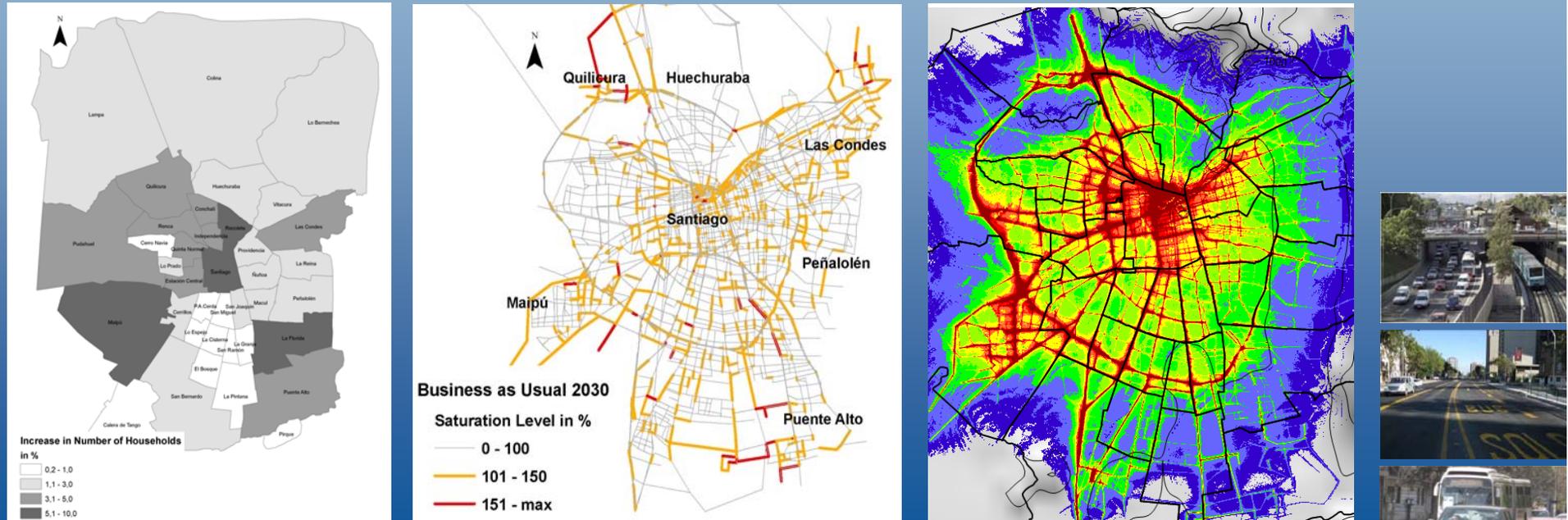


## Santiago 2030: Perspectivas del sistema de transporte urbano y de la calidad de aire



**Voceros:** Barbara Lenz (DLR), Francisco Martínez (UCH), Peter Suppan (KIT)  
**Investigadores:** Felipe Sanhueza (Labtus), Cristián E. Cortés, Rainer Schmitz (both UCH), Andreas Justen, Alexander Kihm (both DLR), Ulrich Franck (UFZ)

**27.10. 2010 / Conferencia Internacional: 'Desarrollo urbano sostenible en Megaciudades de América Latina: Santiago 2030'**

