación de información realizado para construir un mapa de la investigación en el sector del transporte en Chile.



Capítulo 5. Cooperación científica entre la Unión Europea y Chile. Se presentan las iniciativas actuales de colaboración científica entre Chile y la Unión Europea y basándose en el análisis de los capítulos anteriores se proporciona recomendaciones y se destaca las oportunidades de mejorar la cooperación científica y tecnológica.

1.1 Chile en una mirada

Chile se ubica al sur oeste de América del Sur, en una longitud de 4.200 kilómetros en su territorio continental, la que alcanza hasta 8.000 kilómetros si se incluye el territorio Antártico. El territorio continental se extiende entre los 17.50° y los 56.50° de latitud sur, en tanto que la superficie antártica llega hasta el Polo, en los 90° de latitud sur.



Capital	Santiago
Población (2010)	17,09 millones de habitantes
Producto Interno Bruto (2010)	US\$ 188.459 millones
PIB per capita (2010)	US\$ 11.027
PIB PPA per cápita (2010 est.) (PPA: Paridad de Poder Adquisitivo)	US\$ 14.600
Moneda	Peso chileno
Equivalencia aproximada	US\$ 1= \$ 500; € 1= \$ 650 (promedio Nov. 2010)
Fuerza de trabajo	7,4 millones de personas
Tasa de alfabetismo	96%
Principales industrias	minería, acuicultura, sector forestal, agroindustria, telecomunicaciones, banca
Principales exportaciones	cobre, fruta, harina de pescado, productos forestales, vino y salmón



Chile es un Estado unitario con su gobierno central ubicado en la capital, Santiago, en la céntrica y mediterránea Región Metropolitana. El resto del territorio se divide en 14 regiones administrativas, todas con acceso al Océano Pacífico. Estas regiones estuvieron tradicionalmente ordenadas de norte a sur, desde la I (en el límite con Perú) hasta la XII (incluyendo el territorio Antártico). Las regiones XIV y XV, recientemente creadas, son resultado de la división de otras regiones y no siguen el mismo criterio geográfico.

1.2 Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación

El Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación en Chile está compuesto por entidades públicas y privadas, tales como agencias gubernamentales, empresas, universidades, institutos de tecnología y centros de investigación orientados a desarrollar investigación, tecnología, formación de capital humano e innovación, al igual que a crear políticas en respaldo de lo anterior.

Como parte de este sistema, el gobierno formula políticas públicas, desarrolla una cantidad considerable de investigación a nivel nacional y apoya la investigación e innovación desarrolladas en empresas y universidades a través de diferentes esquemas de financiamiento e incentivos financieros. La participación estatal es esencial para la coordinación de los diferentes actores del Sistema y para el desarrollo de redes. El Estado establece las prioridades y los objetivos en esta área y define la Estrategia Nacional de Innovación que orienta al Sistema.

Si bien la industria no realiza una cantidad significativa de investigación, sí financia un porcentaje importante de la investigación desarrollada por universidades y por instituciones privadas. Es en las empresas donde la innovación se produce y se usa. Por lo tanto, se debe fomentar una mayor participación del sector industrial en proyectos de investigación, dado que éste tiene una función fundamental en la innovación tecnológica al desarrollar los conceptos, las ideas y el conocimiento producido por las instituciones científicas.

El sector educacional forma capital humano especializado que luego participa en los procesos de innovación en las universidades y las empresas privadas. Las universidades y los centros de investigación desarrollan la mayor parte de la investigación fundamental y contribuyen a la investigación aplicada y el desarrollo tecnológico. Esta actividad es financiada a través de contribuciones gubernamentales directas, subvenciones gubernamentales, fondos de empresas privadas y recursos internacionales.

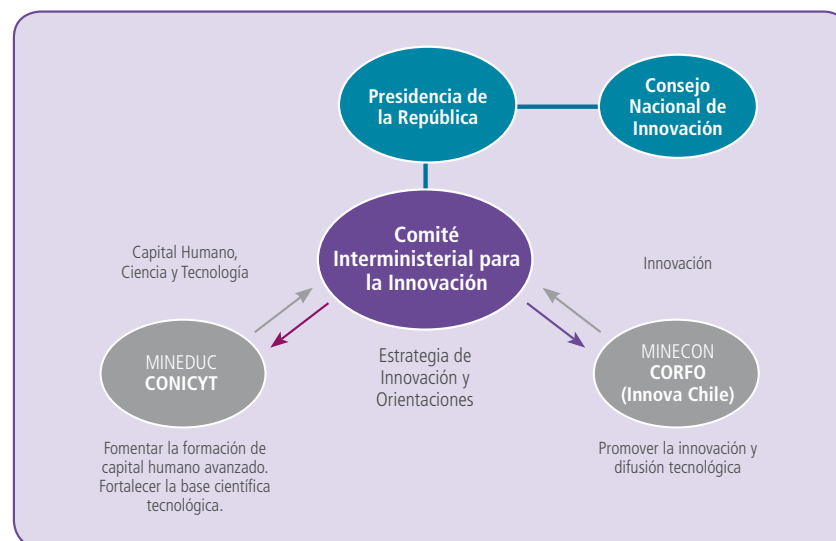
En Chile existen varias agencias del sector público encargadas de llevar a cabo actividades en ciencia, tecnología e innovación. Algunas son institutos independientes y otras son supervisadas por un ministerio y dependen de él. Éstas se enfocan en la investigación, el desarrollo, la transferencia y la difusión de tecnologías en distintas áreas como agricultura, silvicultura, minería, pesca, defensa y salud pública.



El Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación está regulado por una serie de normas y leyes relacionadas a la actividad de los investigadores, su formación y los resultados del proceso de investigación. Algunas de éstas son los estatutos de las organizaciones nacionales de ciencia y tecnología¹, las normas sobre los fondos para el financiamiento de investigación científica y tecnológica e incentivos tributarios para la investigación científica y tecnológica.



En 2005, se creó el Consejo Nacional de Innovación y Competitividad a fin de proponer las pautas para una Estrategia Nacional de Innovación. Los miembros del Consejo incluyen altas autoridades de los sectores público, científico, académico y privado. Tomando en cuenta la opinión de los sectores académico y productivo, representantes de diferentes regiones y la sociedad civil, el Consejo integra diversas visiones a fin de definir las prioridades nacionales para las actividades científicas orientadas estratégicamente, las políticas públicas y para desarrollar un Sistema Nacional de Innovación eficiente.

Siguiendo la recomendación del Consejo, el Comité Interministerial de Innovación y Competitividad se formó en 2007, integrado por representantes de siete ministerios a fin de servir como contraparte del Consejo e implementar las políticas públicas de innovación para la competitividad. El Comité de Ministros define la Estrategia Nacional de Innovación tras considerar las recomendaciones de las autoridades de la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT) y la Corporación de Fomento a la Producción (CORFO).



Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación

¹ Existen 27 organizaciones nacionales de ciencia y tecnología. Para obtener una lista completa y sus estatutos, visite: <http://directorio.conicyt.cl/legislacion/estatuto.html>



La Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT) es responsable de promover la formación de capital humano avanzado, difundir la investigación científica y tecnológica y fortalecer las bases científicas y tecnológicas del país. CONICYT es una institución pública autónoma que pertenece al Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación y está relacionada administrativamente al gobierno a través del Ministerio de Educación (MINEDUC).

La Corporación de Fomento a la Producción (CORFO) es responsable de aumentar la competitividad en las pequeñas y medianas empresas a través de la innovación y la difusión tecnológica. Con esto como objetivo principal, CORFO financia el emprendimiento, la transferencia tecnológica y la innovación en las PYMES, busca atraer inversión extranjera y brinda apoyo a la optimización de procedimientos de administración. CORFO es parte del Ministerio de Economía, Desarrollo y Turismo (MINECON).

Como parte de la Estrategia Nacional de Innovación, se han identificado cinco sectores económicos como los que ofrecen un mayor potencial de desarrollo para el futuro: Acuicultura, Agroalimentos, Minería, Servicios globales y Turismo de intereses especiales.

Una gran parte de la investigación que CONICYT apoya y financia corresponde a las áreas de Medioambiente y Energía debido a su importancia para el desarrollo del país en general, y las áreas de Educación y Salud dado que éstas tienen un impacto significativo en la calidad de vida de la población. CONICYT también se enfoca en las condiciones naturales únicas de Chile a fin de desarrollar investigación en las áreas de Ciencias de la tierra, Oceanografía y Astronomía.

Sería beneficioso para el país aumentar el número de profesionales trabajando en ciencia a un nivel comparable a países de tamaño y perfil productivo similares que sobresalen por su crecimiento económico e innovación. En este sentido, la Estrategia Nacional de Innovación nacional busca formar capital humano avanzado que contribuya al desarrollo económico, social y humano del país.

En 2009, el Instituto Nacional de Estadísticas de Chile (INE) realizó la primera encuesta nacional de I+D que cumple con los estándares de la OCDE. La encuesta presentó que en 2008 el gasto nacional asignado para I+D en Chile fue de US\$ 674 millones, lo que equivale al 0,4% del Producto Interno Bruto del país.

En países más avanzados, se observa una estrecha relación entre los niveles de desarrollo y la calidad de vida, y la relevancia que tiene I+D en las políticas gubernamentales. Chile debe continuar aumentando su inversión en ciencia, tecnología e innovación para los próximos años y así lograr una mayor participación y contribución de parte del sector empresarial en este esfuerzo. Se ha notado que en los países que tienen una mayor inversión en I+D, la participación del sector productivo privado es fundamental y alcanza más de un 60% del total². La encuesta antes mencionada reveló que el sector industrial en Chile financió el 43,7% del gasto total en I+D en 2008.

² <http://www.conicyt.cl/573/article-35902.html>



De acuerdo con el Consejo Nacional de Innovación para la Competitividad, el gasto en I+D de Chile debería alcanzar el 2,3% del PIB para el año 2020, y cerca de la mitad de los recursos deberían provenir del sector privado³.

1.3 Esquemas de financiamiento para ciencia, tecnología e innovación



Existen varios esquemas nacionales de financiamiento para ciencia, tecnología e innovación. La Corporación de Fomento a la Producción (CORFO) ya la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT) juegan un papel fundamental en el sistema en términos financieros.

Los programas y esquemas de financiamiento de CONICYT se dividen en dos líneas separadas: la promoción y el fortalecimiento de la base científica y tecnológica nacional, y la formación y capacitación de capital humano avanzado.

