



HAL
open science

Cambio climático en los principales asentamientos humanos de Chile. Estado de la materia en 2019

Gerardo Ubilla-Bravo, Bárbara Johnson-Amorrortu

► **To cite this version:**

Gerardo Ubilla-Bravo, Bárbara Johnson-Amorrortu. Cambio climático en los principales asentamientos humanos de Chile. Estado de la materia en 2019. [reportType_6] Universidad de Chile. 2019, pp.40. halshs-02279068

HAL Id: halshs-02279068

<https://shs.hal.science/halshs-02279068>

Submitted on 4 Sep 2019

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



UNIVERSIDAD DE CHILE

Cambio climático en los principales asentamientos humanos de Chile. Estado de la materia en 2019

Autores:

Gerardo Ubilla-Bravo ⁽¹⁾ ⁽²⁾ ⁽³⁾

(rol: planificación, coordinación metodológica, redacción, revisión y edición)

Bárbara Johnson-Amorrortu ⁽¹⁾

(rol: trabajo de investigación y redacción)

(1) Universidad de Chile, (2) Université Paul-Valéry, Montpellier, (3) Institut National de Recherche Agronomique

DOI: 10.5281/zenodo.3385153

Santiago de Chile

Septiembre 2019

Resumen

El cambio climático es un tema de vigencia en la actualidad, tanto a nivel mundial como en Chile. Esto adquiere especial relevancia para los asentamientos humanos, donde se requiere medidas de mitigación y adaptación. A nivel nacional se han realizado algunas políticas y planes para abordar el tema y en el plano académico también hay un deber por investigar y publicar sobre esta materia. Considerando los antecedentes presentados, el objetivo general de este trabajo es dar cuenta del estado de algunos indicadores clave asociados al cambio climático en los principales asentamientos humanos en Chile al año 2019. Este informe se estructura en los siguientes cuatro temas: (i) desastres, riesgos potenciales y amenazas, (ii) reforestación y parques urbanos, (iii) movilidad eléctrica y (iv) planes para el cambio climático y su vinculación con los asentamientos humanos. El fin es aportar una visión global y sintética en la materia para Chile en 2019.

Palabras clave: adaptación, asentamiento humano, cambio climático, Chile, indicador.

Citar documento:

Ubilla-Bravo, G. & Johnson-Amorrortu, B. (2019). *Cambio climático en los principales asentamientos humanos de Chile. Estado de la materia en 2019* (p. 40) [Informe de investigación]. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3385153>.

Contenidos

1. Introducción	6
2. Metodología	8
2.1. Enfoque y alcance de la investigación	8
2.2. Métodos de recopilación, análisis de datos y diseño metodológico.....	8
3. Resultados	11
3.1. Desastres, riesgos potenciales y amenazas	11
3.1.1. Contexto geográfico y del tema	11
3.1.2. Resumen de principales eventos naturales y desastres ambientales acontecidos en Chile	11
3.1.3. Sismos.....	12
3.1.4. Incendios forestales.....	13
3.1.5. Erupciones volcánicas	15
3.1.6. Tsunamis.....	16
3.1.7. Riesgos potenciales por asentamientos humanos	17
3.2. Reforestación y parques urbanos	20
3.2.1. Parques Urbanos.....	20
3.2.2. Reforestación	26
3.3. Movilidad eléctrica	29
3.3.1. Electrolineras.....	29
3.3.2. Vehículos eléctricos y transporte público	30
3.4. Planes para el cambio climático: vinculación con los asentamientos humanos..	33
4. Palabras de cierre	36
5. Referencias bibliográficas	37

Figuras

Figura 1: Capitales regionales de Chile. Principales asentamientos humanos por región ..	7
Figura 2: Diagrama metodológico	10
Figura 3: Eventos naturales y desastres ambientales acontecidos en Chile, 1906-2017..	12
Figura 4: Registro de sismos sobre 7° magnitud Richter ocurridos en Chile, 1570-2017 .	13
Figura 5: Número de eventos de incendios y superficie afectada, 2017-2018.....	14
Figura 6: Volcanes que representan mayor riesgo a procesos eruptivos en 2017.....	16
Figura 7: Riesgos potenciales en los principales asentamientos humanos en Chile	18
Figura 8: Los diez parques más grandes a nivel nacional (en ha).....	21
Figura 9: Superficie (ha) de parques urbanos por región	22
Figura 10: Superficie de parque por habitante (m ² / persona)	22
Figura 11: Superficie de parques urbanos por tramo de tamaño y región	23
Figura 12: Número de parques urbanos por tramo de tamaño y región	24
Figura 13: Superficie (ha) de parques existentes por ciudad capital	25
Figura 14: Superficie (ha) de parques existentes por habitante	25
Figura 15: Superficie reforestada (ha) por capital regional período 2007-2016	29
Figura 16: Cantidad de puntos de carga para vehículos eléctricos por región año 2019..	30
Figura 17: Número de vehículos eléctricos en circulación por región año 2018	32
Figura 18: Número de vehículos motorizados en circulación por tipo de motor año 2018	32

Tablas

Tabla 1: Indicadores por dimensiones a considerar para la investigación	8
Tabla 2: Riesgos potenciales en los principales asentamientos humanos en la Región Metropolitana de Santiago	19
Tabla 3: Número y superficie de parques urbanos por tramo de tamaño	20
Tabla 4: Superficie reforestada (ha) por capital regional período 2007-2016	28
Tabla 5: Número de electrolineras en las regiones que más concentran	29
Tabla 6: Número de vehículos eléctricos en circulación por región al año 2018.....	31
Tabla 7: Línea de acción sectorial y medidas para el cambio climático asociado a asentamientos humanos.....	33
Tabla 8: Líneas de acción y medidas para el cambio climático asociado a asentamientos humanos. Eje de adaptación.....	34
Tabla 9: Líneas de acción y medidas de adaptación para el cambio climático. Tema infraestructura asociado a asentamientos humanos	34
Tabla 10: Líneas de acción y medidas de adaptación para el cambio climático. Tema Ciudades	34
Tabla 11: Componentes y medidas de adaptación para el cambio climático asociado a asentamientos humanos. Caso de la RMS	35

1. Introducción

El cambio climático es un tema de vigencia en la actualidad, tanto a nivel mundial como en Chile. Esto adquiere especial relevancia para los asentamientos humanos, donde se requiere medidas de mitigación y adaptación.

A nivel nacional existe una serie de instrumentos indicativos aplicable a las ciudades. Uno de los más importantes es la Política Nacional para la Gestión de Riesgos de Desastres (ONEMI Chile, 2016b) y el Plan Estratégico Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres 2015-2018 (ONEMI Chile, 2016a). El desarrollo de la política y el plan se basa en la ratificación nacional (Decreto N° 123, 1995) a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (NU, 1992) y en el convenio suscrito (Decreto N° 349, 2005) relacionado con el Protocolo de Kyoto (NU, 1998), con lo cual Chile se compromete ante la comunidad internacional a enfrentar este desafío de alcance global. Otro instrumento es el Plan de Acción Nacional de Cambio Climático (MMA Chile, 2017) cuyo periodo de vigencia comprende el periodo 2017-2022, y tiene como misión: “Fortalecer la capacidad de Chile para adaptarse al cambio climático profundizando los conocimientos de sus impactos y de la vulnerabilidad del país generando acciones planificadas que permitan minimizar los efectos negativos y aprovechar los efectos positivos, para su desarrollo económico y social y asegurando su sustentabilidad” (MMA Chile, 2017, p. 35).

La primera acción chilena para identificar medidas de adaptación al cambio climático a nivel de ciudades ha sido a través del “Plan CAS” Santiago (GORE RMS & MMA Chile, 2012), también publicado en inglés (Krellenberg & Hansjürgens, 2014). Las 14 medidas de adaptación de este plan están principalmente dirigidas a la escasez hídrica, las alzas en las temperaturas, especialmente en verano, las altas probabilidades de inundaciones que afectarían a ciertas comunidades. En relación con el Plan CAS, Barton (2013) destaca la fuerte sectorialidad en la toma de decisiones planteando un fortalecimiento de la gobernanza entre los diferentes servicios públicos.

Entre 2014 y 2016 se realizaron por encargo del Ministerio del Medio Ambiente (MMA), Ministerio de Obras Públicas (MOP) y Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU), seis estudios de los impactos climáticos sobre ciudades e infraestructura tanto históricos como futuros. De estos, cinco incluyen propuestas para medidas de adaptación y un estudio sobre una propuesta de un marco legal e institucional para la adaptación al Cambio Climático a nivel municipal y regional. El MOP se comprometió con el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad a elaborar dos planes, el primero de ellos corresponde al Plan de Adaptación de los Servicios de Infraestructura al Cambio Climático (MOP Chile & MMA Chile, 2017), actualmente en ejecución y el segundo es el Plan de Adaptación de los Recursos Hídricos al Cambio Climático que se está realizando durante 2019. Por otra parte, el MMA incluyó un capítulo de cambio climático en su Cuarto Reporte del Estado del Medio Ambiente (Shee Smith et al., 2018).

A los esfuerzos institucionales por abordar el tema, también hay un deber por parte de la academia de investigar y publicar sobre esta materia. Desde el punto de vista académico, cabe señalar que este trabajo es un insumo para que por primera vez se introduzca el cambio climático en los capítulos de asentamientos humanos dentro de las publicaciones sobre “El Estado del Medio Ambiente en Chile” llevadas a cabo por la Universidad de Chile

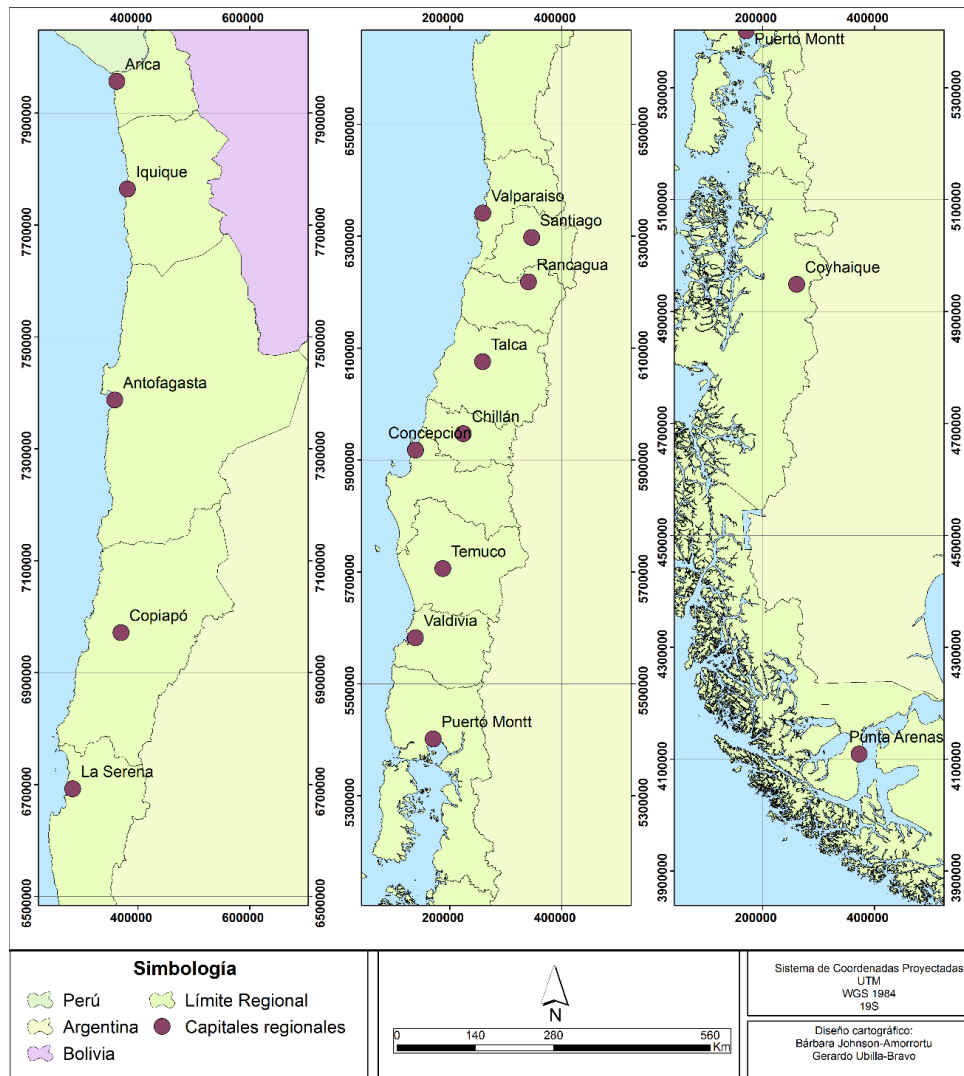
(Durán de la Fuente, Medina & Orrego, 2000; Saa Vidal & Orozco, 2010; Saa Vidal & Vallejos, 2013; Saa Vidal & Donoso Zamorano, 2016).

Considerando los antecedentes presentados, el objetivo general de este trabajo es dar cuenta del estado de algunos indicadores clave asociados al cambio climático en los principales asentamientos humanos en Chile, al año 2019. Para abordar dichos indicadores, este informe se estructura en los siguientes cuatro temas:

- (i) desastres, riesgos potenciales y amenazas
- (ii) reforestación y parques urbanos
- (iii) movilidad eléctrica
- (iv) planes para el cambio climático: su vinculación con los asentamientos humanos

En la Figura 1 se muestra los principales asentamientos humanos en Chile. En esta oportunidad corresponde a las capitales regionales y se presentan como el área de estudio de este trabajo.

Figura 1: Capitales regionales de Chile. Principales asentamientos humanos por región



Fuente: Elaboración propia.

2. Metodología

2.1. Enfoque y alcance de la investigación

La presente investigación se ha desarrollado con un enfoque mixto con alcance descriptivo. En relación con su alcance, este fue seleccionado porque se enfoca en “especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis”, tal como señalan Hernández Sampieri, Fernández Collado & Baptista Lucio (2010, p. 85). Además, Hernández Sampieri et al. (2010, p. 546) definen el enfoque mixto como la integración de los enfoques de investigación tanto cuantitativo como cualitativo. En el desarrollo de esta investigación se usó un componente de cada uno.