## ¿Quiénes participaron? (orden alfabético)

Cristián E. Cortés

Renate Forkel

Ulrich Franck

Andreas Justen

Alexander Kihm

Barbara Lenz

Hector Lopez

Francisco Martínez

Markus Mehlin

José Muñoz

Martin Nogalski

Felipe Sanhueza

Rainer Schmitz

Peter Suppan

Johannes Werhahn



Deutsches Zentrum  
für Luft- und Raumfahrt e.V.  
in der Helmholtz-Gemeinschaft

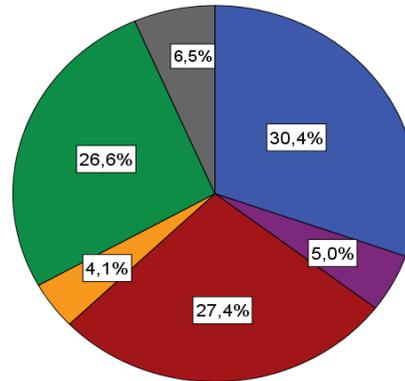
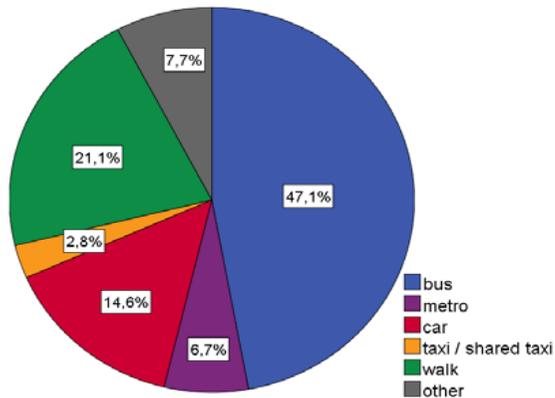


Secretaría de Planificación de Transporte

# Indice

1. Antecedentes y preguntas claves
2. Áreas de trabajo en *Risk Habitat Megacity*
3. Metodología y Organización del trabajo
4. Supuestos de evolución del sistema de transporte y de calidad de aire
5. RESULTADOS
6. Conclusiones y Recomendaciones

# Antecedentes



Modal Split en Santiago (izq. EOD 1991 / der. EOD 2001), Fuente: Sectra, 2002

- 155km autopistas urbanas
- >100km red de metro
- 17 millones de viajes al dia
- 1.2 millones de vehiculos motorizados
- 02/2007 sistema de transporte público integrado 'Transantiago'

-	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
population (a) in million	5.72	5.79	5.86	5.92	5.98	6.04	6.10	6.16	6.22
motorized vehicles (b) in thousand	850	852	860	920	973	1.042	1.115	1.183	1.206
motorization rate	149	147	147	156	163	172	183	192	194

+42%

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas de Chile (INE), (a) Parque de Vehículos en Circulación, 2001 to 2009; (b) Proyecciones de Población 1990-2020

Los datos representan los 38 comunas de la AMS. Vehículos motorizados incluyen autos, motocicletas, taxis y camiones.

## ***Preguntas claves y motivación***

**¿Cuáles serán las características del sistema de transporte en 20 años?**

**¿Cuáles políticas serán necesarias para mantener y/o mejorar el actual nivel de servicio del sistema?**

**¿Cómo crecerá la motorización y el uso de automóviles?**

**¿Cuál será el rol de transporte público en 20 años?**

**¿Qué nivel de emisiones resultante del tráfico podemos esperar?**

# Áreas de trabajo en 'Risk Habitat Megacity'

## Proyecto 'Risk Habitat Megacity'

Inventario de Indicadores (77)

Escenario 'Storylines'

Contextualización

Supuestos principales

Análisis de Indicadores (6)

Aplicación de modelos

Transporte: ESTRAUS

Uso de Suelo: MUSSA

Emissiones: MODEM; GRAL

Evaluación / Recomendaciones

## Investigación

Cooperación Universidad de Chile y German Aerospace Center

Área temática: Desarrollo de metodologías para la estimación de la demanda

Tesistas (PhD) en Santiago y Berlin

## Estudiantes / Master Thesis

Impacto de las políticas de transporte en la demanda – el caso de Santiago de Chile, 2008

Razones de la compra de autos e impactos en el comportamiento de los usuarios, 2008

Valores característicos para la estimación del volumen de transporte de carga

# Metodología y Organización del trabajo

06/2007 a 07/2010

Inventario de indicadores (77)

Priorizar indicadores de acuerdo a su relevancia y disponibilidad de datos

Formular escenarios ,storylines' a través de una descripción cualitativa

Contextualizar y concretar los ,storylines': definición de proyectos esperados, desarrollo tecnológico vehicular, adaptación de factores de emisión

Integración de los modelos (transporte, uso de suelo y emisiones) de acuerdo con los supuestos del proyecto

Cálculo de localización de hogares y estimación de la motorización esperada (según escenario)

Cálculo de flujos de transporte de pasajeros (según escenario)

Cálculo de emisiones de tráfico (según escenario)