Base científica y tecnológica

- Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (FONDECYT): Es el principal fondo público del país que busca apoyar y fortalecer la investigación básica individual. Financia proyectos de investigación de excelencia en todas las áreas y ha tenido un impacto importante en la generación de una masa crítica de investigadores.
- Fondo de Financiamiento de Centros de Excelencia en Investigación (FONDAP): Este esquema de financiamiento apoya el establecimiento o el fortalecimiento de centros en las áreas de investigación de relevancia para el país y donde la ciencia básica nacional haya alcanzado un alto nivel de desarrollo. Además de promover la investigación de excelencia, estos centros están orientados hacia la formación de capital humano avanzado y la creación de redes colaborativas.
- Fondo de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico (FONDEF): Este esquema de financiamiento busca promover una relación entre las instituciones de investigación y las empresas para el desarrollo de proyectos de investigación aplicada, desarrollo precompetitivo y transferencia tecnológica. Todos los proyectos deben tener un alto impacto socioeconómico y estar orientados a crear o mejorar productos, procesos y servicios.
- Programa de Astronomía: Busca apoyar y fortalecer el desarrollo de la astronomía en Chile otorgando subvenciones en este campo, administrando los tiempos de observación en los telescopios del norte del país y administrando becas doctorales y postdoctorales en astronomía, entre otros.

³ <http://www.conicyt.cl/573/article-35902.html>

- 
- 
- Fondo Nacional de Investigación y Desarrollo en Salud (FONIS): FONIS fue creado como resultado de un esfuerzo conjunto del Ministerio de Salud y CONICYT. Su misión es crear un mayor desarrollo científico y tecnológico, el que a la vez permitirá tomar mejores decisiones de salud pública en el país tanto a nivel político como clínico y de administración. A fin de lograr su objetivo, el programa financia proyectos que contribuyen a mejorar la toma de decisiones en salud. Los beneficiarios de FONIS son universidades, centros de investigación relacionados a la salud o académicos o personal de salud directamente.
 - Programa de Investigación Asociativa (PIA): Este programa busca promover la articulación y asociación entre diferentes grupos de investigadores y otros grupos nacionales y/o internacionales pertenecientes a la academia y/o a los sectores público y privado. PIA apoya el fortalecimiento de grupos estructurados en áreas de investigación de excelencia a nivel nacional, contribuyendo así a la economía y competitividad de la sociedad chilena. El programa se basa en cuatro líneas de acción que brindan apoyo a: Anillos de investigación, Centros de investigación y desarrollo, Equipamiento científico y tecnológico y Vinculación y articulación.
 - Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico: Este esquema brinda apoyo a unidades de desarrollo científico y tecnológico ubicadas en las diferentes regiones del país a fin de promover la investigación descentralizada.

Formación de capital humano

- Programa de Formación de Capital Humano Avanzado: Este programa centra sus acciones en apoyar y fortalecer la formación de capital humano avanzado en todas las áreas del conocimiento, tanto en Chile como en el extranjero. A fin de alcanzar sus objetivos, este programa cuenta con varias becas de posgrado y complementarias. Desde 2008, el programa de formación de capital humano avanzado ha sido la agencia a cargo de ejecutar todas las becas internacionales de posgrado bajo el programa BECAS CHILE.
- Programa de Atracción e Inserción de Capital Humano Avanzado: Su propósito es incrementar las capacidades científicas, tecnológicas y académicas de las instituciones chilenas dedicadas a la ciencia y la tecnología, atrayendo investigadores internacionales e insertando profesionales altamente calificados en la academia y los sectores productivos.

En términos de innovación, a través de una variedad de esquemas de financiamiento, CORFO promueve la innovación en tecnología para empresas, la transferencia y difusión tecnológica, la innovación precompetitiva, la innovación orientada al público y el emprendimiento innovador, entre otros.



En los últimos años, el país ha establecido iniciativas de alto nivel, con diversos esquemas de financiamiento, que apuntan al desarrollo científico y tecnológico y la innovación. Éstas buscan crear un impacto en los sectores productivos y el conocimiento al integrar las mejores capacidades del país que vinculan a las universidades, los centros tecnológicos, los grupos de investigación y, en algunos casos, las empresas. Los Institutos Milenio y los Núcleos Milenio son ejemplos de las más destacadas. Éstos están integrados por investigadores asociados e investigadores jóvenes, y buscan desarrollar investigación de punta, formar investigadores jóvenes y trabajar con redes colaborativas con centros en el extranjero. Éstos enfocan sus proyectos en el sector industrial, la educación, el sector público y la sociedad en general. Tanto los Institutos Milenio como los Núcleos Milenio son financiados a través de la Iniciativa Científica Milenio, una entidad gubernamental que forma parte del Ministerio de Economía, Desarrollo y Turismo (y que antes era parte del Ministerio de Planificación). Además del financiamiento proporcionado por la Iniciativa Científica Milenio, los Institutos Milenio también reciben financiamiento del Fondo de Innovación para la Competitividad (FIC).

Chile se encuentra implementando actualmente, a través del Departamento de Relaciones Internacionales de CONICYT, tres acuerdos multilaterales de cooperación en ciencia y tecnología, al igual que quince acuerdos bilaterales con países de Europa. Los acuerdos multilaterales son: i) STIC-Amsud con Argentina, Brasil, Francia, Perú y Uruguay en el área de tecnologías de la información y la comunicación, ii) MATH-Amsud con Argentina, Brasil, Francia, Perú y Uruguay en el área de las matemáticas y, iii) CYTED con los países iberoamericanos en las áreas de alimentos/agricultura, salud, desarrollo industrial, desarrollo sustentable, TICs, ciencias sociales y energía. Con respecto a los acuerdos bilaterales, Chile tiene cuatro acuerdos con institutos en Alemania, nueve con Francia, uno con Bélgica y uno con Finlandia.

La experiencia internacional muestra que los incentivos tributarios son instrumentos efectivos para aumentar el gasto del sector privado en investigación y desarrollo. Además, una relación sólida entre el sector privado y los centros de investigación es fundamental para orientar las capacidades de los centros de investigación hacia la satisfacción de las necesidades de las empresas. En Chile, los lazos entre estos sectores son aun débiles.

En Chile, la ley n° 20.241 del 19 de enero de 2008 regula los incentivos tributarios para la inversión privada en investigación y desarrollo. Esta ley tiene el objetivo de aumentar la inversión privada en investigación y desarrollo y fortalecer los lazos entre las universidades o los centros de investigación y las empresas. Ésta permite a las empresas obtener un crédito tributario equivalente al 35% de los pagos totales de contratos de investigación y desarrollo firmados con centros de investigación registrados en el Registro de Centros de Investigación y certificados por CORFO. Esta ley estará en vigencia hasta el 31 de diciembre de 2017.

2. El sector transporte en Chile

Este capítulo proporciona información estadística del transporte en Chile. A continuación, se muestra una breve descripción del transporte por aire, ferrocarril, vías navegables y terrestre.

2.1 Transporte en cifras

- El transporte entrega un 7% del producto interno bruto⁴.
- Las actividades de transporte utilizan el 25% de la energía total consumida en Chile.
- El transporte es la mayor fuente de emisiones de CO₂ en Chile. Aproximadamente el 36% de las emisiones totales se deben al consumo de energía del sector transporte. Para el año 2020 las emisiones podrían cuadruplicarse si no se toman medidas de mitigación^{5,6}.
- Los camiones son el principal modo de transporte de mercancías, tanto a nivel nacional e internacional.

⁴ Banco Central de Chile, 2011. www.bcentral.cl

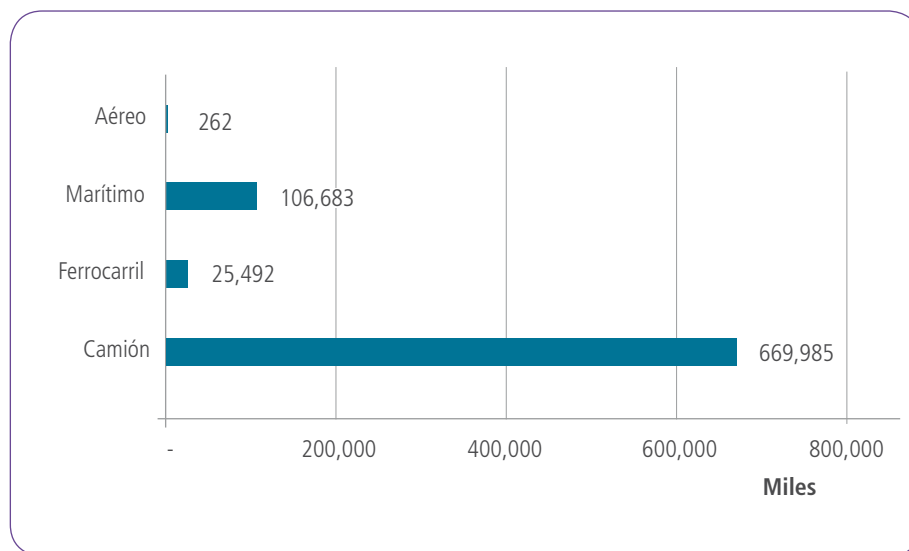
⁵ Balance Nacional de Energía 2009, Comisión Nacional de Energía de Chile

⁶ WorldEnergy Outlook, 2010, Asociación Internacional de Energía



Tabla 3-1: Transporte de carga, en toneladas por modo (2009)⁷

Camión	Tren	Marítimo	Aéreo
669.984.892	25.492.418	106.683.050	262.053

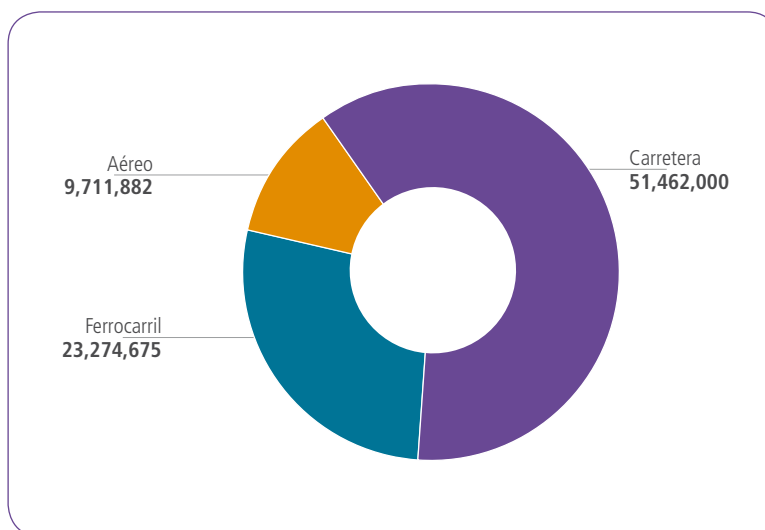


Al igual que en el transporte de mercancías, la mayor parte del transporte de pasajeros interurbano se realiza por carretera.