Desde el punto de vista conceptual, el enfoque cuantitativo “usa la recolección de datos para [una] medición numérica y [realizar un] análisis estadístico para establecer patrones de comportamiento” (Hernández Sampieri et al., 2010, p. 4). En este sentido, el enfoque cuantitativo fue utilizado para el análisis de desastres, riesgos potenciales y amenazas, reforestación y parques urbanos y movilidad eléctrica. Por otra parte, el enfoque cualitativo “comprende y profundiza los fenómenos, explorándolos desde la perspectiva de los participantes en un ambiente natural y en relación con el contexto” (Hernández Sampieri et al., 2010, p. 11). Dentro de esta investigación se aplicó para la identificación y descripción de los planes para el cambio climático vigentes que incluyen la vinculación con los asentamientos humanos.

2.2. Métodos de recopilación, análisis de datos y diseño metodológico

Las fuentes de los datos para los indicadores de esta investigación son todas de carácter secundario, las que se obtuvieron a través de una revisión de gabinete.

En cuanto al análisis de datos, en la siguiente Tabla se indica el detalle de todos los indicadores utilizados en este trabajo, los que están asociados al cambio climático en los principales asentamientos humanos de Chile.

Tabla 1: Indicadores por dimensiones a considerar para la investigación

Dimensiones	Variables	Indicador	Descripción	Fuente
Desastres, riesgos potenciales y amenazas: enfocado en desastres	Sismos	Nº de sismos	Nº de sismos sobre 7º magnitud Richter ocurridos en Chile, período 1570-2017	Centro Sismológico Nacional (2018) en Riveros et al. (2018)
	Incendios forestales	Nº de incendios forestales	Nº de eventos de incendios y superficie afectada, período 2017-2018	CONAF (2018) en Riveros et al. (2018)
	Erupciones volcánicas	Nº de volcanes de mayor peligrosidad para los asentamientos humanos	Nº de volcanes que representan mayor riesgo a procesos eruptivos en 2017	SERNAGEOMIN (2018) en Riveros et al. (2018)

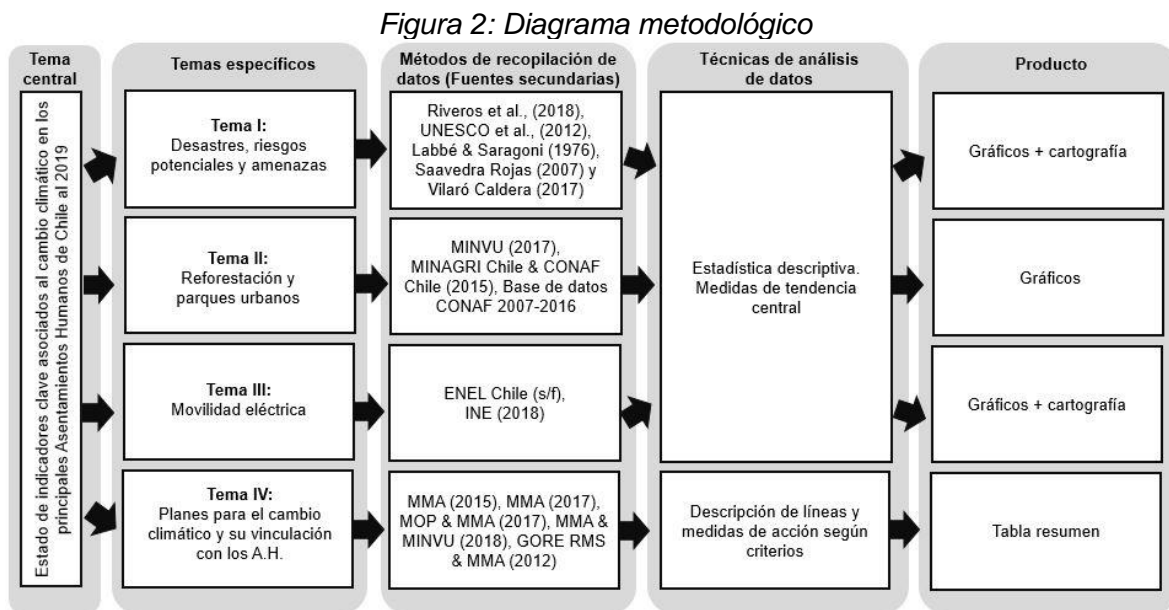
Dimensiones	Variables	Indicador	Descripción	Fuente
	Tsunamis	Nº de Tsunamis	Nº de sismos ocurridos en Chile al 2017 que hayan presentado tsunamis como consecuencia	UNESCO et al. (2012)
Desastres, riesgos potenciales y amenazas: enfocado en Riesgos potenciales y amenazas	Sismos	Nº de ciudades capitales en riesgo de sismos	Nº de ciudades capitales presentes en Zonas sísmicas tipo I	Labbé & Saragoni (1976)
	Incendios Forestales	Nº de ciudades capitales en riesgo de incendios forestales	Nº de ciudades capitales en riesgo de incendios forestales	CONAF (2018) en Riveros et al. (2018)
	Erupciones volcánicas	Nº de ciudades capitales en riesgo de erupciones volcánicas	Nº de ciudades capitales en riesgo de erupciones volcánicas	SERNAGEOMIN (2018) en Riveros et al. (2018)
	Tsunamis	Nº de ciudades capitales en riesgo de tsunamis	Nº de ciudades costeras capitales en riesgo de tsunamis	UNESCO et al., (2012), Saavedra Rojas (2007) y Vilaró Caldera (2017)
Reforestación y parques urbanos	Parques Urbanos	Nº de Parques Urbanos	Nº de Parques Urbanos pequeños, intermedios y mayores en Chile al 2017	MINVU (2017)
	Reforestación	Nº de campañas de arborización urbana	Nº de campañas de arborización urbana en Chile al 2018	MINAGRI Chile & CONAF Chile (2015)
		Nº de hectáreas reforestadas	Nº de hectáreas reforestadas por capital regional período 2007-2016	Base de datos CONAF 2007-2016
Movilidad eléctrica	Electrolineras	Nº de electrolineras	Nº de electrolineras existentes en Chile al 2018	ENEL Chile (s/f)
	Vehículos eléctricos y transporte público	Nº de vehículos eléctricos	Nº de vehículos eléctricos en circulación por región al año 2018	INE (2018)
Planes para el cambio climático y su vinculación con los asentamientos humanos	Planes para el cambio climático	Nº de planes	Nº de planes gubernamentales de acción para el cambio climático al 2019 que presenten directa relación con los asentamientos humanos	MMA Chile (2015), MMA Chile (2017), MOP Chile & MMA Chile (2017), MMA Chile & MINVU Chile (2018), GORE RMS & MMA Chile (2012)

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados obtenidos se analizaron mediante estadística descriptiva, rama de la estadística que recolecta, analiza y caracteriza un conjunto de datos con el objetivo de describir las características y comportamientos de este conjunto mediante medidas de resumen de posición en tablas o gráficos (Hernández Sampieri et al., 2010; Universo Fórmulas, 2018).

Las medidas de resumen de posición o de tendencia central son medidas que tienden a localizar en qué punto se encuentra la parte central de un conjunto ordenado de datos de una variable cuantitativa. Para la investigación se utilizó en primer lugar el análisis de valores extremos (valor mínimo y valor máximo del conjunto), y en segundo lugar la media aritmética o promedio (\bar{X}), que corresponde a la suma de todos los valores dividida entre el número de casos, la que sirve para identificar la existencia de valores que se alejan demasiado entre sí dentro del conjunto (Hernández Sampieri et al., 2010; Universo Fórmulas, 2018).

La Figura 2 resume la metodología elegida para este informe considerando cada uno de los temas específicos del estudio, señalando los métodos de recopilación, las técnicas de análisis de datos y el producto para cada uno de ellos.



Fuente: Elaboración propia.

3. Resultados

3.1. Desastres, riesgos potenciales y amenazas

3.1.1. Contexto geográfico y del tema

Chile se encuentra ubicado en el Cinturón de Fuego del Pacífico¹, localización que lo convierte en una de las regiones más sísmicas y eruptivas del planeta (Roserberg, 2018). Además de estas características, en Chile se presenta otro tipo de amenazas de origen tanto natural como antrópica, tales como inundaciones por efecto de precipitaciones y sistemas frontales, incendios, derrames de hidrocarburos en las costas, entre otros (Riveros et al., 2018). Debido a estas amenazas, la temática de la gestión integral del riesgo de desastres se ha ido instaurando como una prioridad a nivel nacional asociado al cambio climático. De hecho, el Estado firmó el Marco de Acción de Hyogo (EIRD, 2005) en el cual los países se comprometen a reducir de manera considerable las pérdidas que ocasionan los desastres, tanto en términos de vidas humanas como en bienes sociales, económicos y ambientales (DIRPLAN RMS, 2018).

Desde el terremoto de Valparaíso en 1906 y a partir de lo anterior se han creado centros especializados de estudio con el objetivo de generar información oportuna y consistente, acerca de las presiones existentes de este tipo de sucesos y su impacto que contribuya en la elaboración de políticas públicas para dar respuestas preventivas y estar mejor preparados en materias de gestión de riesgo por potenciales desastres (Riveros et al., 2018).

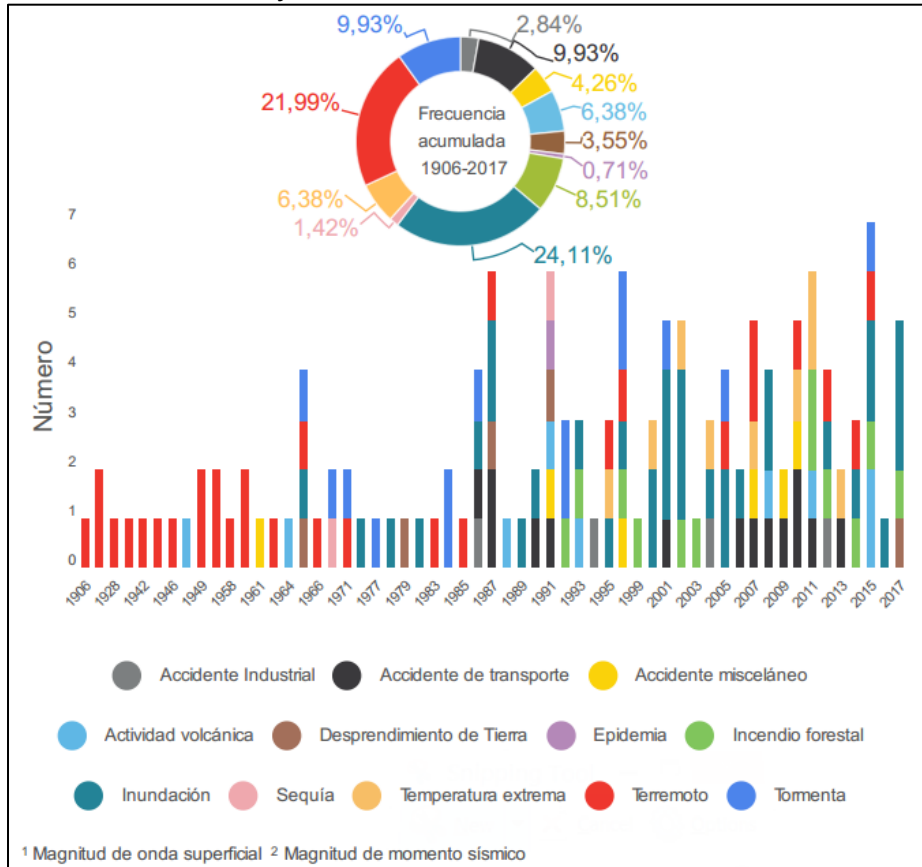
3.1.2. Resumen de principales eventos naturales y desastres ambientales acontecidos en Chile

El primer evento registrado en Chile, según la base de datos internacional de desastres corresponde al gran terremoto de Valparaíso (8,2 Ms1) en el año 1906. Los eventos y desastres registrados en nuestro país con mayor ocurrencia en el periodo 1906-2017 son las inundaciones que representan el 24% y los sismos (22%), mientras que los desastres con menos ocurrencia son las epidemias y sequías, con 1 % cada uno.

Durante el 2017 no se registraron sismos de mayor intensidad (sobre 7 Mw2), pero desatacaron otros eventos, tales como inundaciones, desprendimientos de tierra e incendios en el sector centro-sur del país. En la siguiente Figura se aprecia la distribución de los diferentes eventos y desastres ambientales en Chile entre 1906 y 2017.

¹ Esta localización geográfica se explica con mayor detalle en el apartado “Erupciones volcánicas”.

Figura 3: Eventos naturales y desastres ambientales acontecidos en Chile, 1906-2017



Fuente: Riveros et al. (2018).