Evaluación de impactos a los sub-sistemas

MARCO

CALCULOS

EVALUACIÓN

# Transporte: supuestos

	BAU 2030	CR	MI
<b>población (en Mio.)</b>	7.3	6.7	7.5
<b>hogares (en Mio.)</b>	2.4	2.1	2.7
<b>distribución punta mañana</b>	65/35		
<b>uso bicicleta</b>	7% day / 3% MP	10% day / 5% MP	7% day / 3% MP
<b>incremento capacidad vial</b>	5%	5%	5%
<b>incremento capacidad autopista existente</b>	30%	0%	30%
<b>construcción autopista</b>	0%	0%	100%
<b>incremento en capacidad de nudos viales</b>	Rotonda Zujovic , Túnel San Cristobal		
<b>construcción autopista</b>	Vicuña Mackenna, Isabel Riquelme		
<b>peaje</b>	-	Norte-Sur, Mapocho, Vicuña Mackenna, Matta + Providencia, Las Condes (5,500 CHP)	-
<b>construcción metro</b>	Línea 6	Línea 6, Línea 3	Línea 6
<b>incremento frecuencia buses</b>	15%	25%	10%
<b>tren suburbano</b>	-	Estación Central - Camino a Melipilla - Padre Hurtado - Peñaflor - Talagante - Melipilla	-
<b>tarifa transporte público</b>	600 CHP	400 CHP	1000 CHP

# Tecnología: supuestos

**Objetivo: definir tecnologías y estándar de emisiones para todos los vehículos hasta 2030 y según escenario**

Modelo de registro de vehículos

Aplicación de curvas de permanencia de los 41 tipos de vehículos

Variando: estándar de emisiones

BAU		CR		MI	
Start (min. 2011)		Start (min. 2011)		Start (min. 2011)	
Otto 4	2011	Otto 4	2011	Otto 4	2011
Otto 5	2017	Otto 5	2015	Otto 5	2018
Otto 6	2020	Otto 6	2018	Otto 6	2020
Diesel 4	2011	Diesel 4	2011	Diesel 4	2011
Diesel 5	2017	Diesel 5	2015	Diesel 5	2018
Diesel 6	2020	Diesel 6	2018	Diesel 6	2020
PHEV	2020	PHEV	2020	PHEV	2020
BEV	2020	BEV	2020	BEV	2020

Gasolina y Diesel 5+6: más temprano en CR que en MI+BAU dadas regulaciones más ambiciosas

Plug-In Híbrido (PHEV): 7% (BAU), 10% en CR+MI, Veh. Eléctrico (BEV): 3% en el BAU, 5% en CR+MI



