

## RESULTADOS DEL PROYECTO RISK HABITAT MEGACITY

# SOS Santiago sustentable

**Santiago de Chile es una metrópolis interesante por donde se le mire. Desde el punto de vista estético, en los últimos 20 a 25 años, ha cambiado su rostro, mostrando un renovado aire de ciudad moderna, con edificios espejados y altos, nuevos parques, restaurantes, barrios turísticos y muchos pero muchos centros comerciales.**

El aumento del poder de compra que ha permitido este “*pilling*” ciudadano, se suma a las mejoras en la calidad de vida de las personas, traducido en una reducción de la pobreza en un mayor acceso a servicios como es el agua potable. Sin embargo, el mismo crecimiento que ha posicionado a Chile en los mejores puestos de desarrollo latinoamericano, trae consigo un conjunto de consecuencias que a mediano y largo plazo, ponen en riesgo la misma mejora social que se está dejando ver.

Santiago arrastra una deuda importante en temas de contaminación atmosférica, congestión vehicular, acceso a oportunidades de vivienda y educación, equidad e inclusión social, eficiencia energética, y otras áreas que van dando cuenta del grado de sostenibilidad de un determinado “hábitat”, es decir, de su capacidad para subsistir en el tiempo sin degradarse.

Como cientos de metrópolis del orbe, Santiago de Chile comparte los riesgos y oportunidades asociados a las megaciudades del siglo XXI. Por eso, entre los años 2007 y 2010, un equipo de 60 científicos de Alemania y Chile, han trabajado en la iniciativa de investigación Risk Habitat Megacity, con el objetivo de identificar los niveles de sostenibilidad de Santiago en distintas áreas temáticas, proyectarlos en distintos escenarios probables hacia el año 2030 y generar una serie de



### Cristián Cortés y Francisco Martínez

Académicos del  
Departamento de  
Ingeniería Civil de la  
Universidad de Chile.

### Luis Vargas

Académico del  
Departamento de  
Ingeniería Eléctrica de la  
Universidad de Chile



resultados científicos que permitan orientar las decisiones políticas y de planificación estratégica urbana de mediano y largo plazo.

La iniciativa Risk Habitat Megacity integra el trabajo conjunto de la Asociación Helmholtz de Alemania (donde participan varios centros, como el Karlsruhe Institute of Technology - KIT y el Helmholtz Centre for Environmental Research – UFZ), la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile y el Instituto de Estudios Urbanos de la Pontificia Universidad Católica de Chile. En el proyecto participaron en forma activa y relevante los académicos de la Universidad de Chile y miembros del ISCI: Francisco Martínez y Cristián Cortés, en el área temática de transporte y Luis Vargas, en energía. Además, el proyecto becó a cinco alumnos de doctorado, tres de los cuales pertenecen al Doctorado Sistemas de Ingeniería de la Universidad de Chile, quienes tuvieron la oportunidad de formarse entre una veintena de jóvenes chilenos y alemanes, así como de visitar los institutos Helmholtz en Alemania.

La metodología de los estudios se basó en el uso de antecedentes y datos oficiales para proyectar la evolución de las distintas áreas de desarrollo urbano: transporte, uso del suelo, calidad del aire, energía, riesgos naturales y



recursos hídricos, consideradas como áreas de aplicación por la metodología propuesta por Asociación Helmholtz para analizar sustentabilidad, hacia el año 2030. Se definieron tres escenarios posibles que definen conjuntos diferentes de políticas urbanas: un escenario tendencial (“business as usual” – BAU), otro de responsabilidad colectiva (“collective responsibility” – CR) y un tercero de individualismo de mercado (“market individualism” – MI). Cada pronóstico permite vislumbrar los efectos futuros que cada política o regulación podría generar en el futuro de la ciudad, en su camino hacia el desarrollo.

### Transporte, calidad de aire y salud

El sistema de transporte urbano de Santiago ha cambiado considerablemente en la última década. La red de metro pasó de 40 a 100 km, se construyeron más de 150 km en vías urbanas y la tasa de motorización subió un 40%, alcanzando casi los 200 vehículos por cada 1.000 habitantes. Según el informe en que participaron los académicos Francisco Martínez y Cristián Cortés, esto último, en parte, fue una consecuencia de la “introducción problemática” del nuevo sistema de transporte público, Transantiago, lo que se complementa con ofertas en la compra de autos usados y nuevos y un tipo de cambio favorable.