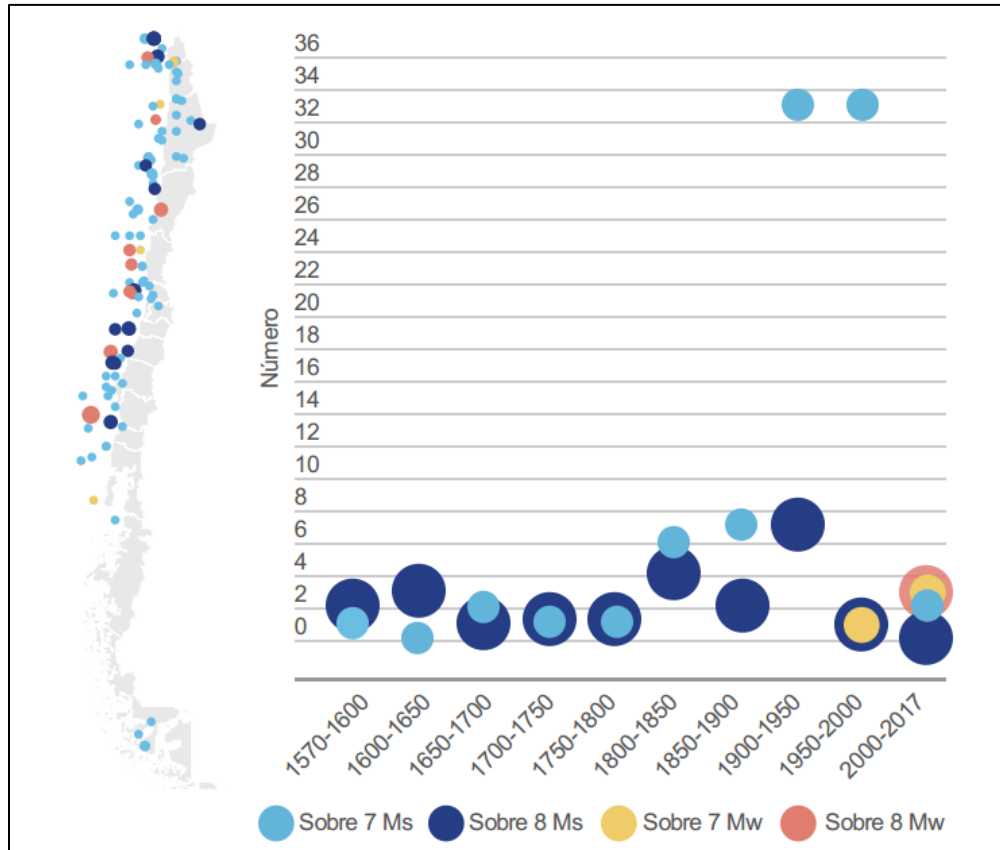
3.1.3. Sismos

La actividad sísmica en Chile se genera a causa del proceso de subducción que tiene lugar principalmente en la línea de costa entre la placa oceánica de Nazca y la placa continental Sudamericana. Al mismo tiempo, en el extremo sur la placa Sudamericana se desliza con respecto al segmento más austral del océano Pacífico o placa Antártica. En las zonas de subducción de placas es donde se generan o se han generado históricamente los terremotos que han causado más daños. No obstante, en el extremo sur de Chile, la interacción de otras placas –Scotia, Sudamericana, Antártica– ha generado grandes terremotos como los dos que ocurrieron en Punta Arenas en 1949, aunque menos frecuentes (UNESCO, PNUD, ONEMI Chile & CE, 2012).

Además de los sismos producto de la subducción entre la placa oceánica de Nazca y la placa continental Sudamericana, Chile presenta una serie de fallas geológicas, actividad volcánica y efectos de geología local que han producido diversos fenómenos sísmicos a lo largo de la historia del país (UNESCO et al., 2012). El sismo de mayor intensidad del cual se tenga registro a nivel mundial corresponde al terremoto de 1960, en la ciudad de Valdivia, con una magnitud de 9,5 grados en la escala Richter (8.5 Ms). Si bien en 2017 no se registraron sismos de mayor intensidad (sobre 7°), fue el año en donde se reportó el mayor número de sismos, con un total de 8.094 registros informados por el Centro Sismológico

Nacional, de los cuales 352 fueron percibidos y 7.742 no fueron advertidos². En la siguiente Figura se aprecia los sismos sobre 7° magnitud Richter ocurridos en Chile entre 1570-2017, a partir del trabajo de Riveros et al. (2018).

Figura 4: Registro de sismos sobre 7° magnitud Richter ocurridos en Chile, 1570-2017



Fuente: Riveros et al. (2018).

3.1.4. Incendios forestales

De acuerdo a UNESCO et al. (2012), entre 1964 y 2009 se registraron 188 mil incendios forestales. Si bien la gran mayoría de estos eventos fue controlado antes de consumir una superficie mayor a las 5 hectáreas, durante este periodo el fuego arrasó con 2 millones de hectáreas. Entre 1985 y 2009 las regiones más afectadas por incendios forestales han sido O'Higgins, Magallanes, Aysén y Coquimbo. Desde el punto de vista de la frecuencia, la más afectada es la Región de Valparaíso, seguida de Biobío y O'Higgins.

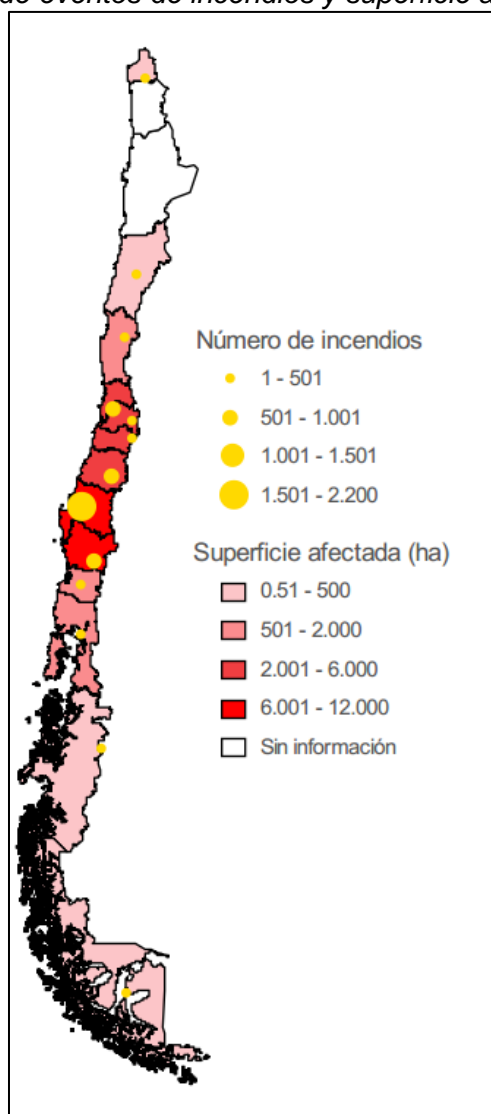
La Región del Biobío, Región del Libertador General Bernardo O'Higgins y la Región de Valparaíso son las que reportan mayor cantidad de eventos de incendios forestales y hectáreas afectadas. Según CONAF (en UNESCO et al., 2012), en Chile durante el periodo

² Este número se puede explicar principalmente por dos factores: primero, por el aumento de cobertura instrumental (detección y localización de sismos de menor magnitud), y segundo, por las réplicas de los dos últimos terremotos registrados en 2015 en Illapel y 2016 en Chiloé.

1985 y 2011 se reportó una superficie de 1.000.000 hectáreas que ha sido afectada por incendios forestales, siendo reportados entre 5.000 a 6.000 casos al año con una superficie promedio anual de pérdida de 52.000 ha, y un monto promedio anual de pérdida económica aproximado de US\$ 50 millones.

Según Riveros et al. (2018), durante parte de la última temporada de incendios forestales (2017-2018) se registró la ocurrencia de 6.110 incendios a nivel nacional los cuales afectaron aproximadamente 36.743 hectáreas, siendo la región del Biobío la más afectada concentrando el 17,5% de la superficie total quemada del país, tal como se aprecia en la siguiente Figura.

Figura 5: Número de eventos de incendios y superficie afectada, 2017-2018



Fuente: Riveros et al. (2018).

3.1.5. Erupciones volcánicas

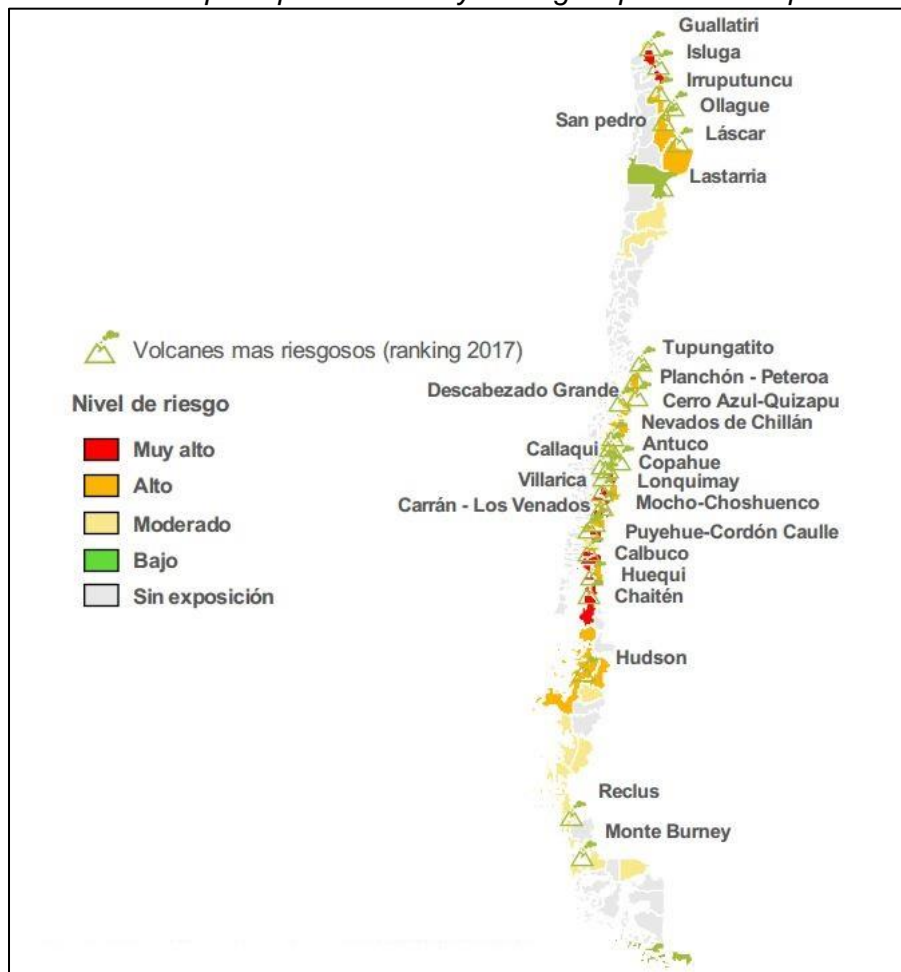
En Chile existe más de 500 volcanes. La existencia de este tipo de estructuras geológicas en el país obedece a la localización geográfica del país en una de las zonas tectónicas más activas de la tierra, conocida como el “Cinturón de fuego del Pacífico” -mencionado anteriormente- la cual corresponde a una zona de subducción entre placas tectónicas que se extiende por todo el océano Pacífico desde América del Sur, América del Norte, las islas de Asia y la costa de Nueva Zelanda. El cinturón de Fuego es un área en forma de herradura de 40.000 km, concentra más del 75% de los volcanes activos e inactivos del mundo y es el responsable del 90% de los terremotos (Roserberg, 2018).

Tal como se mencionó anteriormente, Chile alberga 500 volcanes considerados geológicamente activos, 60 de los cuales cuentan con un registro eruptivo, siendo los volcanes Lonquimay, Llaima y Villarrica los tres más peligrosos, todos ellos ubicados en la Región de la Araucanía. Cada uno ha registrado alrededor de diez erupciones durante el siglo XX. Aunque en la actualidad no registra actividad de importancia, el Quizapú, localizado a la latitud de Talca (Región del Maule), protagonizó en 1932 la erupción de mayor magnitud de la cordillera de Los Andes durante los últimos 200 años (UNESCO et al., 2012).

A lo largo de Chile existe un sinnúmero de comunidades ubicadas en emplazamientos bajo la influencia de los efectos volcánicos. Esto quedó nuevamente en evidencia con la reciente erupción del Cordón del Caulle que afectó a comunidades de las regiones de los Ríos y los Lagos. Este evento también evidenció el efecto transfronterizo que puede tener este tipo de fenómenos, donde la actividad volcánica iniciada el año 2011 afectó de manera significativa a comunidades de Argentina, llegando a afectar el tráfico aéreo en varias capitales de Sudamérica (UNESCO et al., 2012).

Los agentes de peligrosidad volcánica se relacionan con el proceso eruptivo, siendo los más comunes los flujos de lava, la caída de piroclastos, la lluvia de cenizas y lahares. Este tipo de procesos son una amenaza permanente para los asentamientos humanos localizados en sus cercanías, sobre todo para el caso de los volcanes activos (UNESCO et al., 2012). En este sentido, los asentamientos humanos que se encuentran más expuestos a dichos procesos volcánicos son los que se encuentran en la zona del altiplano en el norte de Chile y en la zona centro y sur del país donde destacan Chillán, Villarrica, Pucón, Puyehue y Chaitén (Riveros et al., 2018).

Figura 6: Volcanes que representan mayor riesgo a procesos eruptivos en 2017



Fuente: Riveros et al. (2018).

3.1.6. Tsunamis

Esta amenaza configura el principal riesgo de desastre para las comunidades, infraestructura y ecosistemas en gran parte de la costa chilena. La probabilidad de ocurrencia de tsunamis destructivos se vincula, entre otros factores, al área de ruptura y la magnitud del sismo, la que debe ser superior a 7.5. En Chile, más de 30 sismos han superado este valor, generando condiciones favorables para la aparición de este tipo de eventos, registrándose a la fecha alrededor de 35 tsunamis originados cerca de nuestras costas (UNESCO et al., 2012).

Por la configuración geográfica de Chile, existen importantes ciudades ubicadas en zonas costeras bajo la influencia e impacto directo de tsunamis. Se encuentran expuestas infraestructuras públicas y privadas, servicios básicos y gran cantidad de actividad turística, industrial y comercial. Lo anterior se ha debido a la ausencia de estudios de riesgos frente a este tipo de fenómenos, y por ende a la falta de consideración de esta amenaza en los instrumentos de planificación territorial (UNESCO et al., 2012).

Recuadro 1: Tsunami del 27 de febrero del 2010

El 27 de febrero de 2010, a las 3:34:08 Am, la zona central de Chile fue sacudida por un mega terremoto de subducción que alcanzó una magnitud de momento sísmico (Mw) de 8.8. Este terremoto es el segundo más fuerte en la historia del país (después del terremoto de Valdivia de 1960) y uno de los diez más fuertes en el mundo registrados mediante instrumentos. Una de sus principales consecuencias fue la generación de un tsunami destructivo por la deformación del fondo marino. Las olas asolaron casi 600 km de la costa de Chile central y fueron la causa de un tercio de las víctimas fatales (181 sobre un total de 521), convirtiéndose así en el tsunami con mayor número de muertes asociadas a este tipo de eventos en Sudamérica en los últimos 30 años.