# ***Resultados***

***Localización***

***Motorización***

***Partición Modal***

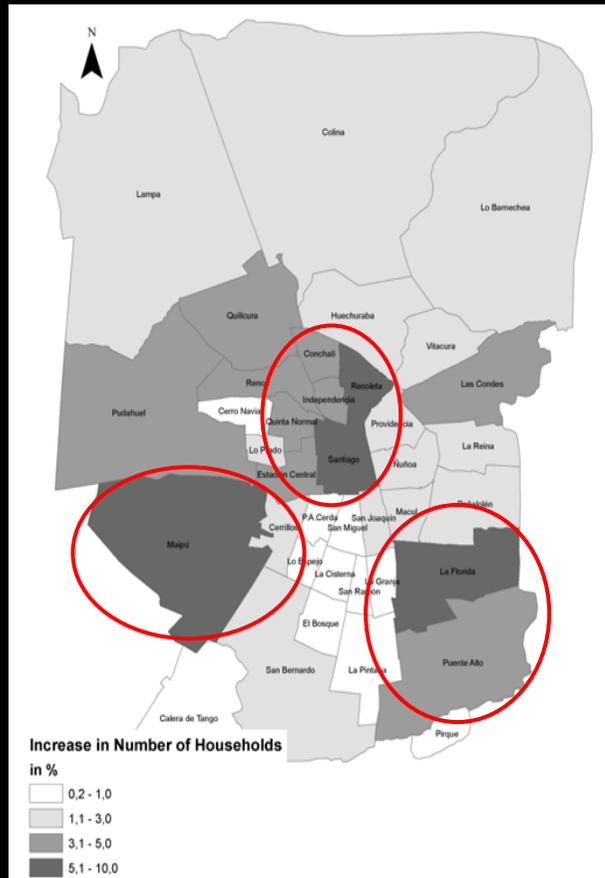
***Congestión***

***Accesibilidad***

***Emisiones***



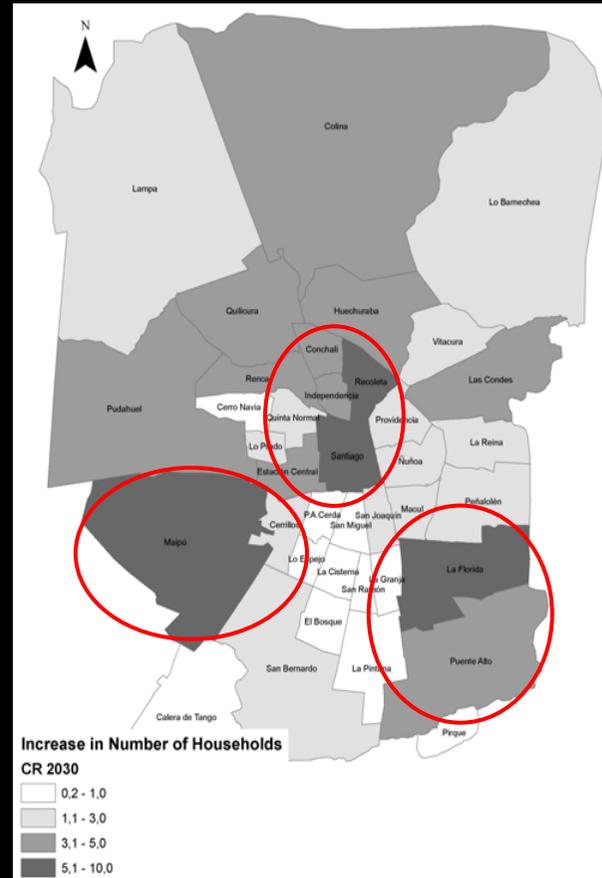
# Localización de hogares



**BAU**

7.3 MM personas

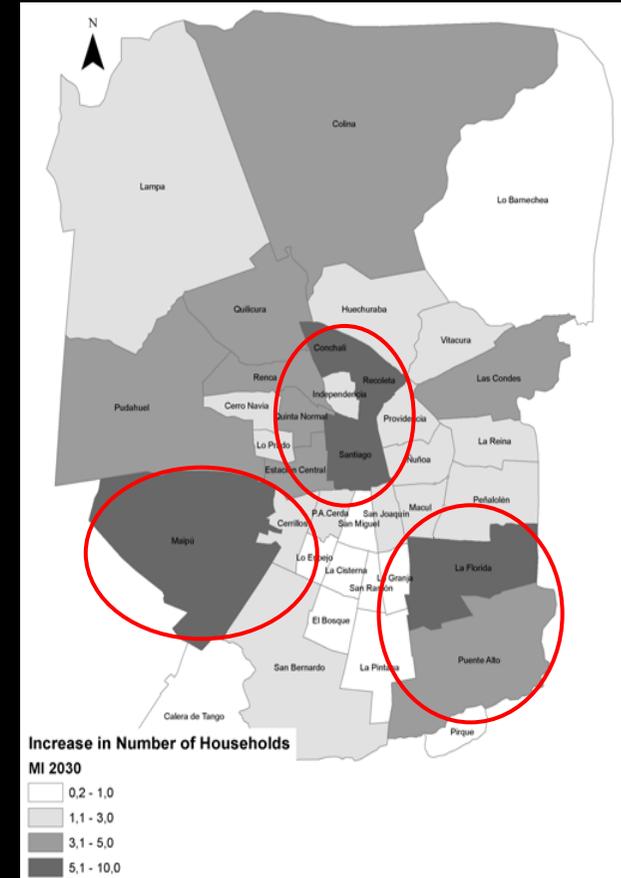
2.4 MM hogares



**CR**

6.7 MM personas

2.1 MM hogares



**MI**

7.5 MM personas

2.7 MM hogares

Localización

Motorización

Partición Modal