⁷ Elaboración propia a partir del Anuario del Instituto Nacional de Estadísticas, INE 2009

Tabla 3-2: Transporte interurbano de pasajeros por modo, 2009

Carretera	Tren	Transporte Aéreo
51.462.000	23.274.675	9.711.882



2.2 Transporte por ferrocarril

El transporte por ferrocarril en Chile comenzó a operar a mediados del siglo XIX. Hoy en día, las líneas de ferrocarriles van desde la segunda región del país a la décima región (desde Antofagasta a Puerto Montt). En el pasado, operaban cuatro servicios de trenes internacionales: dos de ellos estuvieron en funcionamiento hasta el año 2005 y conectaban el norte de Chile con la capital de Bolivia. En 2010, la Compañía de Ferrocarriles del Estado (EFE) comenzó la reparación de la sección chilena del FCALP (Ferrocarril Arica La Paz), la que se espera esté completa en 2012 para permitir la reactivación de su uso.

Otro de los servicios iba de la segunda región de Chile, al norte de Argentina y era utilizado principalmente para movilizar bienes hacia el puerto chileno de Mejillones. Este servicio funcionó entre 1943 y 1990 para uso de carga y pasajeros. En 2009 este servicio de trenes se reactivó, para el uso principalmente del transporte de carga.

Finalmente, entre 1910 y 1984, existió un corredor bi-oceánico entre Valparaíso en Chile y en Buenos Aires en Argentina.



En la actualidad, los ferrocarriles chilenos son utilizados principalmente por las industrias mineras y forestales para el transporte de mercancías desde y hacia los puertos. Existen seis sistemas de transporte de pasajeros en la región central manejados por la Compañía de Ferrocarriles del Estado (EFE). El de mayor extensión es el servicio TerraSur, que cubre 400 kilómetros entre Santiago y la ciudad de Chillán al sur.

Las ciudades más pobladas tienen ferrocarriles urbanos. En Santiago, el tren subterráneo, Metro, mueve 2,3 millones de pasajeros diariamente a través de cinco líneas y 92 estaciones y más de 100 kilómetros de vías férreas de metro subterráneo y de superficie.

El tren urbano de Valparaíso, Merval, tiene veinte estaciones y conecta la ciudad portuaria de Valparaíso con la ciudad de Limache, a 43 kilómetros.

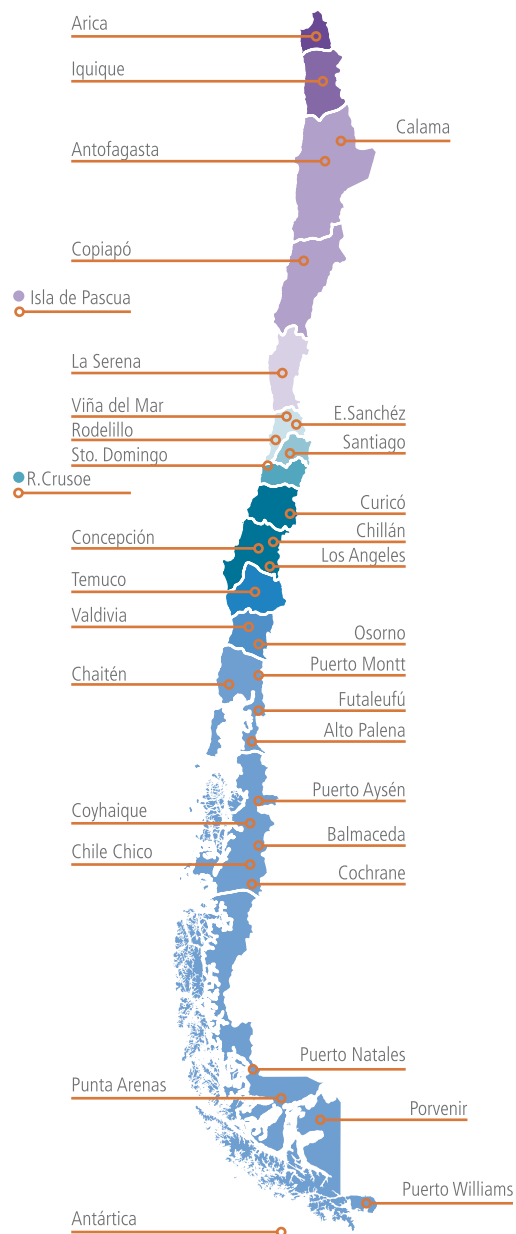
El Biotrén en Concepción, atraviesa la ciudad de noroeste a sureste, cuenta con dos líneas y 23 paradas que cubriendo casi 50 kilómetros.

2.3 Transporte Aéreo

De acuerdo con la Dirección General de Aeronáutica Civil, DGAC, Chile cuenta con 7 aeropuertos para las operaciones internacionales, 28 aeropuertos administrados por la DGAC, de 38 aeródromos privados de uso público, 198 aeródromos privados, 6 campos de aviación militar y 53 aeródromos públicos gestionados por otras instituciones.

Debido a la larga y estrecha geografía de Chile, el transporte aéreo es esencial para tener conexiones rápidas, eficientes y fiables en el interior del país. La capital, Santiago, se encuentra a 2.050 kilómetros de distancia desde Arica hacia el norte, y 2.180 kilómetros de Punta Arenas hacia el sur, y 3.750 kilómetros de Isla de Pascua. Lo anterior, hace que el transporte aéreo sea vital para las conexiones internas de 9 millones de habitantes que viven fuera de la capital.

Figura 3-1: Aeropuertos y aeródromos chilenos⁸



⁸ La figura muestra los principales aeropuertos marcados con círculos azules, los principales aeródromos, con círculos celestes y el aeropuerto Arturo Merino Benítez, el mayor terminal aéreo con un círculo rojo.



El transporte aéreo proporciona conexiones clave para los mercados globales para las empresas chilenas y un mejor acceso a Chile para los turistas de todo el mundo. Hay una veintena de líneas aéreas internacionales que operan desde Chile a más de treinta destinos de todo el mundo. En 2008, el transporte aéreo en Chile transportó 9,7 millones de pasajeros, un 50,9% de ellos correspondieron al tráfico internacional. Por otro lado, el tráfico nacional creció un 16,5% entre 2008 y 2009⁹.

En Chile, se han construido diversos tipos de aeronaves a lo largo de la historia. Desde la década de 1950, se han realizado esfuerzos importantes para desarrollar la industria de la aviación por FANAERO, Empresa Nacional de Aeronáutica, que más tarde se convirtió en ENAER, y que sigue funcionando hasta hoy. Se han construido aviones completos, como el Pillán, Ñamcú y el Pillán Turbo. Además de estar en funcionamiento en la Escuela de Aviación de la Fuerza Aérea de Chile, FACH, el Pillán se ha exportado a muchos países, incluyendo España, Panamá, El Salvador y Paraguay, entre otros.

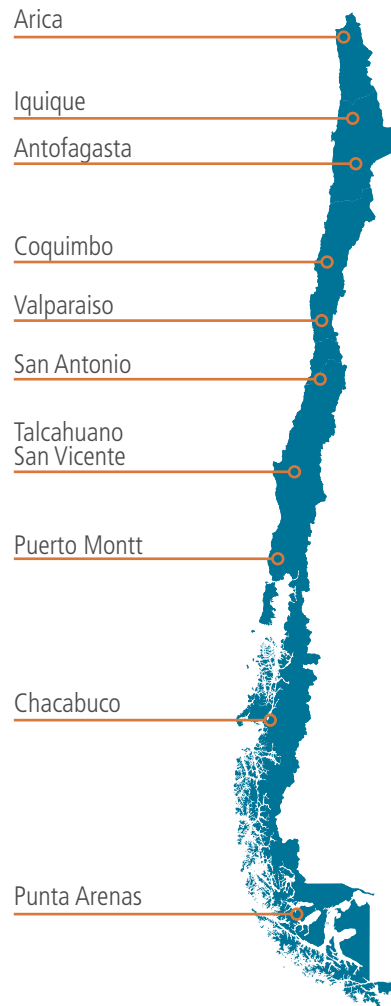
ENAER también participa en la construcción de los componentes de las aeronaves utilizadas en los aviones fabricados por la Compañía Aeronáutica brasileña-EMBRAER-y aviones españoles CASA, la compañía más antigua de la industria aeroespacial española. Al mismo tiempo, ENAER fabrica estructuras de aviones y piezas aeronáuticas.

2.4 Transporte Marítimo

Chile tiene 6.435 kilómetros de la costa continental. Los principales puertos de Chile se muestran en la siguiente figura. Los más importantes son San Antonio y Valparaíso, ambos ubicados en la quinta región de Valparaíso.

⁹ Junta de Aeronáutica Civil. JAC

Figura 3-2: Principales puertos de Chile



Con la excepción de Santiago, todas las regiones de Chile tienen los terminales marinos de envergadura, administradas por el Estado y por empresas privadas.

Estadísticas de la Comisión Económica para América Latina, CEPAL, sitúan a Chile, junto con Colombia, en el cuarto lugar entre los puertos más activos en la región, detrás de Brasil, México y Argentina.

El desarrollo alcanzado por el país y sus proyecciones para los próximos años entregan al sector marítimo-portuario un papel clave en la competitividad de Chile en relación con la creciente apertura de los mercados mundiales. El transporte marítimo transporta cerca del 90% del comercio exterior y su crecimiento proyectado para los próximos diez años, indica que los volúmenes de carga se duplicarán.



Los tipos de carga transportada a través de los puertos de Chile es muy diverso, con una preponderancia de graneles sólidos, principalmente de cobre y la madera, como se muestra en la Tabla 3.3.

Tabla 3-3: Toneladas transportadas por Puertos, período 1996-2006 (en miles de toneladas)¹⁰

Tipo de Carga	1996	2001	2006
Carga general	10,9	13,7	18,7
Refrigerada	1,9	2,4	3,7
Granel sólido	32,2	25,8	31,1
Granel líquido	7,7	10,5	21,6
Zonas de tránsito o libres de impuesto	2,4	1,5	2,4
Total General	55	53,9	77,4
Carga en contenedores	7,9	12,2	23,1
Carga suelta	15,1	17,6	24,8

El cabotaje está vinculado a las necesidades de conectividad y transporte con fines turísticos. También en términos de importancia económica y geopolítica, el transporte nacional de pasajeros tiene un papel fundamental en las regiones del sur de Chile, ya que es el único medio por el cual se puede conectar la undécima región de Aysén y la duodécima región de Magallanes, ubicadas en el extremo sur del país, con el resto del continente.