Fuente: Contreras & Winckler (2013).

3.1.7. Riesgos potenciales por asentamientos humanos

Es necesario mencionar que no existen estudios sobre riesgos potenciales a escala nacional de asentamientos humanos. Sin embargo, es posible rescatar algunos estudios científicos sobre estos fenómenos en algunas ciudades específicas del país. En este sentido destaca el Primer Catastro Nacional de Desastres Naturales (SERNAGEOMIN, 2017), el estudio de Riesgos potenciales derivado de procesos naturales en los principales asentamientos de la Región Metropolitana de Santiago (Ubilla Bravo et al., 2013), el estudio sobre niveles de vulnerabilidad a amenazas naturales en la ciudad de La Serena (Sarricolea Espinoza, 2004) y el Diagnóstico de amenazas naturales y exposición sistemas estratégicos de la Región de Atacama (GORE Atacama, 2014), entre otros.

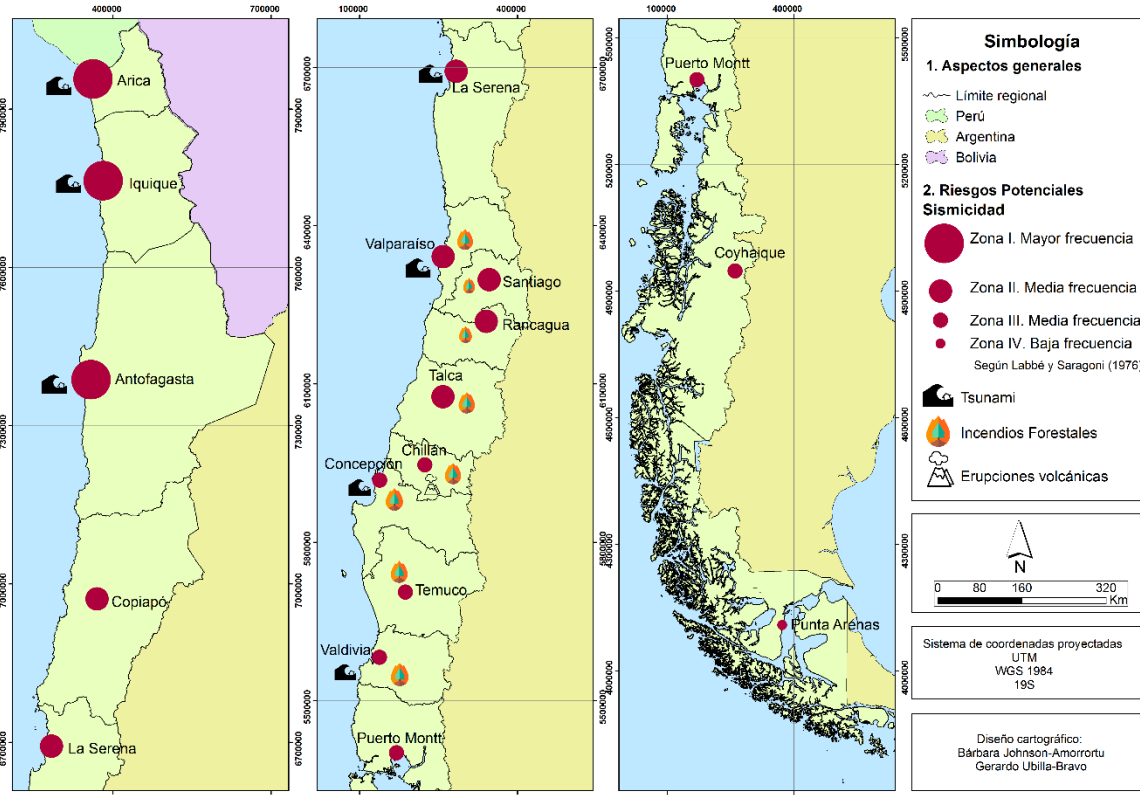
En cuanto a los riesgos potenciales en los principales asentamientos humanos (capitales regionales) de Chile, es posible mencionar que de las dieciséis capitales regionales, siete cuentan con riesgo de Tsunami por ser ciudades costeras, exceptuando la ciudad de Puerto Montt, que gracias a la posición y orientación de la ciudad y ante la protección natural que conforma el Seno de Reloncaví y las islas que rodean la costa, se considera poco probable la afectación por efectos de un tsunami (Saavedra Rojas, 2007; Vilaró Caldera, 2017)³.

³ Inclusive en una situación extrema como fue el terremoto del 22 de mayo de 1960 y su posterior tsunami que afectó las costas de la región, en Puerto Montt no se tuvieron registros de anomalías en las mareas.

En cuanto a los riesgos por incendios forestales, de acuerdo a lo mencionado por Riveros et al. (2018), las ciudades de tienen mayor susceptibilidad a incendios forestales son los asentamientos humanos de la zona central. En este sentido, las ciudades de Valparaíso, Santiago, Rancagua, Talca, Chillán, Concepción, Temuco y Valdivia tienen mayor probabilidad de sufrir incendios forestales en sus alrededores.

Finalmente, en cuanto al riesgo por erupciones volcánicas, la única capital regional que presenta un riesgo alto por volcanismo es Chillán, debido a la presencia del complejo volcánico Nevados de Chillán.

Figura 7: Riesgos potenciales en los principales asentamientos humanos en Chile



Fuente: Elaboración propia. La fuente de los datos asociados a riesgo potenciales de sismicidad es Labbé & Saragoni (1976).

Finalmente, en cuanto a los riesgos potenciales en los principales asentamientos humanos de la Región Metropolitana de Santiago, en el área metropolitana de la región los principales riesgos corresponden a riesgos por remoción en masa, aluviones y anegamientos por impermeabilización de suelo.

En relación con los otros asentamientos humanos mayores, la mayoría corresponden a riesgos por desbordes del río Mapocho y de sus afluentes, inundación por mal drenaje del suelo y superficialidad del nivel freático, desprendimiento por desestabilización del laderas e ignición de incendios. En la siguiente Tabla se muestra el resumen de los riesgos potenciales para cada uno de los asentamientos humanos en la RMS.

Tabla 2: Riesgos potenciales en los principales asentamientos humanos en la Región Metropolitana de Santiago

Asentamiento	Principales riesgos potenciales
Metrópoli de Santiago	Riesgo de remoción en masa en el piedmont andino Aluviones por aumento explosivo en los niveles pluviométricos de las cuencas Anegamiento por exceso de urbanización e impermeabilización del suelo
Peñaflor	Desborde del río Mapocho
Colina	Desborde del estero Colina y desprendimientos del cerro La Guaca
Melipilla	Ignición de incendios Desborde del río Mapocho
Talagante	Desborde del río Mapocho Inundación por mal drenaje y nivel freático alto
Buín	Media susceptibilidad a desborde de río Maipo
El Monte	Desborde del río Mapocho Mal drenaje Nivel freático alto
Paine	Sin riesgos potenciales en el área urbana
Curacaví	Susceptibilidad a deslizamientos y desprendimientos por erosión de las laderas (presencia de cárcavas) Desborde del estero Puangue y Cuyuncaví
Isla de Maipo	Desborde Afloramiento de napas
Lampa	Desborde del estero
Batuco	Inundación por mal drenaje del suelo
La Islita	Inundación por mal drenaje del suelo Desborde del río Maipo
Hospital	Desborde del río Angostura Inundación por mal drenaje
Alto Jahuel	Ignición de incendios forestales Deslizamientos desde los cerros colindantes
San José de Maipo	Remoción en masa del cerro Divisadero Zonas de inundación
Tiltil	procesos de remoción en masa, inundaciones por desbordes y susceptibilidad a incendios forestales
Bajos de San Agustín	Susceptibilidad a procesos de remoción en masa

Asentamiento	Principales riesgos potenciales
Farellones	Remoción en masa sobre las redes viales conectoras
Padre Hurtado	Susceptibilidad de desborde por canales de regadío en zonas de expansión urbana
Pirque	Susceptibilidad a inundaciones
Alhué	Ignición de incendios forestales Desborde
Noviciado	Inundaciones por acumulación de aguas lluvia en suelos de mal drenaje
Polpaico	Inundaciones por desborde

Fuente: Ubilla Bravo et al. (2013).

3.2. Reforestación y parques urbanos

3.2.1. Parques Urbanos

En cuanto a los parques urbanos, el catastro de parques urbanos del MINVU identificó un total de 1.678 parques urbanos con más de 5.000 m², que totalizan 5.389 hectáreas de superficie a nivel país. Las ciudades capitales regionales con el mayor número de parques son: Santiago Metropolitano con 709, de los cuales el 71% corresponde a parques menores (entre 0,5 y 2 ha), seguido de Concepción Metropolitano con 69 parques urbanos, lo que equivale al 77% de parques menores. El total nacional y el detalle por tramo puede ser observado en la siguiente Tabla.

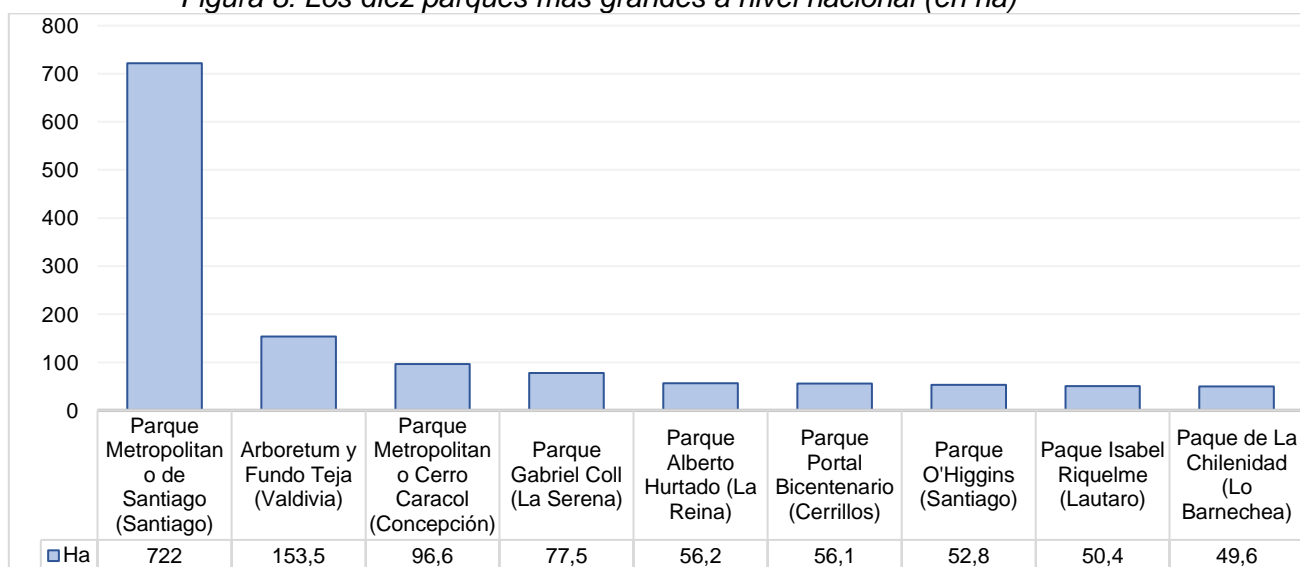
Tabla 3: Número y superficie de parques urbanos por tramo de tamaño

tramo de tamaño del parque	número de parques urbanos	superficie de parques urbanos (en ha)
parques menores	1.169	1.190
parques intermedios	432	1.778
parques mayores	77	2.421
Total nacional	1.678	5.389

Fuente: Elaboración propia a partir de MINVU (2017).

Respecto de los diez parques más grandes a nivel nacional, después del Parque Metropolitano Cerro San Cristóbal, los tres parques más grandes se encuentran en la ciudad de Valdivia, con el Arboretum de isla Teja, le sigue Concepción con el Parque Metropolitano Cerro Caracol, y finalmente la Serena con el Parque Gabriel Coll.

Figura 8: Los diez parques más grandes a nivel nacional (en ha)

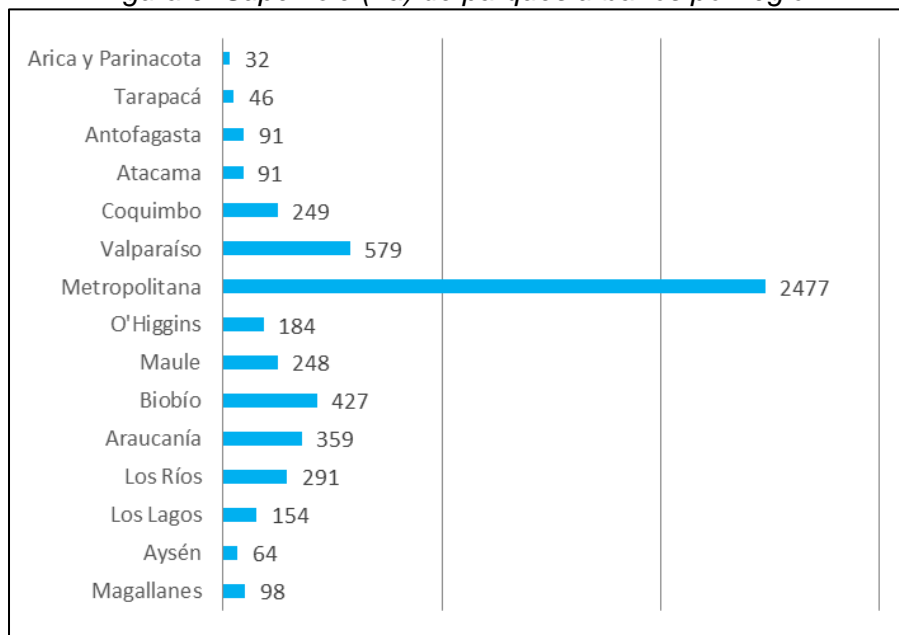


Fuente: Elaboración propia a partir de MINVU (2017).