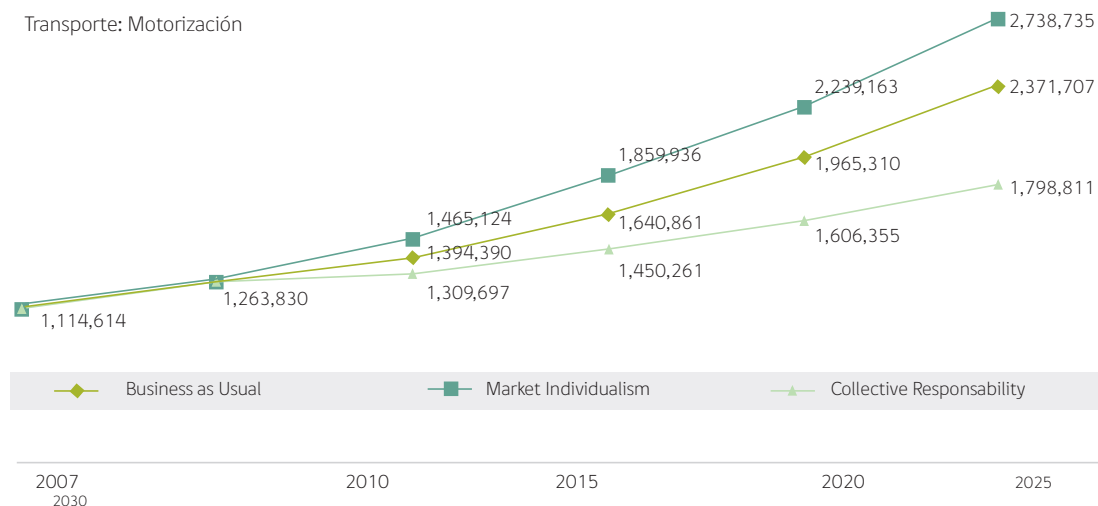
En el Área Metropolitana de Santiago (AMS) -formado por 32 municipios de la provincia de Santiago, más los municipios de San Bernardo, Puente Alto, Pirque, Calera de Tango, Colina y Lampa- se realizan 17 millones de viajes en un día laboral típico. Aún cuando hay nuevas carreteras concesionadas, algunas vías exclusivas para buses, nuevas líneas y más trenes de metro, la congestión es un problema

cada vez mayor. Si a esto se suma que al año 2030 se proyecta que Santiago pase de tener 6,5 millones de habitantes a 8 millones, el panorama no se ve fácil.

Las proyecciones muestran que la tasa de motorización llegará al 2030 a 325 vehículos por cada 1.000 habitantes, en un escenario BAU, 268 en el de CR y 366 en el de MI; es decir, el uso de automóviles crecerá de todos modos. Por eso, una medida eficaz para reducir la congestión en el centro de la ciudad, sería implementar una política de cobro de peaje por congestión, considerada en el escenario CR en \$5.500 diarios aproximadamente. Bajo los ajustes modelados en la oferta, lo que no debiera cambiar demasiado es el tiempo de viaje en transporte público. Hoy, un viaje que toma 51,2 minutos, demoraría entre 49,5 a 54,3 minutos en 20 años más, dependiendo del escenario.

Pero las cuestiones de congestión y pérdida en la calidad de vida asociada a los tiempos de viaje, muestran solamente una cara del complejo problema del transporte en una metrópolis. Cerca del 70% del óxido de nitrógeno (NOx) y un 37% de material particulado (PM10) que se emite a la atmósfera, son responsabilidad del tráfico. Estos gases contaminantes convierten a Santiago en una ciudad muy contaminada.

Las altas concentraciones de estos agentes contaminantes están asociadas al desarrollo de diversas enfermedades. Según el informe “los impactos de los niveles de contaminación observados sobre la salud atribuyen al material particulado (MP) más de 1.000 muertes por año”. Sin embargo, a pesar del incremento de la motorización, la contaminación tenderá a disminuir, principalmente debido a que hay tecnología más limpia al supuesto de que se



El gráfico representa las 38 comunas del Área Metropolitana de Santiago (AMS). Vehículos motorizados incluyen autos, motocicletas, taxis y camiones.

imponen normas de emisiones vehiculares más exigentes, lo que se traduciría, en el mejor de los casos, en una disminución de los riesgos de mortalidad de un 20-35% en ciertas áreas de la ciudad con altos porcentajes de reducción. Esto no obstante que las altas concentraciones de agentes contaminantes en el aire seguirán estando muy por sobre lo recomendado por la OMS.