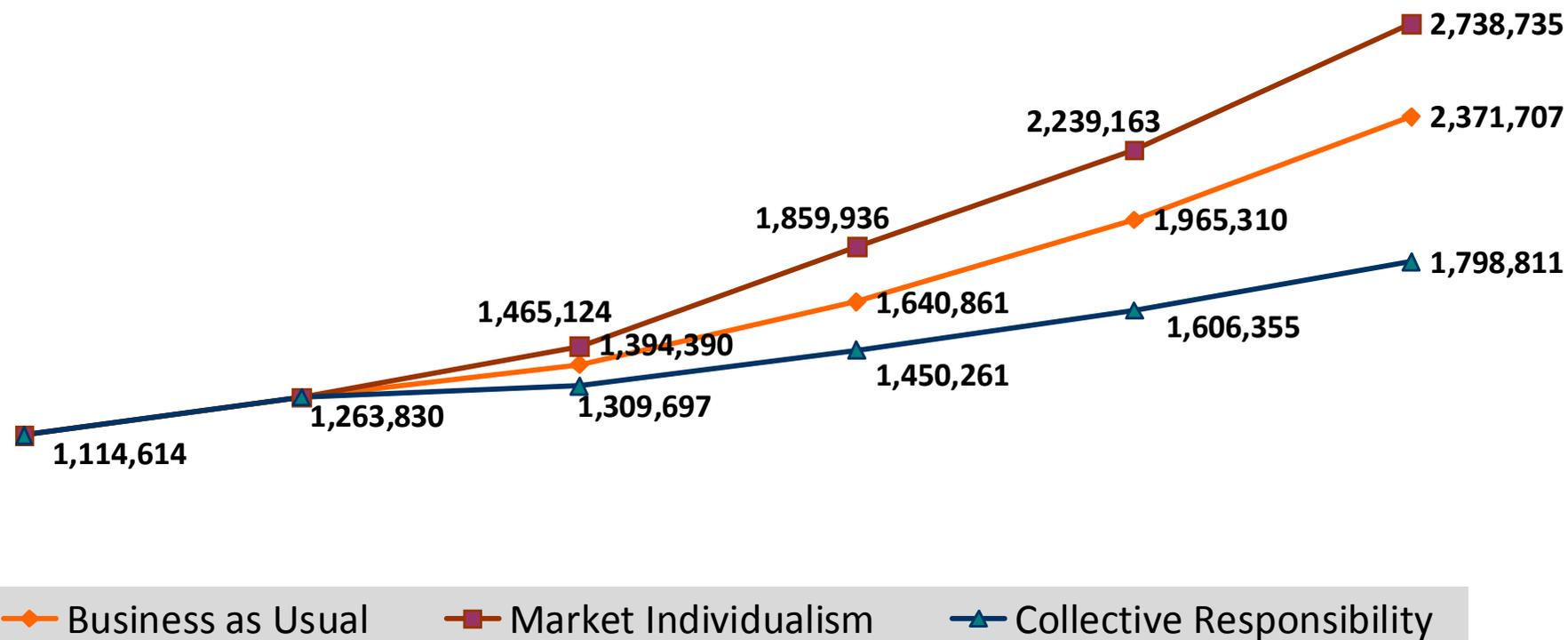
Congestión

Accesibilidad

Tecnología

Emisiones

# Transporte: Motorización



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

Localización

Motorización

Partición Modal

Congestión

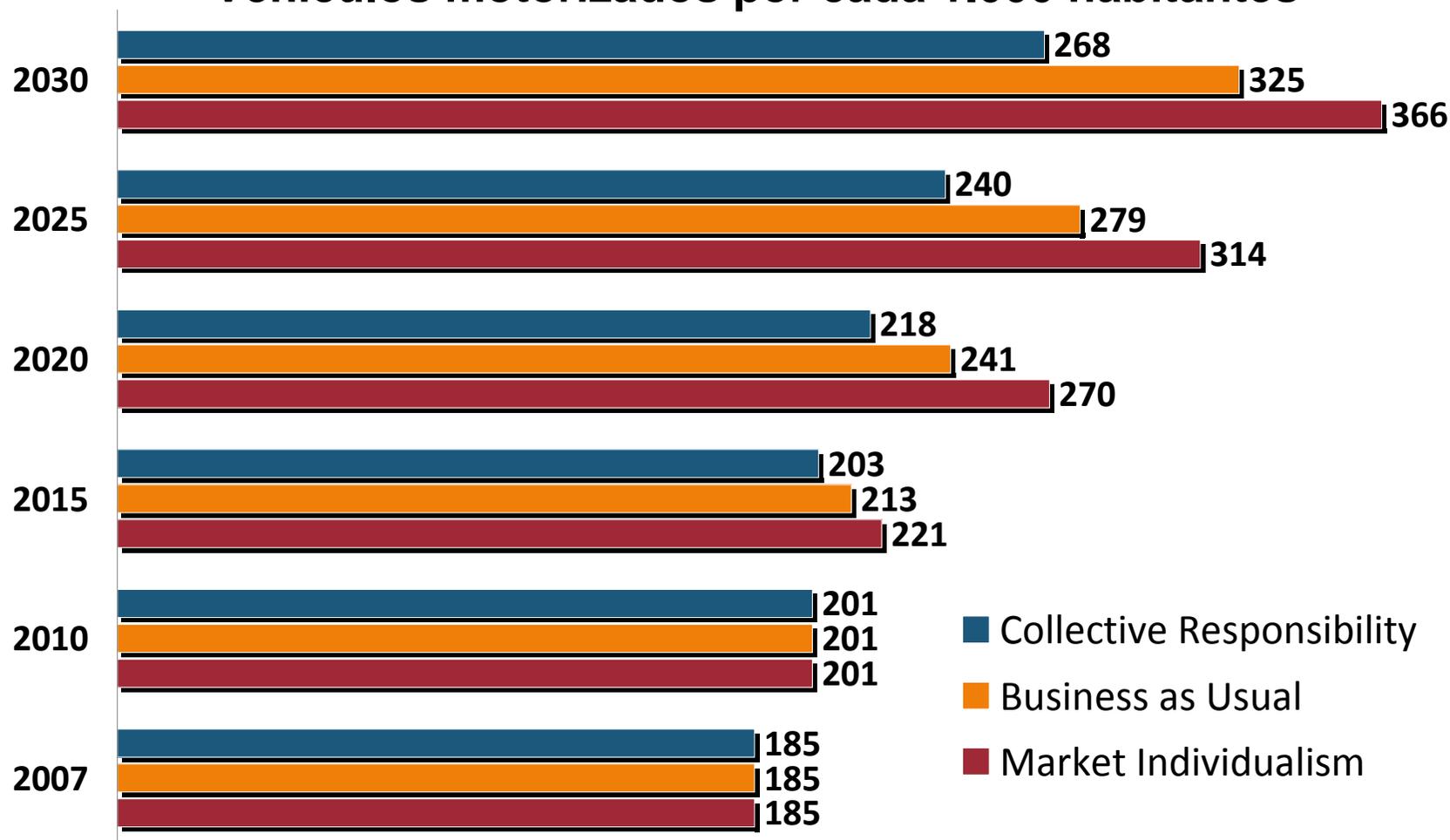
Accesibilidad

Tecnología

Emisiones

# Tasa de motorización

## Vehículos motorizados por cada 1.000 habitantes



*EU-27: 464 / USA: 783 / Japan: 539 / China: 29 / Russia: 188 (all 2007)*

Localización

**Motorización**

Partición Modal

Congestión

Accesibilidad

Tecnología

Emisiones

# Partición Modal *(Punta Mañana, 7.30h a 8.30h)*

Partición Modal				
-	2010	BAU	CR	MI
bus + metro	49.0	45.9	43.1	35.7
auto	36.6	38.5	41.6	48.1
taxi / shared taxi	3.2	2.8	2.8	2.7
caminata	11.2	9.8	7.6	10.6
bicicleta	-	3.0	5.0	3.0

Número de viajes diarios				
-	2010	BAU	CR	MI
N° viajes	100%	154%	140%	171%
N° viajes diarios (aprox.) en Mio.	17	26.2	23.8	29.1