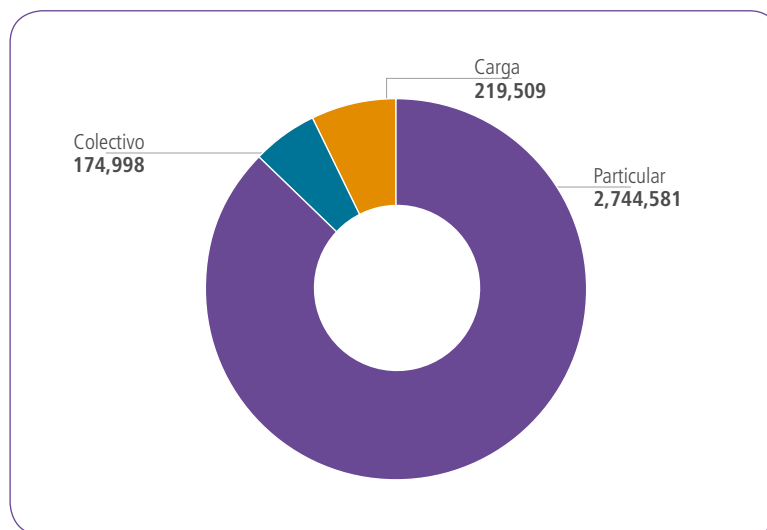
2.5 Transporte Terrestre

De acuerdo con la Asociación Nacional Automotriz de Chile, ANAC, entre 1990 y 2010 el número de vehículos en circulación se ha triplicado, lo que resulta en una tasa de motorización de 6,1 personas por vehículo. Pasando de un total de 960 mil vehículos en 1990, a 2,8 millones en 2010. La cifra crece junto con el PIB per cápita en el país, que también se ha triplicado en el mismo período.

¹⁰ Asociación Nacional de Armadores

Tabla 3-4: Vehículos en circulación, por tipo, 2009

Tipo de vehículo	Público	Carga	Privado
Total	174.998	219.509	2.744.581
%	6%	7%	87%



Uno de los principales problemas atribuidos a los vehículos es la contaminación. Según el Instituto Nacional de Estadísticas de Chile, INE, en 2009, el 88% de los vehículos tenían la tecnología de convertidor catalítico. Sin embargo, el 50% del parque automovilístico nacional tiene diez años o más de antigüedad, por lo que, la sustitución de vehículos usados por tecnologías más limpias es un desafío con el fin de reducir la contaminación.

En Santiago, la restricción vehicular se lleva a cabo desde mediados de la década de 1990 como una medida para disminuir los altos niveles de contaminación del aire. La restricción prohíbe el tránsito de vehículos sin convertidores catalíticos durante ciertos meses del año (abril-septiembre) de acuerdo con el último dígito de sus placas patentes. Durante los episodios de alta contaminación del medio ambiente, conocidos como períodos de pre emergencia, esta restricción se extiende también a los vehículos con convertidor catalítico, incluidos autobuses y camiones.



2.5.1 Transporte interurbano

En materia de infraestructura de transporte interurbano, la asociación exitosa entre el Estado y las empresas privadas, a través de un innovador sistema de concesiones de carreteras, ha permitido modernizar y fortalecer la red de carreteras de Chile. Existen más de 80 mil kilómetros de carreteras en todo el país, que conectan las actividades productivas desde Arica en la primera región en el norte de Chile y Quellón en la Isla de Chiloé. En el sur de Chile, la Carretera Austral une la ciudad de Puerto Montt hasta Villa O'Higgins en la Patagonia.

Aunque no existen estadísticas oficiales sobre el número de pasajeros transportados por autobuses interurbanos, debido a la baja cobertura de los servicios de transporte ferroviario y aéreo y la buena conectividad dada por las redes de carreteras, la mayor parte de los viajes interurbanos se hacen en autobús.

2.5.2 Transporte Urbano

Con el fin de mejorar la movilidad en las grandes ciudades-como Santiago, Gran Valparaíso, Gran Concepción- y ciudades de tamaño medio, la Secretaria de Planificación de Transporte, SECTRA, define un Plan Maestro de Transporte Urbano. Estos planes incluyen inversiones en infraestructura vial, la mejora del transporte público y los sistemas automáticos de control de tráfico. Se han definido Planes Maestros de Transporte Urbano para 24 ciudades.

En ciudades más pequeñas, las mejoras se reflejan en un Plan Maestro para la gestión del tráfico. Estos planes están principalmente destinados a diagnosticar el estado actual de las redes de transporte para luego formular, analizar técnicamente y evaluar socialmente un conjunto de proyectos de infraestructura vial y medidas de gestión, incluyendo planes para peatones y bicicletas.

La ciudad de Santiago cuenta con cuatro sistemas de modernas autopistas urbanas. Existen 155 kilómetros de carreteras con un sistema de peaje de flujo libre que es pagado a través de un dispositivo electrónico conectado en el parabrisas de cada vehículo, que se conoce como TAG.

2.5.2.1 Partición Modal

Tabla 3.5 muestra la distribución modal del transporte de algunas de las ciudades chilenas más importantes. La mayoría de los viajes motorizados se realizan en transporte público con la excepción de las ciudades de Rancagua y Punta Arenas. Para los viajes no motorizados, el modo de bicicleta muestra una baja participación en el total general, con menos del 5%, excepto en las ciudades de Curicó, Talca y Chillán. Desafortunadamente la información sobre la distribución modal no se actualiza de forma regular, excepto en el caso de Santiago, por lo que es difícil evaluar las políticas implementadas en el corto plazo, por ejemplo, destinadas a fomentar el uso del transporte público.

Tabla 3-5: Partición modal de algunas ciudades en Chile¹¹

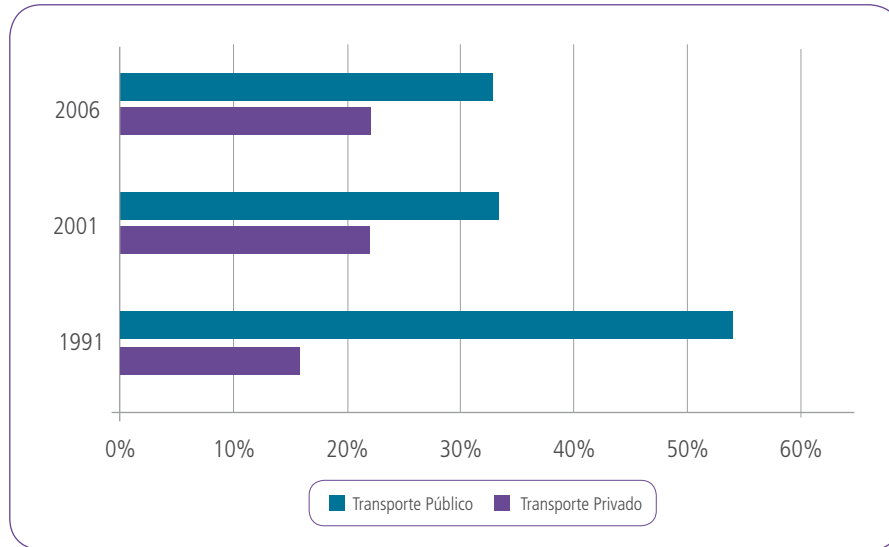
Ciudad	Año	Total de viajes	Viajes Motorizados			Viajes No Motorizados	
			Transporte Privado	Transporte Público	Otros	Caminata	Bicicleta
Arica	1998	348.113	22%	38%	6%	33%	2%
Iquique	1998	407.397	27%	38%	4%	30%	0%
Antofagasta	1998	527.930	25%	48%	4%	23%	0%
Copiapó	1998	220.335	19%	40%	6%	32%	2%
La Serena - Coquimbo	1999	528.431	15%	44%	5%	34%	1%
Gran Valparaíso	1999	1.235.878	17%	60%	5%	17%	0%
Gran Santiago	2006	17.333.023	22%	33%	5%	37%	3%
Rancagua	2006	670.869	32%	28%	5%	30%	4%
Curicó	2003	245.710	19%	31%	5%	33%	12%
Talca	2003	523.270	20%	33%	3%	37%	8%
Chillán	2003	445.089	19%	26%	5%	41%	8%
Los ángeles	2004	278.025	21%	29%	10%	36%	4%
Gran Concepción	1999	2.846.001	12%	35%	17%	35%	1%
Temuco	2002	657.770	21%	40%	4%	33%	2%
Valdivia	2002	375.766	23%	38%	4%	33%	2%
Osorno	2002	363.818	20%	37%	3%	37%	3%
Puerto Montt	2004	365.904	29%	32%	6%	33%	1%
Punta Arenas	2005	226.498	33%	29%	9%	28%	1%

En Santiago, entre 1991 y 2001 hubo un gran aumento en los viajes en transporte privado, a la vez que el uso del transporte público disminuyó (véase la Figura 3.3), para el año 2006 la situación seguía siendo la misma. Esto se debe principalmente a dos razones, en primer lugar el aumento de la tasa de motorización y en segundo lugar, la disminución en el nivel de servicio de transporte público que se refleja en el aumento de los tiempos de viaje, número de transbordos y aumento de tarifas.

¹¹ www.sectra.cl



Figura 3-3: Evolución de la participación del transporte público y privado en Santiago



Transantiago es un sistema de transporte público que sirve a Santiago. El sistema se introdujo en febrero de 2007, e incluyó la definición de nuevas rutas de autobuses y la eliminación de las rutas redundantes. El sistema combina buses locales (alimentadores), con sistemas de buses troncales en coordinación con el tren subterráneo, Metro. Transantiago, incluye un sistema tarifario integrado, que permite a los pasajeros hacer combinaciones bus-bus o bus-metro con tarifa rebajada, con una sola tarjeta inteligente sin contacto.

2.6.2.3 Modos no motorizados

En 2002, el gobierno chileno inició el proyecto GEF-PNUD¹² "Transporte sustentable y calidad del aire de Santiago", que tiene como objetivo reducir las emisiones de efecto invernadero del transporte urbano y mejorar la calidad del aire en la capital. Uno de sus componentes es el Programa de Promoción del Usos de la Bicicleta. Durante el desarrollo de la primera fase del proyecto del GEF-PNUD, se construyeron ciclovías en los municipios de Ñuñoa, Providencia y Santiago de la Región Metropolitana, con el objetivo de crear un corredor de rutas para bicicletas para un gran número de usuarios potenciales, acorde con el objetivo específico del proyecto de promover un cambio modal desde automóviles privados al modo bicicleta.

La municipalidad de Providencia en Santiago, es la primera en tener un programa de bicicletas públicas. En la actualidad, el servicio cuenta con de 150 bicicletas de alquiler, 350 usuarios por día y 10.000 viajes al mes.