La Región Metropolitana de Santiago posee la mayor cantidad de hectáreas de parques urbanos (2.477 ha), seguida de las regiones de Valparaíso (579 ha) y Biobío (427 ha). En tanto, La región de Arica y Parinacota (32 ha) y la región de Tarapacá (46 ha) contienen la menor cantidad de hectáreas de parques urbanos del país.

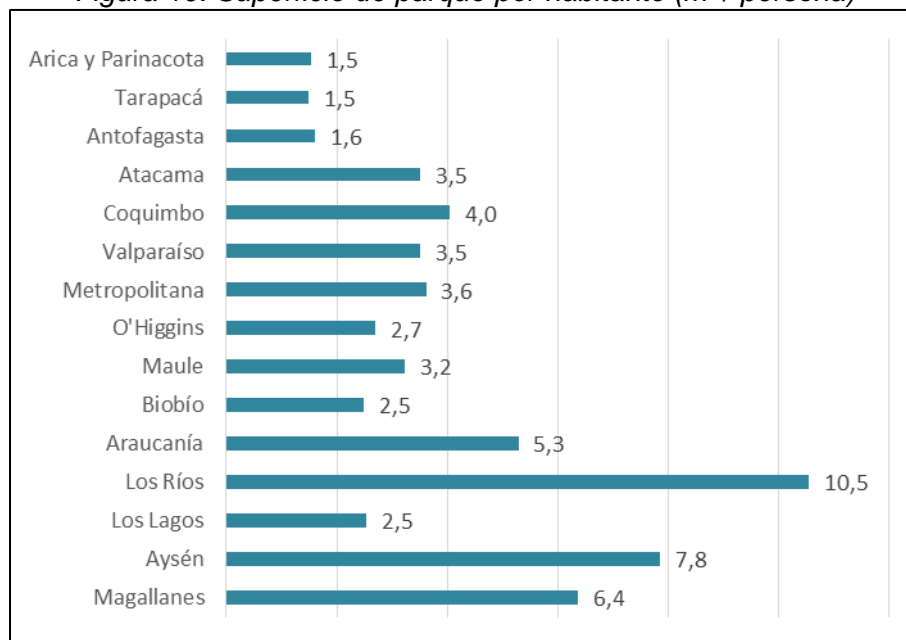
Respecto a la superficie de parque (superficie de área verde) en m² por habitante, destaca la región de Los Ríos, con 10,5 m² de parque por habitante urbano. Sin embargo, la situación del resto de las regiones del país es preocupante porque no cumplen con el mínimo de 9 m²/habitante de áreas verdes recomendada por la OMS según señala el MMA (2012).

Figura 9: Superficie (ha) de parques urbanos por región



Fuente: MINVU (2017).

Figura 10: Superficie de parque por habitante (m² / persona)



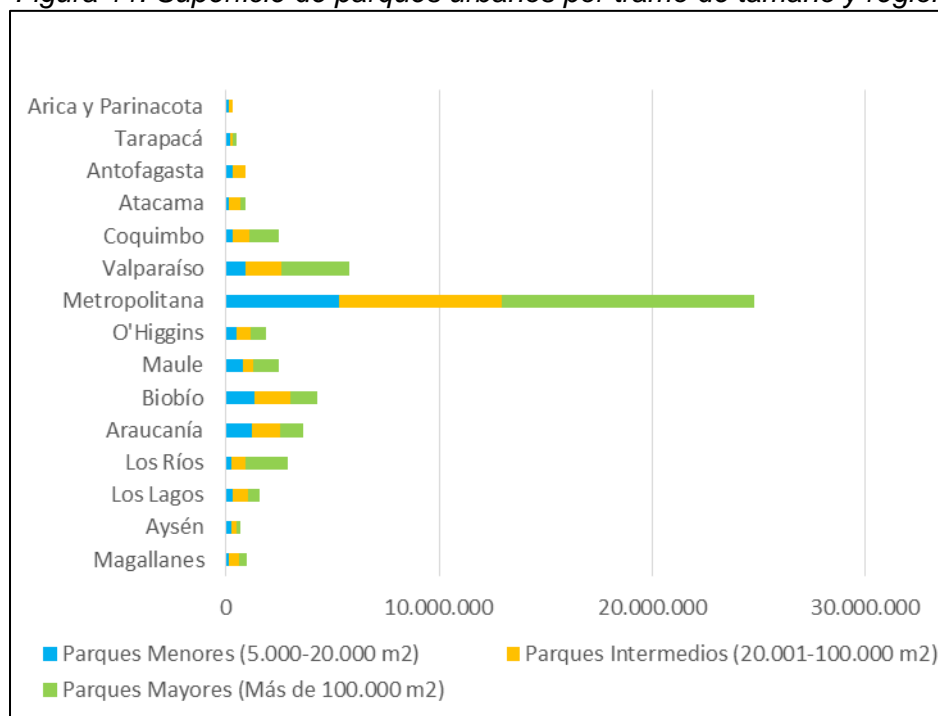
Fuente: MINVU (2017).

Respecto de la superficie de parques urbanos por tramo de tamaño y región, es posible mencionar que trece de las quince regiones que existían al 2016 cuentan con Parques

Urbanos de más de 100.000 m² (Parques Mayores), concentrándose los más grandes en las regiones Metropolitana de Santiago y Valparaíso.

Respecto de los parques intermedios (parques urbanos de entre 20.000 y 100.000 m²), es posible destacar que se encuentran en la totalidad de las regiones existentes en Chile al 2016, siendo las Regiones Metropolitana de Santiago, Valparaíso y Biobío las que contienen la mayor cantidad en hectáreas de Parques Intermedios. El mismo patrón se repite respecto de los parques menores (parques urbanos de entre 5.000 y 20.000 m²).

Figura 11: Superficie de parques urbanos por tramo de tamaño y región

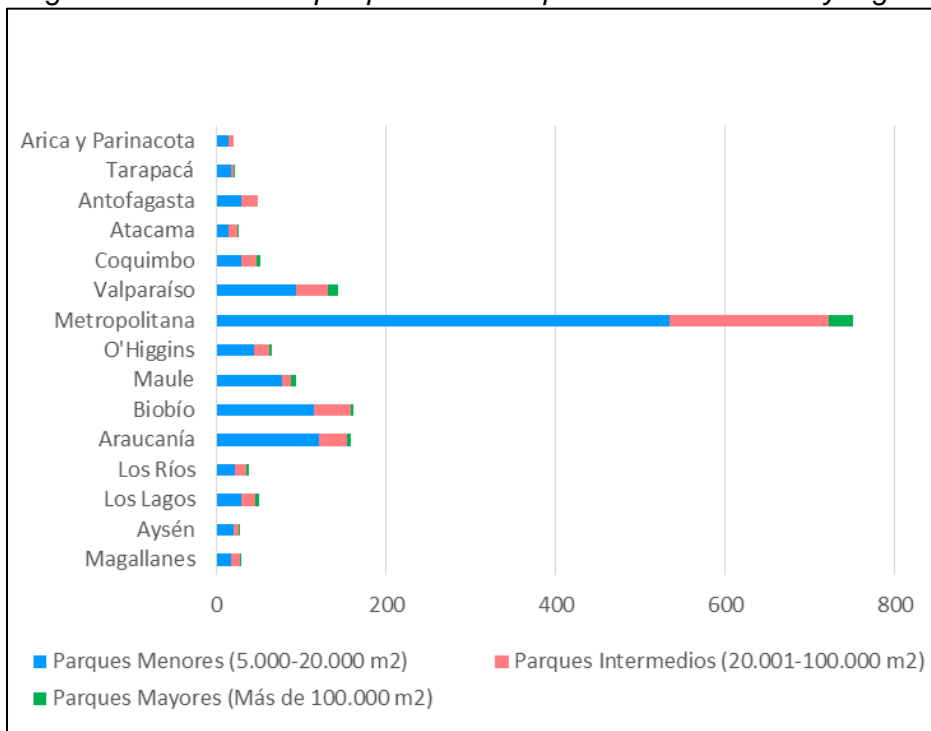


Fuente: MINVU (2017).

En cuanto al número de parques urbanos por tramo de tamaño y región, es posible mencionar que los parques de más de 100.000 m² son reducidos en cantidad. Es decir, que la caracterización de parques urbanos para Chile se identifica por albergar (en número de Parques) muchos parques menores, algunos parques intermedios y una muy baja cantidad de parques mayores. A pesar de que trece de las quince regiones que existían en Chile al 2016 cuentan con áreas verdes de más de 100.000 m², estas se limitan a solo un parque urbano.

La Región Metropolitana de Santiago es la que posee la mayor cantidad de parques menores, diferenciándose en comparación a las demás regiones. Sin embargo, posee una menor cantidad de parques intermedios y muy pocos parques mayores. Le siguen en número las regiones de Valparaíso y Biobío, las que repiten el mismo patrón.

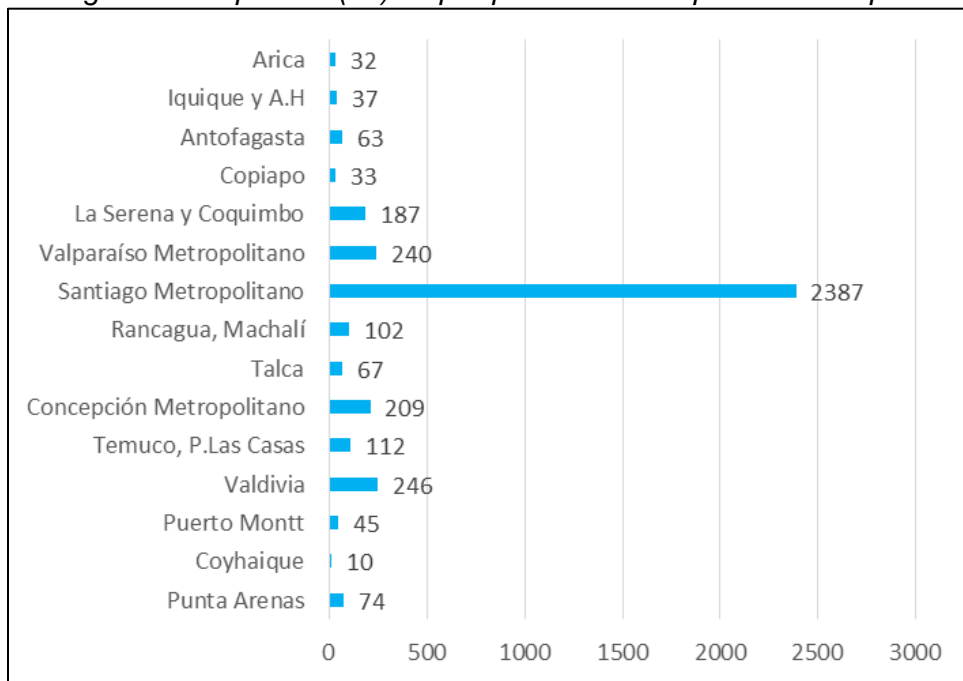
Figura 12: Número de parques urbanos por tramo de tamaño y región



Fuente: MINVU (2017).

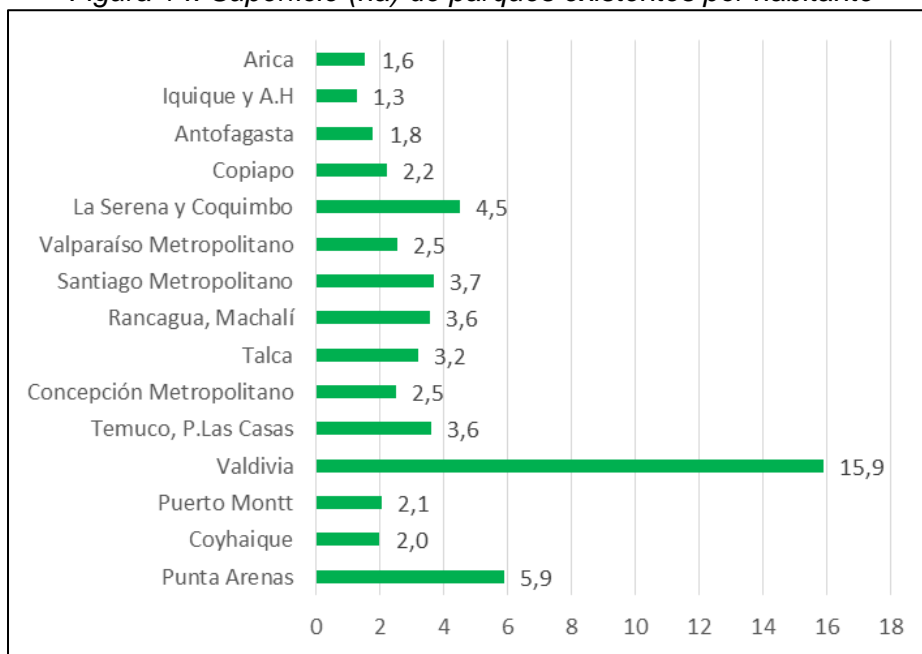
Respecto a la superficie (en ha) de parques existentes por ciudad capital, la mayor cantidad de hectáreas de parques urbanos está en Santiago, Valdivia y Valparaíso. En cuanto a la superficie (en ha) de parques existentes por habitante, destaca la ciudad de Valdivia, la cual presenta la mayor cantidad de hectáreas de parque por habitante, esto ya se mencionaba anteriormente en el gráfico de superficie de m²/ habitante de áreas verdes, donde la región de Los Ríos era la única que cumplía el estándar señalado por la OMS (MMA Chile, 2012).

Figura 13: Superficie (ha) de parques existentes por ciudad capital



Fuente: MINVU (2017).

Figura 14: Superficie (ha) de parques existentes por habitante



Fuente: MINVU (2017).

3.2.2. Reforestación

a) Programa de arborización “Un Chileno, Un Árbol”

“*Un Chileno, Un Árbol*” es un programa de reforestación urbana ejecutado por la Corporación Nacional Forestal (CONAF) desde el año 2010 desde Arica a Punta Arenas y establece una meta de 5 a 6 millones de árboles plantados.