Localización

Motorización

Partición Modal

Congestión

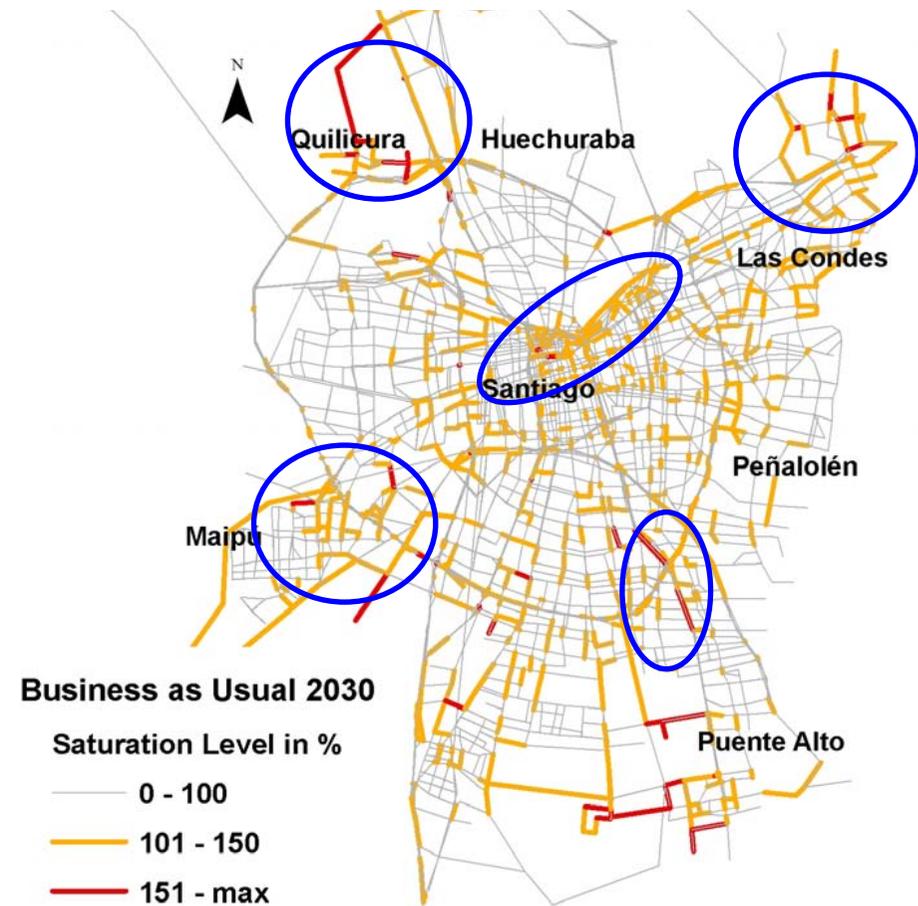
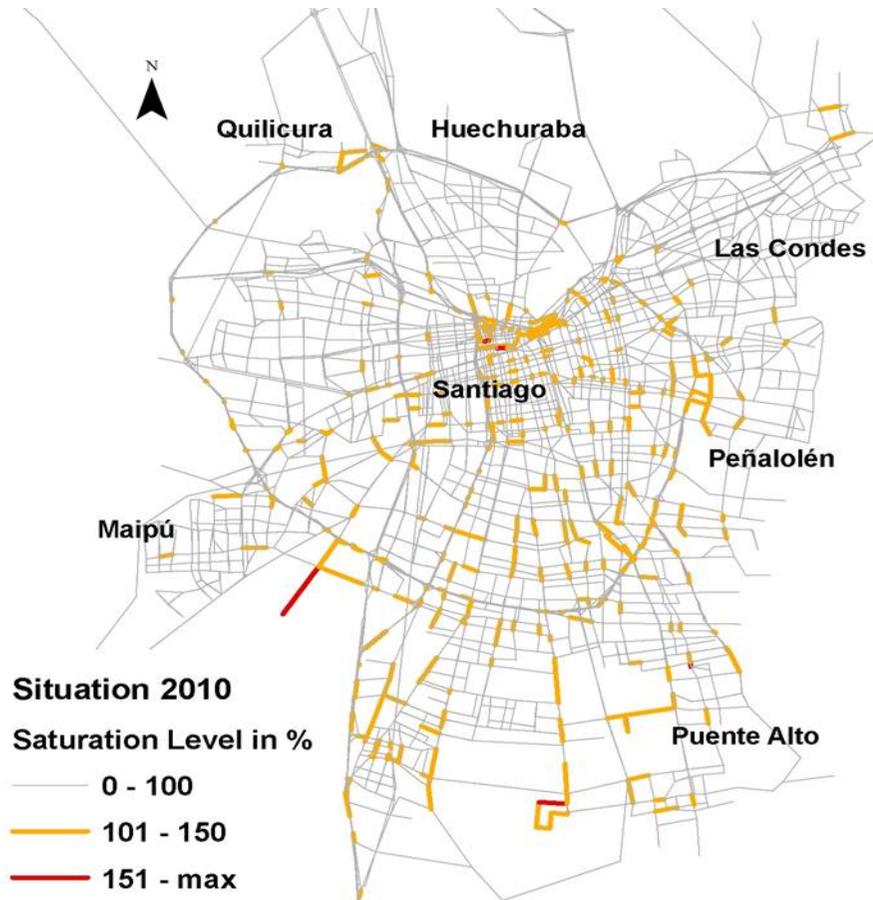
Accesibilidad