De todo esto, derivan algunas recomendaciones para atenuar en parte los efectos que el aumento de la demografía, el poder adquisitivo de las personas y la expansión de la ciudad traen al sistema. Según los autores, se necesita una actuación más involucrada de los poderes públicos para controlar la congestión en forma más efectiva y mantener un sistema menos dependiente de los automóviles. “Es evidente que la combinación de servicios de transporte público mejorados y la aplicación de un sistema de peaje a las vías en partes centrales de la ciudad es una opción de política efectiva, la cual se puede complementar con el aumento de tarifas en autopistas urbanas. Se necesitan inversiones adicionales para construir vías exclusivas para autobuses y una mejora significativa de infraestructura para el transporte no motorizado para aliviar los efectos de la congestión. En el transporte público parece ser de suma importancia la expansión de las tecnologías de información en tiempo real en las paradas de los autobuses y dentro de ellos, y el control de horarios”.

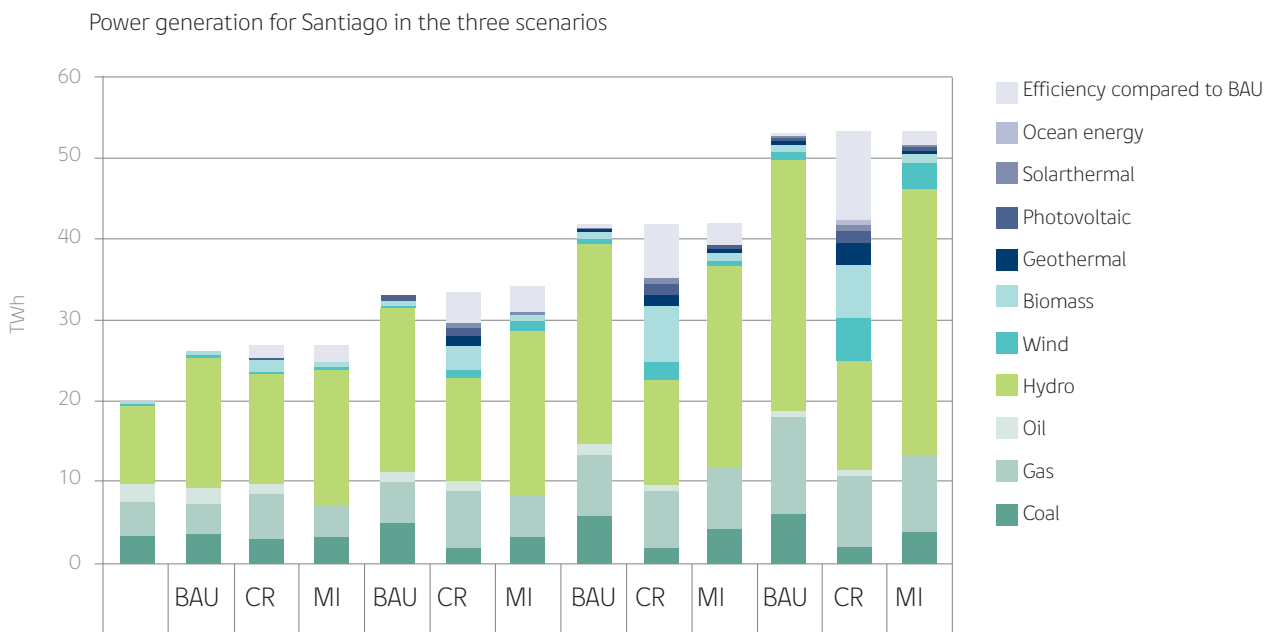
## Una nueva pila para la ciudad

El crecimiento de la demanda energética en Chile se está dando y seguirá en aumento indiscutiblemente, mostrándose conforme se da en los países desarrollados: en una curva con forma de “S”. Es decir que al subir el ingreso per cápita, va a subir la demanda, hasta que ésta se estabilice en cierto punto.

En un equipo de investigación alemán-chileno en el cual participó el académico y miembro del ISCI Luis Vargas, se trabajó en la estimación de los caminos para llegar a cubrir dicha demanda creciente, pensando en las decisiones que podrían tomarse en los tres escenarios anteriormente descritos: en el mejor de los casos, de responsabilidad social y, en el peor, de individualismo de mercado.