El principal objetivo consiste en promover la generación de servicios ecosistémicos mediante el fomento del arbolado urbano, considerando el uso de plantas con valor patrimonial y cultural, contribuyendo a la difusión de sus beneficios que proporcionan a la sociedad para mejorar la calidad de vida de la población. Las arborizaciones se focalizan en aquellas zonas más vulnerables económicamente y con menos vegetación urbana pero siempre considerando la sostenibilidad de las zonas arboladas. Las especies se plantan en avenidas, calles, pasajes, jardines, cerros islas, interior de propiedad privada, entre otros.

El área de trabajo se divide en dos grandes grupos: las zonas urbanas y zonas periurbanas:

- Zonas urbanas: considera todo aquel conjunto de viviendas concentradas y su zona *buffer* (2 kilómetros). En esta zona se pueden constituir “bosques”, según la definición vigente⁴, pero en la práctica lo que se busca constituir es un parque o una gran área de recreación.
- Zonas periurbanas: considera una zona exterior a la zona urbana (10 kilómetros) y algunas zonas necesarias de arborizar por la influencia que tiene sobre zonas urbanas. En general en estas zonas no se puede constituir “bosques”.

El programa fomenta el uso de especies nativas y exóticas. Entre las especies nativas destaca el Quillay, Peumo, Araucaria, Toromiro y Palma Chilena, entre otras. Entre las especies exóticas destaca el Ciprés Macrocarpa, la Acacia de Hoja Azul y el Encino. (CONAF Chile, s. f.).

b) Programa de arborización “+ Árboles para Chile”

“+ Árboles para Chile” es otro programa de arborización ejecutado por la CONAF, el que tiene como uno de sus principales objetivos mejorar la calidad de vida de los habitantes a través de la reforestación urbana. Al igual que el programa anterior, las arborizaciones se focalizan en aquellas zonas más vulnerables económicamente y con menos vegetación urbana, pero siempre considerando la sostenibilidad de las zonas arboladas y las necesidades y particularidades tanto naturales como antrópicas de cada región. La entrega de árboles durante el 2014 correspondió a 2.394.499 plantas, de los cuáles el 56% corresponde especies nativas. Para el año 2018 incorporó la creación de 116 Programas Comunitarios en las comunas con menos recursos y menor cantidad de áreas verdes (MINAGRI Chile & CONAF Chile, 2015).

En las 32 unidades productivas de CONAF, a la fecha, se trabaja con 314 especies distintas, entre nativas y exóticas. Hacia el primer semestre del año 2015 la entrega de plantas

⁴ Definición de **bosque**: Sitio poblado con formaciones vegetales en las que predominan árboles y que ocupa una superficie de por lo menos 5.000 m², con un ancho mínimo de 40 metros, con cobertura de copa arbórea que supere el 10% de dicha superficie total en condiciones áridas y semiáridas y el 25% en circunstancias más favorables (Ley N° 19.561, 1998).

realizada a nivel nacional ascendía de 285 especies, provenientes de las diversas unidades productivas. Durante el año 2014 se ingresaron a inventario 4.667.943 nuevas plantas correspondientes a 186 especies, las que provienen de producción, compra y donación (MINAGRI Chile & CONAF Chile, 2015).

c) Reforestación a escala nacional

En cuanto a las iniciativas de reforestación por capital regional a cargo de la CONAF analizando las tablas y gráficos que se presentan a continuación, es posible destacar que durante el período 2007-2016, estas presentaron algunas particularidades.

En primer lugar, analizando las bases de datos de la CONAF⁵ es necesario mencionar que las capitales regionales del país no presentan altas cantidades de reforestación, ya que, al ser zonas altamente urbanizadas, dificultan la labor de encontrar espacios deshabitados para forestar y/o reforestar. En este sentido, las mayores hectáreas de reforestación se encuentran en las zonas más rurales o silvestres de cada región.

En segundo lugar, analizando las capitales regionales llama la atención que las mayores campañas de reforestación se dirigieron a las zonas centro-sur del país. Destacaron las ciudades de Concepción, Temuco, Valdivia y Coyhaique, donde las campañas de reforestación se mantuvieron casi ininterrumpidas durante el período 2007-2016.

En tercer lugar, destaca positivamente la ciudad de Valdivia, la que obtuvo la mayor cantidad de hectáreas reforestadas durante el periodo. En este sentido se destaca el año 2013 con más de 1.200 ha reforestadas.

En cuarto lugar y, por el contrario, destacan negativamente las ciudades nortinas del país, donde las campañas de reforestación se mantuvieron casi nulas en el periodo ya mencionado. En este sentido, las únicas ciudades con campañas de reforestación casi ininterrumpidas para el período mencionado fueron Arica y La Serena, ambas con menos de 10 hectáreas reforestadas para el año 2016.

Según Reynolds et al. (2005, en Castillo Oyarce, 2018) la desertificación es un proceso que se incentiva por medio de la deforestación. En este caso, la desertificación perpetuada por la baja reforestación en el norte del país afectaría directamente el avance de la desertificación hacia la zona central. Según la Cámara de diputados de Chile (2012) este fenómeno se manifiesta con mayor fuerza en las siguientes macrozonas agroecológicas: la Precordillera de las regiones de Tarapacá y Antofagasta, la faja costera de la región de Tarapacá hasta la de Coquimbo y las áreas ocupadas por las comunidades agrícolas de la región de Atacama y Coquimbo, entre otras. De aquí al año 2030, entre las latitudes en que se ubican Arica y Chiloé, ocurrirá un calentamiento promedio de 2 a 4 grados Celsius, con intensificación de la aridez en la zona norte, avance del desierto hacia el sur, reducción hídrica en la zona central, aumento de precipitaciones en la zona sur y disminución de los glaciares. El avance del desierto en Chile a regiones semiáridas y australes se ha estimado en 0,4 km por año, por lo que en 3 siglos más en el escenario más optimista la región de Coquimbo estaría incluida en el desierto de Atacama, y en el más pesimista, el desierto avanzaría hasta la región de Valparaíso.

⁵ <http://www.conaf.cl/nuestros-bosques/bosques-en-chile/estadisticas-forestales/>

La ciudad de Santiago también destaca negativamente, ya que la capital nacional tuvo medidas casi nulas de reforestación en el período mencionado, exceptuando los años 2009 y 2016. Sin embargo, las hectáreas reforestadas al 2016 no significaron ni la décima parte de las hectáreas reforestadas el año 2009. Por último, la ciudad de Rancagua también destaca negativamente, ya que es la única ciudad que no ha tenido ninguna campaña de reforestación en el periodo mencionado.

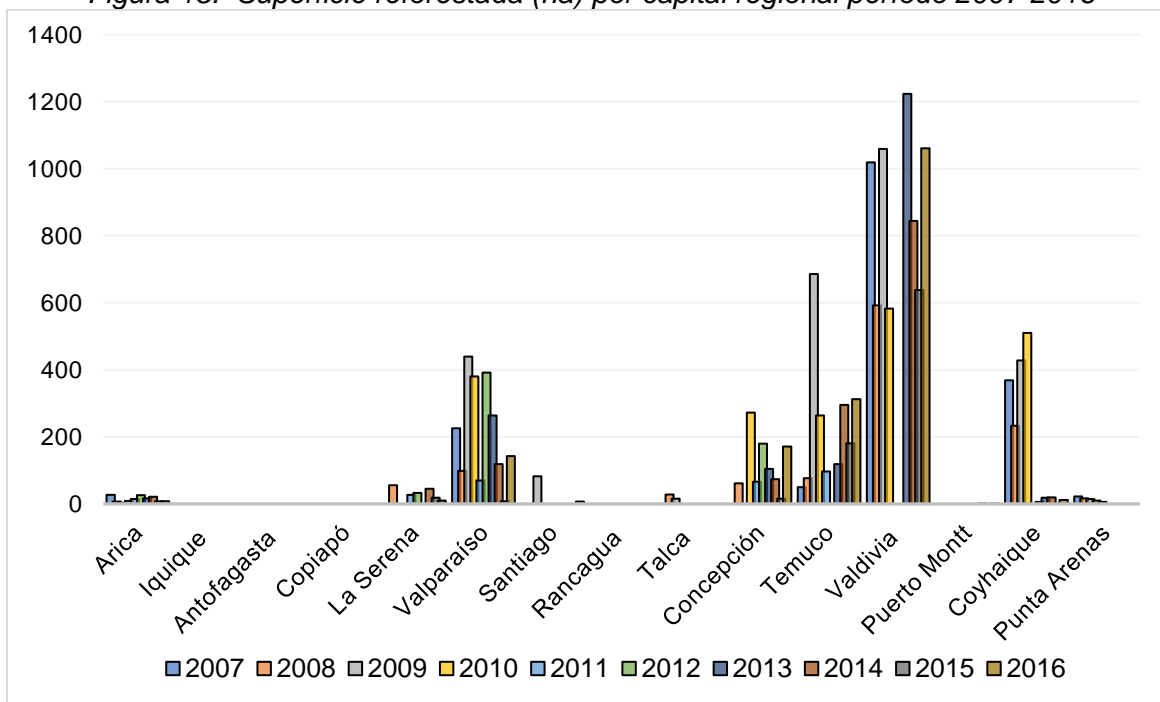
Tabla 4: Superficie reforestada (ha) por capital regional período 2007-2016

Región	Capital	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Arica y Parinacota	Arica	26,8	6,9	2,6	9,2	14,5	26,1	16,7	20,9	8,2	8,4
Tarapacá	Iquique	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Antofagasta	Antofagasta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Atacama	Copiapó	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Coquimbo	La Serena	-	55,9	-	-	27,2	32,9	-	45	18,2	9,5
Valparaíso	Valparaíso	225,6	99	440	380,5	70	392,2	263,4	119,1	8	142,8
RMS	Santiago ⁶	-	-	82,7	-	-	-	-	-	-	6,6
Libertador Bernardo O'Higgins	Rancagua	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Maule	Talca	-	28,3	15,6	-	-	-	-	-	-	-
Biobío	Concepción	-	61,3	-	272,9	65,9	179,7	104,9	73,6	15,6	171,2
Araucanía	Temuco	49,7	77,2	686	263,8	96,4	-	119,1	295,4	181,1	312,4
Los Ríos	Valdivia	1.019	592,1	1.058,8	582,9	-	-	1.223,2	844,8	637,8	1.061,2
Los Lagos	Puerto Montt	-	-	-	-	-	-	-	1,5	-	0,5
Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo	Coyhaique	368,5	233,6	428,1	510,6	-	6,2	18,9	19,2	0,2	11,4
Magallanes y la Antártica Chilena	Punta Arenas	22,7	16,8	14,3	9,5	6,1	-	-	-	-	-

Fuente: Elaboración propia a partir de CONAF.

⁶ Considera las comunas de La Florida, La Reina, Maipú, Peñalolén y Pudahuel.

Figura 15: Superficie reforestada (ha) por capital regional período 2007-2016



Fuente: Elaboración propia a partir de CONAF.

3.3. Movilidad eléctrica

3.3.1. Electrolineras

En cuanto a la movilización eléctrica y su sostenibilidad en Chile, es posible mencionar que en 2019 existen poco más de cincuenta puntos de carga para vehículos eléctricos con distinta potencia de carga (50 kW o más, 20 a 50 kW o Menos de 20 kW). La mayor cantidad de electrolineras se encuentra en la Región Metropolitana de Santiago, obedeciendo a la densidad demográfica y el gran desarrollo automotriz que presenta, con veinte puntos de recarga eléctrica para automóviles. Las regiones con la mayor cantidad de puntos de carga son Valparaíso y Biobío, tal como se menciona en la siguiente Tabla.

Tabla 5: Número de electrolineras en las regiones que más concentran

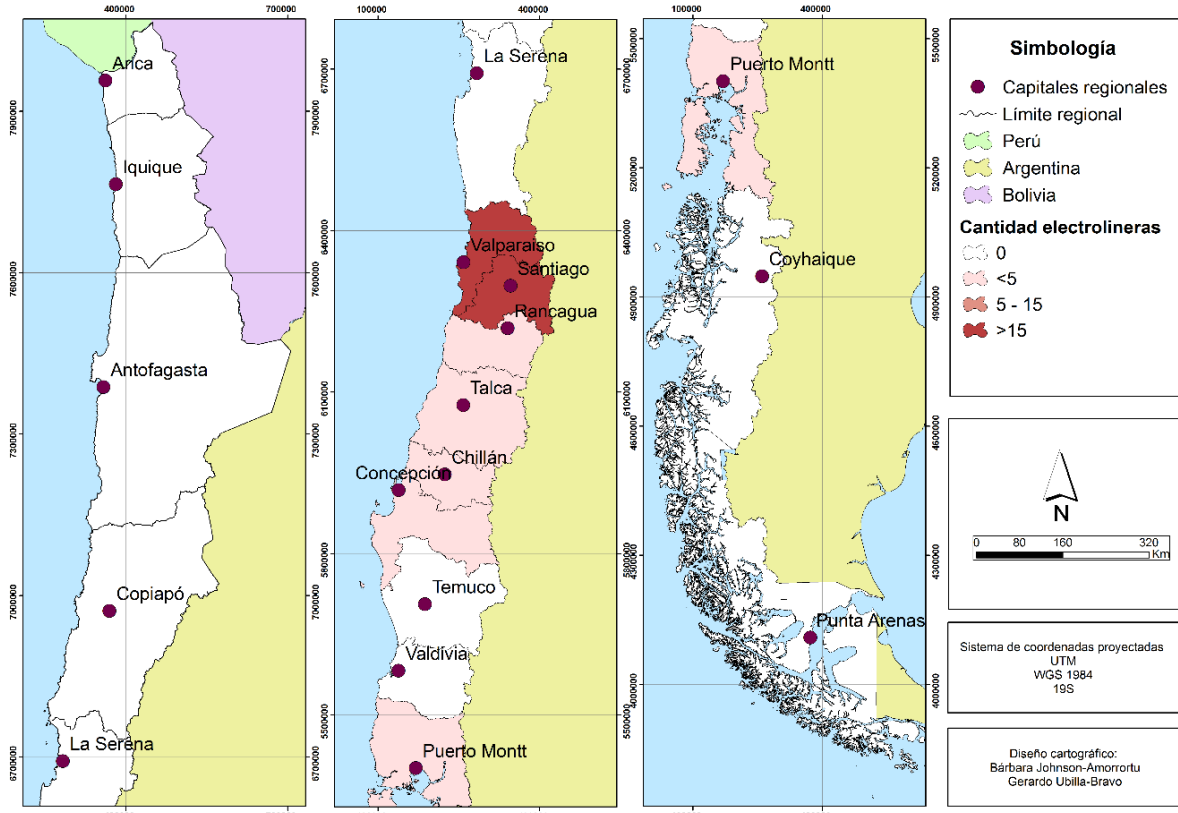
Regiones con mayor cantidad de electrolineras	Nº de electrolineras
RMS	20
Valparaíso	17
Biobío	5

Fuente: Elaboración propia a partir de Enel Chile.