¹² Global Environmental Facilities – Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo

Se ha definido para el área metropolitana de Santiago el «Plan Ciclo Ruta 2007-2012», que desde 2007 promueve el desarrollo de ciclovías para formar una amplia red de 690 kilómetros en toda el área metropolitana en 2012. Figura 3.4, muestra un mapa de la Zona Metropolitana de Santiago, donde las líneas azules representan la red de ciclovías existentes y las líneas amarillas muestran la red objetivo del Plan.

Figura 3-4: Plan de ciclovías 2007-2012



Existe también un fuerte programa para fomentar el uso de la bicicleta en la octava región, especialmente en Gran Concepción, conocido como Ciclobío que incluye la construcción de 70 kilómetros de ciclovías que se sumarán a la red existente de 24 kilómetros.

2.6 Desafíos del transporte en Chile

En los últimos años, Chile ha realizado cambios importantes para la modernización de los sistemas de transporte en el país, sin embargo, es posible identificar áreas en las que sigue siendo necesario mejorar. Los principales son:



- El transporte urbano: Aunque Transantiago ha contribuido a una reducción en el número de autobuses que circulan por Santiago y por lo tanto a una disminución de la contaminación atmosférica y acústica, es necesario realizar mejoras en la infraestructura dedicada a dar prioridad a los autobuses, paradas de autobús y estaciones de transferencia modal con el Metro, el que ha visto aumentado el tráfico de pasajeros un 81% en 2007 respecto a 2006, con un total de 601 millones de viajes en el año 2007 y 620,7 millones de viajes en 2010.

Además, es necesaria la plena aplicación de un sistema de gestión de flotas y servicios de información útil para el usuario. Después de cuatro años de su aplicación, Transantiago aún necesita ajustes respecto de las rutas, los contratos con los operadores de autobuses y estrategias para reducir la tasa de evasión de pago de lo que ha contribuido a un déficit financiero del sistema.

Al mismo tiempo, es necesario optimizar los sistemas de transporte urbano en ciudades como Gran Valparaíso y Gran Concepción.

- El transporte intermodal. El transporte intermodal combina dos o más modos de transporte. Esta combinación puede ser útil para reducir significativamente los costos económicos, para mejorar la seguridad, reducir la contaminación y el consumo de energía. Chile necesita un marco para garantizar la integración óptima de los diferentes modos de transporte y de esta manera proporcionar un servicio puerta a puerta continuo que satisfaga las necesidades de los clientes y que permita el uso eficaz y eficiente del sistema de transporte, así como el fomento de la competencia entre los operadores. Este marco debe incluir los temas técnicos, legales y de infraestructura, entre otros.
- Sistemas de transporte inteligentes (ITS). En Chile, existen muchas aplicaciones ITS en Santiago y en ciudades de todo el país. Sin embargo, todos estos se han desarrollado bajo la dirección de las diferentes instituciones públicas y privadas, y en la mayoría de los casos han carecido de una adecuada coordinación entre los diferentes sectores, lo que resulta en una visión no integrada en sus aplicaciones. SUBTRANS ha llevado a cabo estudios para establecer un marco legal y regulatorio de ITS, y también está desarrollando una arquitectura ITS a nivel nacional para lograr el intercambio de información y la interoperabilidad entre sus elementos para reducir los costos de ejecución del proyecto.

Por lo tanto, Chile ofrece un gran desafío en el desarrollo tecnológico y marco conceptual y legal con el fin de utilizar todo el potencial de los ITS en todos los modos, de carga o de transporte de pasajeros y los operadores públicos o privados.

- Cambio climático, eficiencia energética y transporte sustentable. Como se muestra en el comienzo de este capítulo, las actividades de transporte consume el 25% de la energía total utilizada en el país y son la mayor fuente de emisiones de CO₂ en Chile. SUBTRANS está trabajando en una etiqueta de eficiencia de combustible para vehículos ligeros, y en programas para enseñar a la conducción eficiente a los conductores de autobuses y camiones, entre otras iniciativas. Es necesario además fomentar el uso de tecnologías más eficientes y menos contaminantes para el transporte terrestre, aéreo y marítimo, como parte de una estrategia global de cambio climático en el sector del transporte.

3. Investigación en Transporte en Chile

Este capítulo ofrece una perspectiva general de las actividades de investigación del transporte en Chile, para luego entregar mayores antecedentes en relación con las áreas prioritarias del 7PM.

Las áreas definidas por la Unión Europea para el 7PM en transporte, son los siguientes:

Aeronáutica y transporte aéreo

- Reducción de las emisiones, trabajo sobre motores y combustibles alternativo
- Gestión del tráfico aéreo
- Aspectos de seguridad del transporte aéreo
- Aviación eficiente medioambientalmente

Transporte de superficie sustentable, por carretera y por vías navegables:

- Desarrollo de motores eficientes y limpios, y los trenes de potencia
- Reducir el impacto del transporte sobre el cambio climático
- intermodal de transporte regional y nacional
- Vehículos limpios y seguros
- Construcción y mantenimiento de infraestructura, arquitecturas integradoras.

3.1 Capacidades de investigación en el sector transporte

En Chile, la investigación del transporte se realiza principalmente a través de investigaciones académicas en las universidades en diferentes áreas.

Ocho universidades ofrecen títulos universitarios especializados en transporte, tres en la Región Metropolitana, tres en la Región de Valparaíso, dos en la Región del Biobío y uno en la Región de los Ríos.





Tabla 4-1: Títulos Universitarios en Transporte en Chile

Título Universitario	Universidad	Región
Ingeniero en Transporte	Pontificia Universidad Católica de Valparaíso	Valparaíso
Ingeniería Marítima	Universidad Andrés Bello	Valparaíso
Transporte Marítimo e ingeniería portuaria	Universidad del Mar	Valparaíso
Ingeniería Civil Logística	Universidad Católica de la Santísima Concepción	Biobío
Ingeniería Civil, mención transporte	Universidad de Concepción	Biobío
Ingeniería civil Aeronáutica	Universidad de Concepción	Biobío
Ingeniería Marítima	Universidad Austral	Los Ríos
Ingeniería Civil, mención transporte	Universidad de Chile	Metropolitana
Ingeniería Civil, diploma en transporte	Pontificia Universidad Católica de Chile	Metropolitana
Ingeniería Logística	Universidad Andrés Bello	Metropolitana

Otros investigadores activos también desarrollan investigación científica en el transporte ejerciendo como académicos en otras áreas de la ingeniería, como Ingeniería Civil, Mecánica, Industrial y Comercial. Se han identificado treinta y tres investigadores activos en todo el país. En cuanto a su distribución, la Pontificia Universidad Católica de Chile concentra la mayor parte con doce investigadores, seguida por la Universidad de Chile con cinco, y Universidad de Concepción, con cuatro. Ver el Anexo para una lista completa de investigadores y sus áreas de investigación.

A pesar de que la comunidad científica puede parecer limitada, es destacable su calidad académica, todos ellos poseen el grado de doctor. La calidad de los investigadores se refleja también en la prolifera publicación de trabajos de investigación en revistas indexadas ISI y en la participación en congresos especializados nacionales e internacionales (En Anexos se muestra una lista de las publicaciones ISI recientes).



Los académicos chilenos han realizado contribuciones importantes a nivel internacional en el estudio de los sistemas de transporte. En 2011 la cuarta edición del libro “Modelling Transport” fue publicado. Este libro es considerado parte de las referencias bibliográficas clave para los estudiantes de pregrado y postgrado en transporte.

Los autores¹³ presentan el estado del arte, la aplicación práctica de modelos de generación, modelos de distribución de viajes, la teoría de elección discreta y su aplicación, modelos de demanda de transporte de pasajeros y carga. Los continuos avances en la investigación han permitido incluir en esta última edición temas sobre modelos de la industria de transporte y modelos de viajes basados en actividades. Este libro incluye temas actuales, como el análisis de riesgos y la interacción dinámica entre el uso del suelo y transporte, así como la valoración de externalidades y el uso de los sistemas de posicionamiento global (GPS) en las encuestas de tiempo de viaje.

Las referencias en este libro incluyen los últimos hallazgos de la investigación de los académicos de universidades chilenas, lo que coloca su trabajo al mismo nivel que sus pares internacionales.

Las investigaciones en modelos de elección discreta han permitido ampliar el conocimiento en cuanto a formulación y poder predictivo de modelos logit, logitmultinomial, mixedlogit y probit con variadas aplicaciones en las elecciones en transporte¹⁴

Otra área de fuerte desarrollo es la economía de transporte, en esta temática investigadores chilenos han realizado continuos aportes desde los años 80s. El análisis de las funciones de costo de empresas de transporte ha permitido la formulación de teorías y aplicaciones prácticas para el cálculo de tarifas óptimas, así como el estudio de estructuras de costos considerando economías de escala y espaciales¹⁵. Aunque aún no se ha introducido en Chile, la teoría de la tarificación vial por congestión ha sido ampliamente estudiada y discutida a nivel nacional.

En concordancia con las necesidades de investigación local, se han realizado estudios de la teoría microeconómica del transporte público de pasajeros incluyendo características del comportamiento de los usuarios.

La ingeniería de tránsito también ha realizado aportes al desarrollo científico y tecnológico de la ingeniería en transporte Chile. Esta disciplina ha contribuido en la definición de modelos para simular las operaciones principalmente del tráfico urbano mediante la estimación de parámetros que representen la condiciones reales, por ejemplo de capacidad de vías en distintas condiciones de tráfico, análisis de las operaciones en paraderos de buses y estudio del impacto en los tiempos de operación en paraderos de buses de variables como ancho y número de puertas y el sistema de pago de la tarifa¹⁶.

¹³ PhD. Juan de Dios Ortúzar de la Pontificia Universidad Católica of Chile and PhD. Luis Willumsen, Consultor en transporte chileno alocado en Gran Bretaña desde 1975.

¹⁴ Ver publicaciones de PhD Juan de Dios Ortúzar y PhD Marcela Munizaga en Anexos

¹⁵ Ver publicaciones de PhD Sergio Jara-Díaz y PhD Leonardo Basso en Anexos.

¹⁶ Ver publicaciones de PhD Rodrigo Fernández en Anexos



Otra área de estudio dentro de los intereses definidos por la Sociedad Chilena de Ingeniería de Transporte, SOCHITRAN¹⁷, corresponde a la logística y distribución. El desarrollo de nuevas tecnologías han complementado el avance en las investigaciones en este campo para mejorar las operaciones de flotas de transporte de pasajeros y carga, introduciendo la gestión de flotas en tiempo real y asignación dinámica de rutas y tripulación. En particular, los datos obtenidos a partir de los dispositivos de seguimiento vehicular introducidas en buses de Transantiago han permitido el análisis y mejora continua del funcionamiento de corredores de transporte público.¹⁸

Al mismo tiempo que los académicos realizan sus desarrollos en áreas específicas de transporte, existen centros asociados con universidades que realizan investigación en el transporte de manera interdisciplinaria.