Independientemente de las decisiones que podrían tomarse en cada escenario, estudios del DIE de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas dan cuenta del enorme potencial energético de Chile. Vargas piensa que con Energías Renovables No Convencionales (ERNC) se puede satisfacer la demanda del país, pero a un alto precio. Por lo mismo anticipa que la penetración de estas energías será paulatina. Ya se están empezando a asentar las bases para generar proyectos eólicos competitivos.

Otro aspecto transversal en cualquier instancia es que no se considera la opción nuclear, según Vargas, por ser innecesaria y porque la discusión está muy en ciernes. “Chile cuenta con recursos energéticos, el tema es qué



Generación eléctrica por tipo de tecnología y por escenario.

camino tomar para suplir la demanda”, comenta. Lo que sí deberá definirse es si se aprueba o no el mega proyecto hidroeléctrico HydroAysén y si las centrales térmicas seguirán introduciéndose. La aprobación o rechazo de estos proyectos en carpeta, tendrá consecuencias notorias en el futuro social, ambiental y energético del país.

Tanto en los escenarios de continuidad (BAU) y de individualismo de mercado (MI), la energía hidráulica seguirá siendo el eje del suministro en Santiago, mientras que en una instancia de mayor responsabilidad social (CR), las ERNC representarían el 37% del suministro de energía, presentando una mayor participación que la hidroelectricidad. En cuanto a los combustibles fósiles, de los cuales Chile depende en gran medida, el gas será el principal en este último escenario, en cambio el carbón se priorizará en los otros dos.

El informe final del proyecto Risk Habitat Megacity entrega dos estrategias encaminadas a mejorar la sustentabilidad del Gran Santiago al 2030: mejorar la eficiencia de la energía y aumentar el uso de de fuentes de Energía Renovables Domésticas, cuyo aporte hoy es desconocido.

Respecto de este último punto, la energía renovable domiciliar, instalada por medio de

paneles solares, pequeños generadores de energía eólica y otros productos que están hoy en el mercado y a la mano, podría hacer una diferencia importante en cuanto al consumo, al abastecimiento y al ahorro monetario que significaría a la larga su implementación en los hogares.

La idea se basa en que la gente pueda suplir su demanda energética de manera autónoma y la energía que eventualmente sobre se reinyecte al sistema, cobrándose. Existe en el Congreso un proyecto de ley -aprobado en primer trámite por el Senado el 3 de agosto- que regula el pago de las tarifas eléctricas de las generadoras residenciales (iniciativa de “net metering” o medición neta de energía). La iniciativa busca que las personas puedan instalar pequeños medios de generación de energías renovables y tengan la posibilidad de inyectar la electricidad a la red y recibir una compensación por ello.

Otra medida que podría provocar un cambio importantísimo, será la masificación del auto eléctrico, que disminuirá tanto las emisiones contaminantes como el ruido de la ciudad. “Ya estamos trabajando en el problema de la alimentación eléctrica”, agrega Vargas.

Existe la tecnología para innovar en el campo energético, pero en ningún escenario se consideran subsidios para la incorporación de