De las dieciséis regiones que hay en Chile en 2019, siete cuentan con puntos de carga para vehículos eléctricos. Tal como se indica en la tabla anterior, la mayor cantidad se encuentra en las regiones Metropolitana de Santiago y Valparaíso, siendo estas dos regiones las únicas que cuentan con más de quince puntos de carga dentro de sus límites político-

administrativos. Las regiones de O'Higgins, Maule, Ñuble, Biobío y Los Lagos solo cuentan con cinco o menos electrolinerías, y finalmente existen ocho regiones que no cuentan con este tipo de servicio.

Figura 16: Cantidad de puntos de carga para vehículos eléctricos por región año 2019



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Enel Chile.

3.3.2. Vehículos eléctricos y transporte público

En cuanto a la comercialización y popularización de vehículos eléctricos en Chile, es posible mencionar que en 2018 en Chile habían más de 1.400 vehículos eléctricos en circulación, incluyendo los automóviles híbridos. La región que más automóviles eléctricos tiene es la Metropolitana de Santiago, con más de mil vehículos eléctricos e híbridos en circulación. Las regiones que le siguen en cantidad de vehículos eléctricos son Valparaíso, Maule y Biobío.

Sin embargo, a pesar de la masificación de la movilidad eléctrica en el país, los vehículos eléctricos en circulación no superan las mil unidades, mientras que los vehículos bencineros y petroleros superan la cifra de los cinco millones de ejemplares en circulación. En este sentido, existen aproximadamente 2.700 vehículos bencineros por cada vehículo eléctrico y más de 950 vehículos a petróleo (o Diésel) por cada vehículo eléctrico.

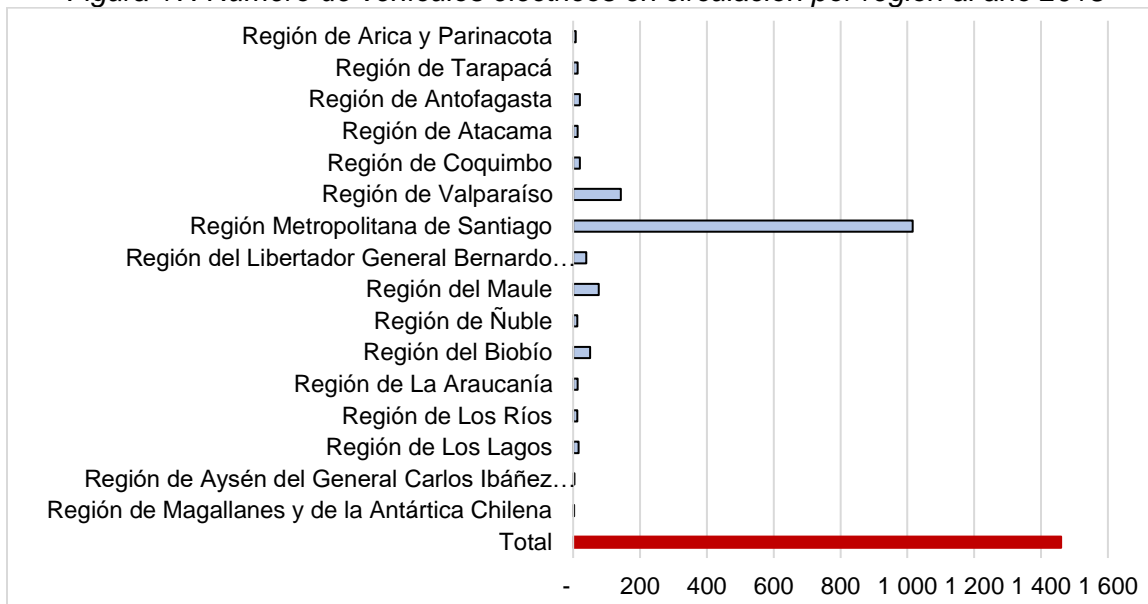
Tabla 6: Número de vehículos eléctricos en circulación por región año 2018⁷

Región	Cantidad
Región de Arica y Parinacota	8
Región de Tarapacá	13
Región de Antofagasta	20
Región de Atacama	13
Región de Coquimbo	20
Región de Valparaíso	143
Región Metropolitana de Santiago	1.016
Región del Libertador General Bernardo O'Higgins	39
Región del Maule	77
Región de Ñuble	12
Región del Biobío	51
Región de La Araucanía	13
Región de Los Ríos	12
Región de Los Lagos	16
Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo	4
Región de Magallanes y de la Antártica Chilena	3
Total vehículos eléctricos en el país	1.460

Fuente: INE (2018).

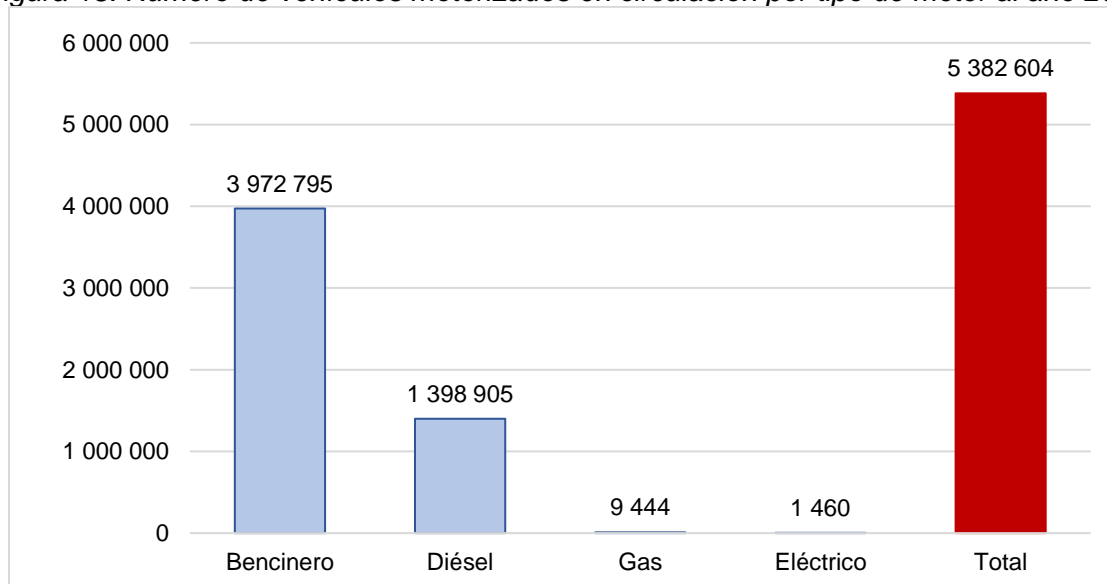
⁷ Incluye los vehículos informados por la municipalidad como: eléctrico y gasolina / eléctrico (híbrido).

Figura 17: Número de vehículos eléctricos en circulación por región al año 2018



Fuente: INE (2018).

Figura 18: Número de vehículos motorizados en circulación por tipo de motor al año 2018



Fuente: INE (2018).

En relación con el transporte público con base en electricidad es posible mencionar que a principios de 2019 se puso en marcha la primera generación de buses eléctricos en Chile con 100 buses eléctricos, cuya flota total se consolidó en marzo completando un parque de 203 máquinas que conforman la Red eléctrica de movilización Santiago. A fines del mismo año, se espera concretar el primer corredor 100% eléctrico a nivel latinoamericano. Según el Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones, se podrían reducir un 35% la emisión de gases contaminantes con un 30% de buses eléctricos entre el total de la flota de buses de la Red metropolitana de transporte al año 2022 (MTT Chile, 2019).

3.4. Planes para el cambio climático: vinculación con los asentamientos humanos

En este punto se dan a conocer las medidas sobre cambio climático de los principales planes que fueron desarrollados por ministerios del Estado de Chile y un caso regional. Aquí se destaca solo aquellas líneas de acción y medidas que tienen directa relación con los asentamientos humanos, eliminándose las de otros sectores o enfoques. Los instrumentos que se consideran y se describen a continuación son: (i) el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (MMA Chile, 2015), (ii) el Plan de Acción Nacional de Cambio Climático (MMA Chile, 2017), (iii) el Plan de Adaptación y Mitigación de los Servicios de Infraestructura al Cambio Climático 2017-2022 (MOP Chile & MMA Chile, 2017), (iv) Plan de Adaptación al Cambio Climático para Ciudades 2018-2022 (MMA Chile & MINVU Chile, 2018) y (v) la Propuesta Plan de Adaptación al Cambio Climático para la Región Metropolitana de Santiago o Plan CAS (GORE RMS & MMA Chile, 2012).

Tabla 7: Línea de acción sectorial y medidas para el cambio climático asociado a asentamientos humanos

Sector [tema]	Medida
Ciudades	1. Planificación y ordenamiento territorial para la consideración de la incorporación de las variables del cambio climático en el desarrollo del territorio, de manera de enfrentar adecuadamente las olas de calor, inundaciones o sequías, u otros problemas asociados, como también para la adaptación a las nuevas condiciones climáticas.
	2. Desarrollo de mapas de vulnerabilidad de la ciudad e identificación de zonas de riesgo frente a eventos meteorológicos a los que se expone las zonas pobladas y principalmente las urbanas producto del cambio climático.
	3. Plan de contingencia y capacidad de respuesta de los servicios de la ciudad frente a emergencias de distinta índole: eventos extremos, destrucción de infraestructura mayor, emergencias sanitarias, abastecimiento de agua y alimentos, etc.
	4. Desarrollo de líneas de acción específicas para los recursos hídricos, la energía y la salud, considerando las características de las ciudades en cuanto a: población, actividades económicas, fuentes de abastecimiento de aguas y energía, etc.
	5. Desarrollo de líneas de acción para otros sectores y servicios de importancia en la ciudad y que puedan verse influidos por los efectos del cambio climático.
	6. Educación de la población en: la protección y el uso eficiente de los recursos hídricos y energéticos, los planes de contingencia de la ciudad frente a emergencias, las zonas de riesgo y vulnerabilidad frente a eventos extremos y otros temas de relevancia para la ciudad.

Fuente: adaptación propia a partir de MMA Chile (2015, p. 65).

Tabla 8: Líneas de acción y medidas para el cambio climático asociado a asentamientos humanos. Eje de adaptación

Línea de Acción	Medida
LA2: Generación, análisis y actualización de información sobre vulnerabilidad y riesgos frente cambio climático.	MA 4. Evaluar los riesgos de sistemas naturales y humanos frente a los impactos del cambio climático, que permitan priorizar las áreas y sectores críticos, para ser incorporados oportunamente en la planificación.
	MA 5. Generar y actualizar mapas de vulnerabilidad en el territorio nacional.
LA3: Elaboración, implementación y actualización de planes sectoriales de adaptación.	MA11. Plan de Adaptación al Cambio Climático para Ciudades.

Fuente: adaptación propia a partir de MMA Chile (2017, p. 49).

Tabla 9: Líneas de acción y medidas de adaptación para el cambio climático. Tema infraestructura asociado a asentamientos humanos

Línea de acción	Medida
1. Cambios metodológicos para incorporar la gestión del riesgo hidrológico futuro en la evaluación, diseño y planificación de servicios de infraestructura.	MEDIDA 1: Incorporación de cambios metodológicos en la evaluación económica de obras de infraestructura con perspectivas de largo plazo.
	MEDIDA 4: Incorporación de cambios metodológicos en la etapa de diseño de obras de infraestructura asociadas a conectividad y de protección del territorio que se pueden ver afectadas por eventos extremos de origen hidrometeorológico.
	MEDIDA 5: Generar programas de protección del territorio frente a lluvias intensas.
3. Monitoreo de vulnerabilidad de la infraestructura.	MEDIDA 9: Revisión periódica de obras fluviales, de drenaje y viales.

Fuente: adaptación propia a partir de MOP Chile & MMA Chile (2017, p. 54).

Tabla 10: Líneas de acción y medidas de adaptación para el cambio climático. Tema Ciudades

Línea de Acción	Medida
Línea de acción 1: Instrumentos de planificación territorial y normas urbanas	1. Perfeccionar la identificación del riesgo en las distintas escalas de planificación territorial.
	2. Mejorar la identificación y protección de áreas de valor ambiental relevantes para las ciudades.
	3. Avanzar en la definición de estándares de planificación y urbanización para evitar lesiones o pérdida de vidas, medios de subsistencia y bienes ante impactos climáticos.