El Instituto de Sistemas Complejos de Ingeniería de la Universidad de Chile (ISCI) es uno de los ocho institutos del Milenio existentes en el país, que colabora con entidades públicas y privadas en la investigación aplicada.

Además de los profesionales del transporte, los investigadores ISCI incluyen economistas, ingenieros industriales y matemáticos. Tabla 4.3 muestra algunos de los proyectos más importantes del centro.

Tabla 4-3 Proyectos del ISCI

Proyectos desarrollados con la industria ¹⁹
Análisis y validación de criterios de diseño en las áreas de transporte público mediante micro simulación.
Asignación de tripulación.
Diagnóstico, análisis y recomendaciones sobre el desarrollo del transporte público en Santiago.
INTERCOR: Optimización de la coordinación intermodal
Metodología de medición de la calidad de los servicios de transporte público (La Serena, Coquimbo, Temuco)
Diseño metodológico y aplicación de modelos de evaluación de la calidad del servicio en los aeropuertos.
PBCT-R19, Evolución de Modelos de Sistemas Urbanos
Bike Pro: Metodología de las Estrategias de Planificación y Gestión para la Promoción de la Bicicleta.
REPLICA: Red Española de plataformas logísticas intermodales.
Optimización logística de envío
Campus sostenible.
Tempo: Estudio de las condiciones sociales de un sector del transporte sostenible.
Valoración de los ahorros de tiempo de viaje y las reducciones en el riesgo de accidentes de tráfico

¹⁷ www.sochitrان.cl

¹⁸ Ver publicaciones de PhD Ricardo Giesen y PhD Cristián Cortés en anexos

¹⁹ www.isci.cl



El Centro Bus Rapid Transit (BRT), es administrado por el Departamento de Ingeniería de Transporte de la Pontificia Universidad Católica. Este Centro comenzó como un proyecto para crear un centro de excelencia de desarrollo del transporte sostenible en Latinoamérica, financiado por la Fundación de Investigación Volvo. Su objetivo es apoyar el despliegue de sistemas BRT a través de la investigación, educación y divulgación, con énfasis en el desarrollo de BRT, pero también trabajando en otras áreas de investigación relacionados con el transporte sostenible. El centro colabora con las autoridades locales para llevar a cabo mejoras continuas en el sistema de transporte público²⁰.

Este centro trabaja en proyectos de nivel nacional e internacional con sus socios internacionales: Universidad Técnica de Lisboa, Massachusetts Institute of Technology, la Universidad de Sídney y el Centro de Transporte Sustentable EMBARQ. La mayoría de los investigadores chilenos del centro son los profesores del Departamento de Ingeniería de Transporte de la Pontificia Universidad Católica de Chile. Ellos trabajan con profesionales chilenos de otras disciplinas, como sociólogos y arquitectos y con su red de investigadores de otros países como Brasil y México.

El Centro BRT pretende implementar un observatorio de mediciones de parámetros que permitan caracterizar los servicios de transporte público de diversas ciudades a partir de mediciones comparables.

Por su parte, la Universidad Católica de la Santísima Concepción dirige el Centro de Investigación Marítima y Portuaria (CIMP). Sus líneas de investigación y desarrollo incluyen:

- Gestión de zonas costeras (Sistemas de Información Geográfica de Urbanismo, energía de los océanos, Acuicultura y Pesca)
- Modelación y Diseño costero (Infraestructura Portuaria, Infraestructura Costera, mapas de riesgo e impacto ambiental)
- Gestión y Logística y operaciones portuarias (Economía, simulación de operaciones portuarias, cadena de suministro).

La Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile, a través de un acuerdo de cooperación con el ForschungszentrumKarlsruhe (FZK), centro de investigación alemán, financian el Centro Internacional para el Desarrollo Urbano Sostenible (IDUS), con la participación de los departamentos de Ingeniería Civil, Industrial y Mecánica y Geofísica de la Universidad de Chile.

El IDUS se estableció con el fin de llevar a cabo la investigación, fomentar la transferencia de tecnología y desarrollar la docencia de postgrado en el campo del desarrollo sostenible de las megaciudades de América Latina. Este centro interdisciplinario abarca las áreas de política, planificación de los sistemas de transporte, modelamiento de sistemas de transporte, uso del suelo y contaminación del aire y la cuantificación y evaluación de los impactos del transporte en el uso de energía y la salud.

²⁰ www.brt.cl



Las ONG en Chile relacionadas con temas de transporte no suelen llevar a cabo investigación. Una excepción a esto es Ciudad Viva, que gestiona el Centro de Transporte Activo y trabaja para promover la igualdad social en el transporte activo. Ciudad Viva está trabajando con instituciones públicas y privadas y ha ayudado a desarrollar un capítulo para el manual de diseño urbano utilizado en Chile en conjunto con las autoridades nacionales de transporte y expertos holandeses para incluir en el manual soluciones para la movilidad de los modos no motorizados de transporte.

3.2 El rol del sector privado

Es difícil cuantificar la presencia de los investigadores tanto en empresas públicas y privadas. Dos factores podrían explicar esto, la falta de productos escritos para la publicación internacional y la política de privacidad de las empresas con respecto de la investigación y el desarrollo tecnológico con el fin de proteger su propiedad intelectual de otras compañías.

Sin embargo, es posible identificar dos opciones por las cuales las empresas privadas contribuyen a la investigación científica y tecnológica en Chile.

La primera es la investigación en el marco de las empresas que buscan mejorar sus productos o crear nuevos, esto es sobretodo aplicable a las empresas dedicadas al diseño, construcción, gestión y mantenimiento de infraestructuras de transporte. En este caso, es necesario tener en cuenta que Chile tiene una política de expansión de la infraestructura pública (principalmente carreteras, puertos y aeropuertos), basado en una asociación público-privado, dirigido por la Unidad de Coordinación de Concesiones del Ministerio de Obras Públicas, MOP, abierto a la participación de empresas extranjeras.

La segunda se refiere a empresas consultoras que llevan a cabo la investigación en el marco de los proyectos por encargo de terceros. El principal cliente es el Gobierno de Chile a través de sus agencias como SECTRA, SUBTRANS, MOP y otras en las que no existen unidades dedicadas a la investigación.

En menor medida existen iniciativas financiadas por empresas privadas que en conjunto con universidades realizan investigación para la solución de problemas específicos. Es el caso de empresas que tienen el transporte como actividad principal o que en su estructura de costos y de operación identifican en el análisis de sus actividades de transporte una alternativa de optimizar sus recursos.

3.3 Investigación en las áreas del 7PM

En las secciones anteriores de este capítulo se describe la investigación en el transporte desarrollado en Chile durante los últimos años. En esta sección se desarrolla la información y se conecta estas actividades con las áreas del 7PM prioritarias para el transporte.

3.3.1 Aeronáutica y transporte aéreo

En Chile, no existe una industria dedicada a la fabricación de aviones comerciales. Sin embargo, en los últimos años, se han establecido centros de investigación y se han firmado acuerdos de cooperación con el objetivo de desarrollar esta área de investigación en Chile. La aeronáutica civil y militar centran su investigación y desarrollo tecnológico en el diseño y fabricación de vehículos aéreos no tripulados que son confiables, escalables y de bajo costo para uso civil y el desarrollo de métodos de producción limpia para las estructuras de materiales más ligeros para la exportación de piezas de aviones certificadas.

El Centro de Investigación Científica y Desarrollo en la Industria Aeroespacial fue creado en 2009, con el fin de satisfacer las necesidades de la Fuerza Aérea de Chile en el campo de la investigación científica, innovación y desarrollo tecnológico con énfasis en mejorar las prestaciones de los materiales de las aeronaves.

En 2010, la Universidad Técnica Federico Santa María firmó un acuerdo de cooperación con la Fuerza Aérea de Chile y la Universidad de Concepción con el objetivo de apoyar la formación de capital humano en ciencias aeronáuticas.

La Universidad de Concepción está trabajando para desarrollar aviones no tripulados, mientras que ENAER desarrolla aviones para uso civil y partes de aviones para clientes internacionales, tales como Dassault Aviation y CASA-España.

3.3.1.1 Reducción de emisiones, trabajo en motores y combustibles alternativos

El gobierno chileno ha desarrollado instrumentos para promover los biocombustibles de segunda generación centrados en la producción eficiente y en la mejora de su rendimiento. Sin embargo, no ha dado el paso para poner a prueba estos biocombustibles en los aviones, aunque existe evidencia internacional de que puede ser utilizada una mezcla de los combustibles tradicionales con biodiesel en sus operaciones.

En cuanto a los combustibles alternativos, varios grupos de investigación se centran en la mejora de la producción de micro y macro algas para la producción de biodiesel, las privilegiadas condiciones geográficas existentes en Chile son óptimas para el cultivo masivo de micro algas.

3.3.1.2 Gestión del tráfico aéreo

En Chile, la DGAC es responsable de establecer estándares y tecnologías que operan en los aeropuertos a lo largo del país. DGAC también está a cargo de la preparación de los operadores de tráfico, a través de su Escuela de Técnico de Aviación de la Fuerza Aérea de Chile.

Puesto que no hay desarrollo local de tecnología para la gestión del tráfico aéreo, la DGAC se centra en la transferencia de tecnología para la adopción de las últimas tecnologías disponibles para su uso en los terminales aéreos de Chile.



3.3.1.3 Seguridad en el transporte aéreo

El Servicio de Seguridad Aeroportuaria de la DGAC es la autoridad en materia de seguridad de la aviación civil en el país en los aeropuertos y aeródromos cuyas reglas se ejecutan de acuerdo a la Organización Internacional de Aviación Civil.

Aunque Chile no cuenta con investigadores activos trabajando en este tema, las autoridades locales están al día en los avances internacionales para incorporar las últimas tecnologías y mejores prácticas en de las operaciones de seguridad de los aeropuertos.

3.3.1.4 Aviación medioambientalmente eficiente

En Chile no hay normas de emisiones para el transporte aéreo, sin embargo, los reglamentos adoptados por la Unión Europea sobre las emisiones de CO₂ y la contaminación acústica debería afectar positivamente en el impacto medioambiental del transporte aéreo en el país.

En la actualidad sólo hay tres líneas aéreas nacionales. En 2010, Lan Chile, la mayor aerolínea del país, con una fuerte presencia en América Latina, creó su Unidad de Gestión del Medio Ambiente. Desde su creación, su objetivo principal ha sido la de certificar y reducir la huella de carbono de la compañía de acuerdo a las políticas ambientales de las principales aerolíneas internacionales. Se ha producido una actualización de aviones a tecnologías más limpias y la compañía tiene un plan para continuar con la actualización de su flota y la compra de nuevos aviones Airbus, incluyendo las variables ambientales en sus decisiones, aprovechando los avances tecnológicos internacionales.