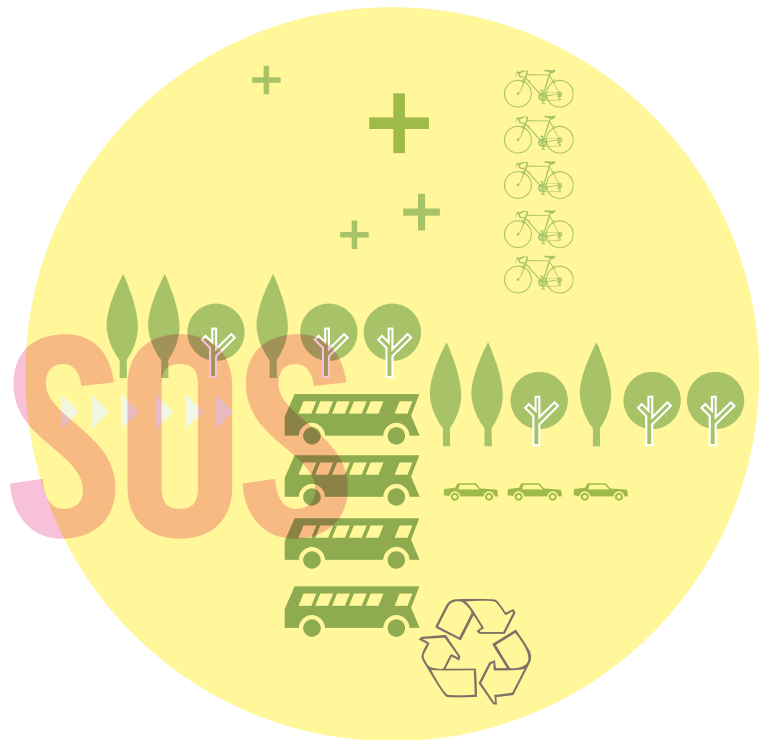
### Localización de hogares



**BAU**  
7.3 MM personas  
2.4 MM hogares

**CR**  
6.7 MM personas  
2.1 MM hogares

**MI**  
7.5 MM personas  
2.7 MM hogares



éstas. El académico piensa que la curva de asimilación de las nuevas tecnologías será un proceso natural que hará que, en el tiempo, el costo por la importación de estos productos sea menor.

“No tengo ninguna duda de que vamos a llegar al 2030 con un Santiago sustentable, vamos de menos a más y esto va a ocurrir. Lo peor ya pasó, vamos mejorando, sólo tenemos que hacer bien las cosas, vamos hacia una sociedad de bienestar”, opina Luis Vargas. “Estamos cambiando como sociedad, la gente joven viene con otra vocación de medio ambiente. La energía renovable es un cambio de paradigma profundo y planetario”, concluye.

### **Perspectivas para un futuro sustentable en Santiago**

Salud, calidad del aire, transporte, energía, acceso al agua, uso del suelo, inclusión social y gestión de residuos sólidos urbanos, son algunos de los temas que el proyecto Risk Habitat Megacity abordó por áreas temáticas, en equipos de investigación conformados por académicos chilenos, científicos alemanes y estudiantes de doctorado de ambos países.

Los resultados de la investigación relevaron aspectos positivos del desarrollo de Santiago en las últimas décadas, en cuanto a la disminución de la pobreza, mejoras en las condiciones de vivienda y cobertura casi completa a agua saneada. Sin embargo, aún se tienen desafíos pendientes si es que quiere llegar a ser un país desarrollado en las próximas décadas.

La segregación socio-espacial es uno de los problemas con diagnóstico más grave. “Los factores que conducen al acceso a la educación e instrumentos de política de vivienda tienen

gran peso para producir o cambiar esta situación”, dice el informe. El crecimiento y la densificación urbana traen asociados riesgos socio-ecológicos y cuestiones de “justicia ambiental”. Pero la ciudad crece inevitablemente y la congestión vehicular se transformará en un problema estable. El estrés hídrico aumentará con la predicción de años secos y el riesgo a inundaciones se acrecienta ante las deficiencias en el drenaje del suelo debido a los cambios en su uso.

Para Francisco Martínez, “la mayoría de los problemas que se abordaron pueden manejarse razonablemente. En el caso de la contaminación, básicamente lo que hay que hacer es acelerar la incorporación de tecnologías limpias en autos, camiones y buses. Ese es un camino claro para resolver el problema”

“Pero los temas que permanecen como enfermedades crónicas, para lo cual no tenemos un medicamento para poder resolverlos, son la congestión y la segregación, en donde en todos los escenarios empeoran”, agrega el académico.

La segregación “es causal de una serie de problemas de disfunciones sociales, como guetos, drogas, criminalidad, que se renuevan y permanecen producto de esta misma discriminación. Es un fenómeno extremadamente difícil de resolver, quizás el más difícil de atacar de forma eficiente”, concluye Martínez. “En estos dos casos hay que considerar políticas serias, hay cosas complejas de abordar”.

Justamente, el informe se enfrenta a una última área temática: la gobernabilidad. Existen herramientas de desarrollo regional y planes regulatorios que se orientan a la mejora de las áreas abordadas. Pero se necesita que estén conectadas entre sí y con el sector privado y, por sobre todo, les hace falta una fuerte participación pública. Se requiere una planificación más efectiva y coherente, que considere resultados a mediano y largo plazo “para evitar – según el documento- el desplazamiento de problemas y asegurar resultados más equitativos y eficientes”.