Línea de Acción	Medida
Línea de acción 2: Movilidad urbana	4. Avanzar hacia una planificación urbana integrada, incorporando elementos de movilidad urbana.
	5. Fomentar la intermodalidad, incorporando modos colectivos y no motorizados.
	6. Mejorar el sistema de transporte público de las ciudades.
Línea de acción 3: Inversión en infraestructura	7. Fortalecer la adaptación al cambio climático desde la perspectiva de la infraestructura pública.
	8. Impulsar la gestión del agua frente a los impactos del cambio climático.
	9. Incorporar el cambio climático en la evaluación social de proyectos de ciudad.
Línea de acción 4: Espacios públicos	10. Impulsar proyectos de infraestructura verde en ciudades.
	11. Avanzar hacia una concepción de espacio público como soporte para la adaptación al cambio climático.
	12. Reducir el consumo de energía en el espacio público.
Línea de acción 5: Edificios públicos	13. Fomentar la utilización eficiente del recurso hídrico en el espacio público.
	14. Desarrollar edificación pública sustentable.
	15. Reducir el consumo de energía en el Sector Público.
Línea de acción 6: Viviendas	16. Mejorar la eficiencia energética de equipamientos.
	17. Reducir la demanda energética en calefacción para nuevas viviendas.
	18. Adecuar el acondicionamiento térmico de viviendas existentes.
Línea de acción 7: Reducción de riesgo de desastres y manejo de impactos	19. Impulsar la calificación de la eficiencia energética de las viviendas.
	20. Fortalecer la gobernanza del sistema de alerta temprana a escalas subnacionales ante riesgos de desastres vinculados al cambio climático.
	21. Promover la actualización de los planes de emergencia comunales en el marco de esta agenda de adaptación al cambio climático y la reducción de riesgo de desastres.
	22. Estudiar el impacto de las olas de calor sumado al efecto de islas de calor urbanas.

Fuente: adaptación propia a partir de MMA Chile & MINVU Chile (2018).

Tabla 11: Componentes y medidas de adaptación para el cambio climático asociado a asentamientos humanos. Caso de la RMS

Componente	Medida
1. Uso de Suelo: Reducción de amenazas	Medida 2: Factor verde en nuevas construcciones (públicos y comerciales).

Componente	Medida
de calor extremo e inundaciones.	Medida 3: Utilización de canales de riego existentes a lo largo del piedemonte Andino para de la minimización del riesgo de inundación.
2. Vulnerabilidad: Reducción de la exposición a amenazas.	Medida 5: Manejo y creación de áreas verdes urbanos a través de participación ciudadana.
3. Agua.	Medida 7: Reducción de la demanda de agua potable mediante la introducción de instalaciones sanitarias de bajo consumo de agua en viviendas y hoteles existentes.
	Medida 8: Concienciación pública sobre el tratamiento y el re uso de aguas grises y la implementación del sistema en nuevas áreas residenciales.
4. Energía.	Medida 14: Reducir el consumo energético en edificios.

Fuente: adaptación propia a partir de GORE RMS & MMA Chile (2012, p. 11).

4. Palabras de cierre

Este trabajo es un aporte a una mirada global sobre indicadores clave para conocer algunos aspectos del cambio climático en asentamiento humanos en Chile para el año 2019. Este apunta a contribuir con esta mirada en un nuevo capítulo de asentamientos humanos dentro de las publicaciones sobre “El Estado del Medio Ambiente en Chile” llevadas a cabo por la Universidad de Chile. En las versiones anteriores de este capítulo (Durán de la Fuente, Medina & Orrego, 2000; Saa Vidal & Orozco, 2010; Saa Vidal & Vallejos, 2013; Saa Vidal & Donoso Zamorano, 2016) no se trató directamente el cambio climático. Los cuatro temas tratados aquí son una primera mirada para aportar en esta visión global de la materia: (i) desastres, riesgos potenciales y amenazas, (ii) reforestación y parques urbanos, (iii) movilidad eléctrica y (iv) planes para el cambio climático: su vinculación con los asentamientos humanos.

El cambio climático es un tema vigente que seguirá siendo parte de la agenda política en el siglo XXI. En el futuro esperamos seguir colaborando con nuevas investigaciones que implicará la inserción de nuevos indicadores y la aplicación de nuevas metodologías para proponer una evaluación global en la materia. Este trabajo espera ser un aporte o insumo para todas aquellas personas e instituciones que se interesen tanto de un punto de vista político (formulación de políticas públicas y planes), técnico (ejecución de proyectos y estudios) o académico (desarrollo de nuevos ejes de investigación y publicaciones científicas).

5. Referencias bibliográficas

- Barton, J. R. (2013). Climate Change Adaptive Capacity in Santiago de Chile: Creating a Governance Regime for Sustainability Planning. *International Journal of Urban and Regional Research*, 37(6), 1916–1933. <https://doi.org/10.1111/1468-2427.12033>
- Cámara de diputados de Chile. (2012). *La desertificación en Chile* (p. 19). Recuperado de Cámara de diputados de Chile website: <https://www.camara.cl/camara/media/seminarios/desertificacion.pdf>
- Castillo Oyarce, I. A. (2018). *Determinación de áreas prioritarias para la fiscalización de cortas no autorizadas de bosque nativo, en la Región del Maule* (Memoria para obtención título Ingeniero Forestal, Universidad de Chile). Recuperado de <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/152325>
- CONAF Chile. (s. f.). Programa de Arborización. Recuperado 22 de julio de 2019, de <http://www.conaf.cl/nuestros-bosques/arborizacion/>
- Contreras, M. & Winckler, P. (2013). Pérdidas de vidas, viviendas, infraestructura y embarcaciones por el tsunami del 27 de Febrero de 2010 en la costa central de Chile. *Obras y proyectos*, (14), 6–19. <https://doi.org/10.4067/S0718-28132013000200001>
- Decreto N° 123. (1995). *Promulga la convención marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático*.
- Decreto N° 349. (2005). *Promulga el protocolo de Kyoto de la convención marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático y sus anexos A y B*.
- DIRPLAN RMS. (2018). *Capítulo Regional. Región Metropolitana de Santiago. Plan Chile 30/30. Obras Públicas y Agua para el Desarrollo* (Y. Muñoz Ríos, T. Delgado Castro, J. Rojas San Juan, B. Yocelvezky Escobar, B. Ampuero Paredes, P. Quintanilla Roman, & J. Condell Abumohor, Eds.). Santiago, Chile: Dirección de Planeamiento.
- Durán de la Fuente, H., Medina, A., & Orrego, V. (2000). Capítulo II 8. Asentamientos Humanos. En UCH-INAP, *Informe país. Estado del medio ambiente en Chile 1999* (pp. 325–367).
- EIRD. (2005). *Marco de Acción de Hyogo para 2005-2015: Aumento de la resiliencia de las naciones y las comunidades ante los desastres* (p. 22). Recuperado de Estrategia Internacional para la Reducción de los Desastre website: <http://www.eird.org/cdmah/contenido/hyogo-framework-spanish.pdf>
- GORE Atacama. (2014). *Diagnóstico. Amenazas naturales y exposición sistemas estratégicos. Informe final* (p. 225). Recuperado de Gobierno Regional Región de

Atacama website: https://goreatacama.gob.cl/wp-content/uploads/2019_03_28_5_Sistema_Riesgos_Naturales.pdf

GORE RMS & MMA Chile. (2012). *Propuesta Plan de Adaptación al Cambio Climático para la Región Metropolitana de Santiago. Plan CAS* (p. 73). Recuperado de Gobierno Regional Metropolitano de Santiago & Ministerio del Medio Ambiente website: https://www.gobiernosantiago.cl/wp-content/uploads/2014/doc/estudios/Propuesta_Plan_CAS.pdf

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. & Baptista Lucio, P. (2010). *Metodología de la investigación* (5ª ed.). México, DF: McGraw-Hill.

INE Chile. (2018). Transporte y Comunicaciones. Recuperado 10 de julio de 2019, de <https://www.ine.cl/estadisticas/economicas/transporte-y-comunicaciones>

Krellenberg, K. & Hansjürgens, B. (Eds.). (2014). *Climate Adaptation Santiago*. Recuperado de <http://link.springer.com/10.1007/978-3-642-39103-3>

Labbé, J. C. & Saragoni, R. (1976). *Sismicidad en Chile*. Santiago, Chile: Sección Ingeniería Estructural. Departamento Ingeniería Civil. Universidad de Chile.

Ley N° 19.561. (1998). *Modifica el Decreto Ley N°701, de 1974, sobre fomento forestal*.

MINAGRI Chile & CONAF Chile. (2015). *Construyendo el arbolado urbano en conjunto con la ciudadanía* (p. 15). Recuperado de http://www.conaf.cl/wp-content/files_mf/1437750517BoletinInformativoN%C2%B01.pdf

MINVU Chile. (2017). Catastro Parques Urbanos 2017-2018. Recuperado 26 de junio de 2019, de http://admminvuv57.minvu.cl/opensite_20150723153653.aspx?qlb_accion=imprimir

MMA. (2012). Capítulo 6. Disponibilidad de Áreas Verdes. En *Informe del Estado del Medio Ambiente 2011* (pp. 221–244). Santiago, Chile.

MMA Chile. (2015). *Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático* (M. Jadrijevic, G. Santis, K.-P. Muck, & F. Farías, Eds.). Recuperado de <https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2016/02/Plan-Nacional-Adaptacion-Cambio-Climatico-version-final.pdf>

MMA Chile. (2017). *Plan de Acción Nacional de Cambio Climático 2017-2022*. Recuperado de https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2017/07/plan_nacional_climatico_2017_2.pdf

MMA Chile & MINVU Chile. (2018). *Plan de Adaptación al Cambio Climático para Ciudades 2018-2022*. Recuperado de https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2018/06/Plan-CC-para-Ciudades_aprobado-CMS-ene2018-1.pdf

- MOP Chile & MMA Chile. (2017). *Plan de Adaptación y Mitigación de los Servicios de Infraestructura al Cambio Climático 2017-2022*. Recuperado de <https://mma.gob.cl/cambio-climatico/plan-de-adaptacion-al-cambio-climatico-para-la-infraestructura/>
- MTT Chile. (2019, junio 19). Tras seis meses de operación, buses eléctricos de Red completan más de 6,5 millones de viajes | Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones. Recuperado 16 de julio de 2019, de <https://www.mtt.gob.cl/archivos/21490>
- NU. (1992). *Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. Recuperado de <https://www.acnur.org/fileadmin/Documentos/BDL/2009/6907.pdf>
- NU. (1998). *Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. Recuperado de <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf>
- ONEMI Chile. (2016a). *Plan Estratégico Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres 2015-2018*. Recuperado de <https://siac.onemi.gov.cl/documentos/PLAN ESTRATEGICO BAJA.pdf>
- ONEMI Chile. (2016b). *Política Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres 2015-2018*. Recuperado de http://repositoriodigitalonemi.cl/web/bitstream/handle/2012/1710/POLITICA_NAC_2016_ESP.pdf?sequence=6
- Riveros, V., Lara Molina, P., Kawanabe, E., Gómez, N., Calderón, R., Jara, C., ... Calderón, M. (2018). Eventos naturales y desastres ambientales. En MMA Chile, *Cuarto Reporte del Estado del Medio Ambiente* (pp. 131–153). Recuperado de <http://sinia.mma.gob.cl/estado-del-medio-ambiente/>
- Roserberg, M. (2018, diciembre 22). The Ring of Fire: Home to the Majority of the World's Active Volcanoes. Recuperado 17 de julio de 2019, de ThoughtCo. website: <https://www.thoughtco.com/ring-of-fire-1433460>
- Saa Vidal, R. & Donoso Zamorano, S. (2016). Capítulo 8. Asentamientos Humanos. En N. Gligo Viel (Ed.), *Informe País: Estado del medio ambiente en Chile. Comparación 1999-2015* (pp. 425–529; De UCH-INAP).
- Saa Vidal, R., & Orozco, P. (2010). Capítulo 8. Asentamientos Humanos. En N. Gligo Viel (Ed.), *Informe País: Estado del Medio Ambiente en Chile 2008* (De UCH-INAP).
- Saa Vidal, R. & Vallejos, M. P. (2013). Capítulo 8. Asentamientos Humanos. En UCH-INAP, *Informe País: Estado del Medio Ambiente en Chile 2012* (pp. 467–546).
- Saavedra Rojas, D. (2007). *Análisis y evaluación de vulnerabilidad a amenazas naturales y socioeconómicas en la ciudad de Puerto Montt y sus áreas de expansión* (Memoria

- para obtención título Geógrafo, Universidad de Chile). Recuperado de <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/101079>
- Sarricolea Espinoza, P. (2004). *Niveles de vulnerabilidad a amenazas naturales en una ciudad intermedia y sus áreas de expansión: El caso de la Serena, IV región de Coquimbo* (Memoria para obtención título Geógrafo, Universidad de Chile). Recuperado de <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/100544>
- SERNAGEOMIN. (2017). *Principales desastres ocurridos desde 1980 en Chile* (p. 45). Recuperado de <http://sitiohistorico.sernageomin.cl/pdf/presentaciones-geo/Primer-Catastro-Nacional-Desastres-Naturales.pdf>
- Shee Smith, Á., Figueroa Cuadra, N., Hani, F., Bórquez, R., Sánchez, M., Galarce, A., ... Vásquez, R. (2018). Cambio climático. En MMA Chile, *Cuarto Reporte del Estado del Medio Ambiente* (pp. 131–153). Recuperado de <http://sinia.mma.gob.cl/estado-del-medio-ambiente/>
- Ubilla Bravo, G., Robles Vargas, R., González, D., Saud, V., Norambuena Vega, P., Sandoval Verdugo, G., ... Torres, M. (2013). *Riesgo potencial por amenazas derivadas de procesos naturales, en los principales Asentamientos Humanos de la Región Metropolitana de Santiago* (p. 107) [Informe de investigación]. <https://doi.org/10.5281/zenodo.894504>
- UNESCO, PNUD, ONEMI Chile & CE. (2012). *Análisis de riesgos de desastres en Chile* (M. Khamis & C. Osorio, Eds.). Recuperado de <http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Santiago/pdf/Analisis-de-riesgos-de-desastres-en-Chile.pdf>
- Universo Fórmulas. (2018, abril 13). Estadística descriptiva. Recuperado de <https://www.universoformulas.com/estadistica/descriptiva/>
- Vilaró Caldera, R. A. (2017). *Vulnerabilidad urbana asociada a riesgos de desastres área central y pericentral de Puerto Montt* (Tesis de magister, Universidad de Chile). Recuperado de <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/144205>

GUB/BJA

* * *