3.3.2 Transporte de superficie sustentable (tren, caminos y vías marítimas)

3.3.2.1 Desarrollo de motores limpios y eficientes y trenes de potencias

En la década de 1980, el Departamento de Mecánica de la Universidad de la Serena, ubicada en la Región de Coquimbo, llevó a cabo proyectos con fondos de FONDECYT destinados a estudiar el uso de combustibles secundarios en los motores diesel para mejorar su rendimiento y reducir sus efectos contaminantes. Hoy en día la Universidad de la Serena ha definido otras áreas prioritarias de investigación.

El Departamento de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Chile ha desarrollado modelos de emisiones para comparar tecnologías y explorar el impacto de la introducción de nuevas tecnologías en los buses de Transantiago.

La iniciativa Milenio de CONICYT financió la creación del Núcleo de Electrónica Industrial y Mecatrónica, que está compuesto por investigadores de dos grupos de dos universidades:

- Grupo de Electrónica de Potencia-Departamento de Ingeniería Electrónica de la Universidad Técnica Federico Santa María, Valparaíso. (Dirigido por el Profesor Jorge Pontt).
- Grupo de Electrónica de Potencia-Departamento de Ingeniería Eléctrica, Pontificia Universidad Católica de Chile, Región Metropolitana. (Dirigido por el Profesor Juan Dixon).

Este Núcleo lleva a cabo investigaciones en motores y sistemas de energía y ha trabajado con éxito en prototipos de vehículos eléctricos.



3.3.2.1 Reducción del impacto del transporte en el cambio climático

En Chile existen varias líneas de investigación y desarrollo tecnológico para reducir el impacto del transporte sobre el cambio climático, entre los cuales podemos mencionar el desarrollo de vehículos eficientes, modelación de las emisiones de los vehículos, medidas de promoción al uso de transporte público, el fomento del uso del transporte no motorizado y el estudio del ordenamiento territorial .

Debido a problemas de contaminación en Santiago y otras ciudades de Chile, los fondos del gobierno han contribuido a fomentar la investigación en modelos avanzados para estimar las emisiones de contaminantes atmosféricos generados por el sector del transporte urbano. Para reducir las emisiones, los estudios se focalizan en los procesos de combustión y en la evaluación de tecnologías tradicionales o nuevas tecnologías en desarrollo y en la mejora de los combustibles tradicionales y alternativos.

La OCDE en su informe “Ciudades y Cambio Climático”, confirmó que las zonas urbanas el uso de la mayoría de la energía mundial y son responsables de la mayoría de las emisiones de gases de efecto invernadero en el planeta. En Chile, capacidad de investigación de las universidades se traducen en el desarrollo de modelos de uso del suelo y operación de sistemas de transporte urbano para simular las condiciones actuales y evaluar el impacto de nuevos proyectos o políticas públicas.

El departamento de ingeniería de transporte en la Universidad de Chile ha desarrollado el software MUSSA, un modelo matemático para predecir y simular el mercado urbano de bienes raíces para una variedad de posibles escenarios que integran el estudio del sistema de transporte y uso del suelo. Hoy la empresa CITILABS comercializa la licencia de este software que está siendo utilizado para fines académicos en las universidades de los Estados Unidos y Asia.

Además de los centros de investigación que ya se ha mencionado especializada en el transporte (BRT, ISCI y IDUS), existen otras organizaciones que trabajan en temas de desarrollo sostenible y cambio climático teniendo en cuenta los impactos de las actividades de transporte en el medio ambiente.

Tabla 4-4: Centros de investigación en sustentabilidad

Nombre	Institución	Áreas de investigación
Centro de Sustentabilidad	Universidad Andrés Bello	Contaminación Cambio climático
Energía y desarrollo sustentable	Universidad Diego Portales	Cambio climático Escasez de combustible fósiles Innovación tecnológica
Programa de estudios e investigación en energía	Universidad de Chile	Eficiencia energética Energías renovables no convencionales



En la actualidad existe un interés creciente la medición, verificación y disminución de la huella de carbono de productos y servicios. Esto toma importancia en un país como Chile, que basa parte de su economía en el comercio exterior y que se encuentra alejado de sus mercados objetivo. Investigadores del Centro de Innovación Logística de la Universidad Andrés Bello, CLI, participaron en el proceso de medición de las emisiones de CO₂ que permitió a una empresa chilena de transporte terrestre ser la primera en Latinoamérica en obtener la certificación Cemars por parte del programa neozelandés carboNZero.

El desarrollo de programas de eficiencia energética en transporte por parte del gobierno chileno y como iniciativas de empresas privadas ha ayudado a fortalecer las capacidades de empresas consultoras y universidades en el desarrollo de metodologías de medición de consumo de combustible, la aplicación de programas de reducción de consumo y su posterior verificación.

El perfeccionamiento de modelos también ha aportado a la estimación de disponibilidad a pagar por las externalidades que se asocian al transporte ya sean medioambientales, de accidentes o de otra índole.²¹

3.3.2.3 Transporte inter-modal nacional y regional



Los desafíos que presenta la ubicación geográfica de Chile han fortalecido el desarrollo científico y tecnológico del transporte intermodal.

En el caso del transporte marítimo, la mayor parte de las capacidades de investigación están relacionadas a las universidades ubicadas en ciudades portuarias como Valparaíso y Concepción que se centran en tecnologías de información y comunicaciones (TIC) utiliza para mejorar la competitividad de los puertos de Chile. También la cooperación entre empresas y universidades ha impulsado la creación de soluciones innovadoras para problemas específicos.

El CLI, se creó en 2010 como resultado de la colaboración entre la Universidad Andrés Bello y la LOGyCA, fundación que forma parte de una red internacional para la innovación en logística que incluye el Centro de Investigación Logística del Massachusetts Institute of Technology. Las líneas de investigación actuales incluyen la incorporación de tecnologías de la información que permiten realizar operaciones eficientes en un ambiente intermodal, especialmente en interfaces que resultan de la operación del transporte marítimo y el transporte de carga por camión como principal modo alimentador de los puertos.

A nivel nacional, los cambios para mejorar los sistemas de transporte público han creado una estrecha colaboración entre la Subsecretaría de Transporte, las autoridades de transporte locales y las universidad es para el estudio de soluciones de infraestructura y funcionamiento para adaptarse a las nuevas exigencias del sistema. Ejemplos de ello son la construcción de estaciones intermodales metro-bus, corredores de transporte público y el diseño de las paradas de autobús de alto estándar.

²¹ Ver lista de publicaciones de PhD Luis Rizzi en Anexos.



El Ministerio de Transporte tiene como objetivo estratégico, la incorporación de tecnología inteligentes aplicadas a la gestión del transporte. Los Sistemas de Transporte Inteligente (ITS) abarcan la aplicación de la tecnología de las telecomunicaciones e informática que mejoren su funcionamiento y que por tanto agreguen valor al sistema de transporte. Para cumplir con estos objetivos estratégicos, las siguientes líneas de trabajo se han establecido:

- ITS en el modo ferroviario
- ITS para la Seguridad Vial
- ITS para soluciones de movilidad urbana para personas con discapacidad
- ITS para comunicación y sistemas de información para los usuarios del transporte
- ITS en el transporte marítimo
- ITS en Logística y Comercio Exterior

3.3.2.4 Automóviles limpios y eficientes

En Chile, no existe una industria de desarrollo automotriz. Sin embargo, es posible distinguir iniciativas que pueden aportar al desarrollo de nuevos vehículos más eficientes y menos contaminantes.

Chile, Bolivia y Argentina son los países con las mayores reservas de litio en el mundo. Para aprovechar este potencial, investigadores de la Facultad de Química y Biología Universidad de Santiago²² y del Centro de Innovación del Litio del Centro de Energía²³ de la Universidad de Chile, se centran en la producción de pilas de este elemento, que busca otorgar mayor autonomía a estas baterías para su uso en coches eléctricos.

También los estudiantes y profesores de la Escuela de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile han ideado un auto de carrera solar, Eolian II, en colaboración con la Escuela de Arquitectura y Urbanismo de la misma universidad. Eolian II es un coche eléctrico alimentado por una serie de pequeñas células solares repartidos en la superficie superior del vehículo.

3.3.2.5 Construcción y mantenimiento de Infraestructura, arquitectura integradora

Existen a lo largo del país varias escuelas de ingeniería que trabajan en la investigación de tópicos relacionados con la infraestructura, centrados mayoritariamente en la infraestructura vial.

La Pontificia Universidad Católica, a través de su Escuela de Ingeniería y Gestión de la Construcción, trabaja en el estudio de nuevos materiales, como el asfalto espumado y sistemas constructivos con una componente de minimización del impacto ambiental considerando el ciclo de vida de los pavimentos, evaluando el consumo de energía de técnicas de rehabilitación de asfaltos, investigando la utilización de mezclas asfálticas con materiales reciclados y procedimientos de mantenimiento de pavimentos de hormigón.

²² <http://www.quimicaybiologia.usach.cl/>

²³ <http://www.centroenergia.cl/>



Por su parte, la Universidad de Concepción centra sus investigaciones en el diseño de pavimentos integrando parámetros que influyen en la seguridad vial como la resistencia al deslizamiento y la fricción lateral y en las ecuaciones utilizadas en el diseño geométrico de caminos. Con respecto a la gestión de infraestructura se aborda la problemática del mantenimiento vial en Chile desde el punto de vista de la gestión de calidad. Esto en concordancia con la actual visión en infraestructura vial que tiende a considerar al usuario como cliente y al rol de la agencia vial estatal de proveer un mantenimiento adecuado de la red.

Los proyectos de la Universidad Federico Santa María han estado relacionados con el estudio de la tecnología del asfalto, en cuanto a sus características mecánicas complementado con experiencias de laboratorio para conocer el comportamiento de este material en bajo diferentes escenarios de carga y de temperatura.

3.4 Fuentes de financiamiento

El financiamiento de la investigación en las ciencias de Ingeniería proviene principalmente de fondos estatales: FONDECYT, FONDEF, Núcleos Milenio y de los Institutos del Milenio y programas Bicentenario de Ciencia y Tecnología²⁴. Éstas fuentes de financiamiento se han descrito en detalle en el capítulo 2. Estos fondos concursables también han financiado una parte importante de la investigación del transporte en Chile.

Noventa y cuatro proyectos de investigación relacionados con la disciplina de transporte financiados por CONICYT se han llevado a cabo en los últimos 15 años. El análisis de base de datos de FONDECYT proporciona cifras de la distribución de dichos proyectos. Esta base de datos muestra que los estudios se han centrado con mayor frecuencia en el transporte urbano (15%) y transporte público (10%), el 9% están relacionadas con la construcción de carreteras y mantenimiento de infraestructura y el 5% en la planificación urbana y el transporte. Otras áreas de investigación son el modelado de la demanda, la economía del transporte, el comportamiento del usuario, la evaluación de las externalidades del transporte, modelado de redes, entre otros. Una lista completa de estos proyectos de investigación se presenta en los anexos.

CORFO, a través de su Comité InnovaChile, ha desarrollado una amplia gama de líneas de apoyo, que operan a través de iniciativas de cofinanciamiento de innovación. Una de estas líneas es la "Pre-inversión para la investigación y el desarrollo de alianzas internacionales". Esta subvención promueve la colaboración entre chilenos y extranjeros, instituciones de investigación, de preferencia con países con los que Chile ha firmado un Convenio Internacional sobre Ciencia y Tecnología o la cooperación en investigación y desarrollo²⁵.

Otra fuente de financiamiento para el desarrollo de la investigación del transporte en Chile está dado por los centros de investigación y universidades extranjeras a través de acuerdos de cooperación con las universidades locales que se centran principalmente en el capital humano a través del intercambio de estudiantes de posgrado y la creación de capacidades locales a través de pasantías en el extranjero.

²⁴ Academia Nacional de Ciencias, 2005.

²⁵ Para más detalle visite <http://www.corfo.cl/>

4. Cooperación científica entre la Unión Europea y Chile

De acuerdo con la base de datos de CORDIS²⁶, Chile ha participado en los siguientes proyectos de los Programas Marco pasados:

INTEGRAL: la integración inteligente de sistemas ferroviarios

Sexto Programa Marco

Coordinador: Unión Europea de la Industria Ferroviaria.

Socio en Chile: Centro de Modelización Matemática, Universidad de Chile.

MODURBAN: Modular urbano guiado sistemas ferroviarios

Sexto Programa Marco

Coordinador: Unión Europea de la Industria Ferroviaria.

Socio en Chile: Centro de Modelización Matemática, Universidad de Chile.

Chile fue parte del proyecto Coopair-LA, con un presupuesto de € 333.074 financiados por el 7PM y dirigido por el Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA), entidad pública española de investigación. Otros socios de los países de América Latina fueron Brasil, Argentina y México.

El alto nivel de la investigación llevada a cabo en los últimos años a puesto a Chile como uno de los líderes de la región con capacidad instalada de capital humano capacitado para el desarrollo de proyectos en la frontera del conocimiento de diversas ramas de la investigación en transporte.

Los investigadores chilenos participan activamente en los consejos editoriales de revistas científicas europeas, comités de evaluación de tesis de doctorado en universidades europeas y en sociedades científicas internacionales. Además, la mayor parte de los investigadores chilenos han realizado sus estudios de postgrado en universidades extranjeras, lo que ha llevado a mantener fuertes vínculos con la comunidad científica internacional a través del desarrollo permanente de proyectos conjuntos.

Académicos de la Pontificia Universidad Católica y Universidad de Chile participarán en el proyecto TEMPO: Transport and Environment – Measures and POlicies, liderado por el Institute of Transport Economics de Oslo. Este proyecto tendrá una duración de 4 años y su principal objetivo es entregar a los tomadores de decisiones información relevante en la formulación de políticas que apoyen la mitigación de los efectos del

²⁶ <http://cordis.europa.eu/>



transporte en el cambio climático. En este sentido el proyecto busca entregar información de los impactos en el medio ambiente de la formulación de políticas de introducción de nuevas tecnologías así como el impacto en el comportamiento de los usuarios de diversas políticas. Además de los investigadores chilenos, investigadores de universidades de Alemania, Reino Unido y Austria han mostrado su interés en participar.



La Universidad de Los Andes en conjunto con el Pedestrian Accessibility and Movement Environment Laboratory (PAMELA) del University College de Londres están trabajando en conjunto en el estudio de datos de campo y pruebas de laboratorio de las operaciones de transporte público.

A los ejemplos anteriores, debemos agregar la investigación de carácter eminentemente colaborativo a nivel internacional de los centros ya descritos: BRT, IDUS, CLI e ISCI.

Hay desafíos que Chile comparte con la Unión Europea sobre el transporte y representan áreas potenciales de investigación, dentro de los cuales podemos mencionar los siguientes:

- De-carbonización del transporte para todos los modos, sustentabilidad ambiental y escasez de combustibles fósiles.
- Revitalización del sector ferroviario mediante la creación de un sistema integrado de redes eficientes, competitivas y seguras dedicado a los servicios de carga.
- El crecimiento urbano, la planificación urbana de mega ciudades y la globalización.
- Reducción de la tasa de viajes en vehículos privados, introducción de tecnologías más limpias y priorización de las inversiones en infraestructura para que las alternativas al automóvil privado se presenten a los usuarios más baratas, más fáciles de utilizar y más atractivas.
- Énfasis en sistemas de transporte inteligentes (ITS), que pueden ayudar a ofrecer una movilidad eficaz a las personas y bienes, y reducir al mínimo los efectos negativos sobre la salud, medio ambiente, la economía y la calidad de vida.

Aunque no ha habido investigadores chilenos que hayan participado de los programas marco anteriores puestos en marcha por la Unión Europea en este sector, la comunidad científica nacional proporciona un conocimiento sólido y un alto nivel en investigación de cada profesional en el área de su experiencia, lo que proporciona capacidades locales, tanto teóricas como prácticas que pueden ser una gran contribución al desarrollo de proyectos conjuntos con la Unión Europea.



Los Centros de investigación y unidades académicas están al tanto de los Programas Marco, en concreto de la oportunidad que ofrece el 7PM para la presentación de proyectos con socios públicos y privados de los países europeos.

Considerando las líneas de investigación de los científicos chilenos y los desafíos que comparten Chile y la UE es posible identificar áreas de desarrollo conjunto.

4.1 La disminución del impacto del transporte en el cambio climático

El interés por contar con sistemas de transporte sustentables medioambientalmente trae consigo la necesidad de ahondar en la investigación en diversos campos:

- El diseño y construcción de infraestructura, considerando todo su ciclo de vida
- Estudio de impactos ambientales derivados del tránsito mediante microsimuladores
- Análisis económico para la valoración de las externalidades producidas por el transporte.
- Estudio del comportamiento de los usuarios frente a la disponibilidad de nuevas tecnologías
- Estrategias de diseño de sistemas de transporte público eficientes y atractivos para los usuarios frente otras alternativas
- Mejoramiento continuo de las herramientas disponibles para incentivar el transporte intermodal
- Cambios en los patrones de viaje debido a cambios en el uso de suelo, estructura de ciudades y las redes de transporte resultantes.
- Integración entre modelos estratégicos de transporte y la microsimulación de tráfico

4.1.1 La seguridad vial

Las Naciones Unidas ha definido el período 2011 -2020 como el Decenio de Acción para la Seguridad Vial, exhortando a los países miembros a tomar medidas eficaces para la disminución de los accidentes y de las víctimas fatales.

Aún cuando la seguridad vial fue un tema prioritario en el cuarto y quinto Programa Marco, la magnitud del problema así como los continuos avances de la investigación en transporte puede colaborar en este objetivo a través de:

- Análisis de las variables que influyen en la ocurrencia de accidentes a través de micro simulación.
- Análisis y mejora continua de la definición de parámetros de diseño de las vías y de las características de los materiales utilizados.
- Estudio de la disponibilidad a pagar por reducción de accidentes.
- Aumento de la seguridad vial intensificando el desarrollo y el uso de las tecnologías de la información
- Desarrollo de metodologías de evaluación pública y privada de proyectos de mejora de la seguridad vial.



Referencias

- Análisis y proyecciones de la ciencia chilena. Academia chilena de ciencias, 2005.
- Memoria Anual. Ciudad Viva, 2010.
- Memoria Anual. Asociación Nacional de Armadores, 2009.
- Beneficios del transporte aéreo en Chile, IATA, 2008.
- Eficiencia Energética en el transporte urbano e interurbano de pasajeros. Comisión Nacional de Energía, 2008.
- Análisis legal y regulatorio de los sistemas inteligentes de transporte. SUBTRANS, 2009.
- Diagnóstico del transporte marítimo. SUBTRANS, 2008.
- Diagnóstico del transporte ferroviario. SUBTRANS, 2007.
- Investigación, desarrollo e innovación en TIC para fortalecer la cadena logística del comercio. Universidad Católica de Valparaíso, 2008.
- Políticas de concesiones viales: análisis de las experiencias de Chile, Colombia y Perú. CEPAL, 2002.
- Sección de estadísticas de la Junta de Aeronáutica Civil, www.jac-chile.cl/
- Sección de estadísticas de la Dirección Nacional de Aeronáutica Civil, <http://www.dgac.cl/>
- Anuario estadístico de transporte. Instituto Nacional de Estadísticas, 2009.

Glosario de Abreviaciones

ANAC	Asociación Nacional Automotriz de Chile.
BRT	Bus Rapid Transit
CLI	Centro de Innovación Logística
CONICYT	Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica.
CORFO	Corporación de Fomento de la Producción.
DGAC	Dirección General de Aeronáutica Civil.
EFE	Empresa de Ferrocarriles del Estado.
ENAER	Empresa Nacional de Aeronáutica.
FIC	Fondo de Innovación para la Competitividad.
FONDAP	Fondo para el Financiamiento de Centros de Investigación de Excelencia.
FONDEF	Fondo para la Promoción del Desarrollo Científico y Tecnológico.
FONIS	Fondo Nacional para la Investigación y Desarrollo en Salud.
7PM	Séptimo Programa Marco de investigación y desarrollo tecnológico.
INE	Instituto Nacional de Estadísticas de Chile.

ISCI	Instituto de Sistemas Complejos de Ingeniería de la Universidad de Chile.
IDUS	Centro Internacional para el Desarrollo Urbano Sostenible
JAC	Junta de Aeronáutica Civil.
MOP	Ministerio de Obras Públicas.
ONG	organizaciones no gubernamentales.
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico.
PIA	Programa de Investigación Asociativa.
SECTRA	Secretaría de Planificación de Transporte.
SOCHITRAN	Sociedad Chilena de Ingeniería de Transporte.
SUBTRANS	Subsecretaría de Transporte.
UE	Unión Europea.

Anexos

Anexo 1. Áreas de interés de los investigadores

Anexo 2. Publicaciones en revistas indexadas ISI por investigadores chilenos

Anexo 2. Proyectos de investigación en transporte financiados por FONDECYT

Anexo 3. Centros de investigación

Anexo 4. Directorio de transporte