Tecnología

Emisiones

# Niveles de Congestión – I

Saturación por vía: izquierda situación 2010, derecha: BAU



Localización

Motorización

Partición Modal

Congestión

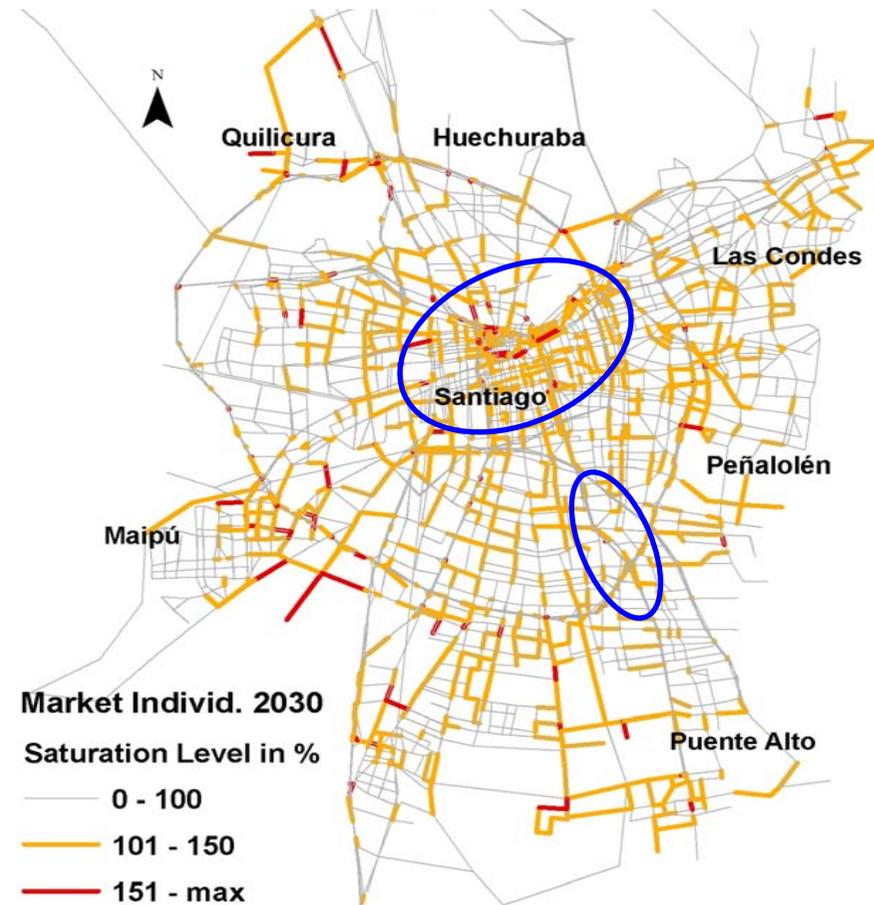
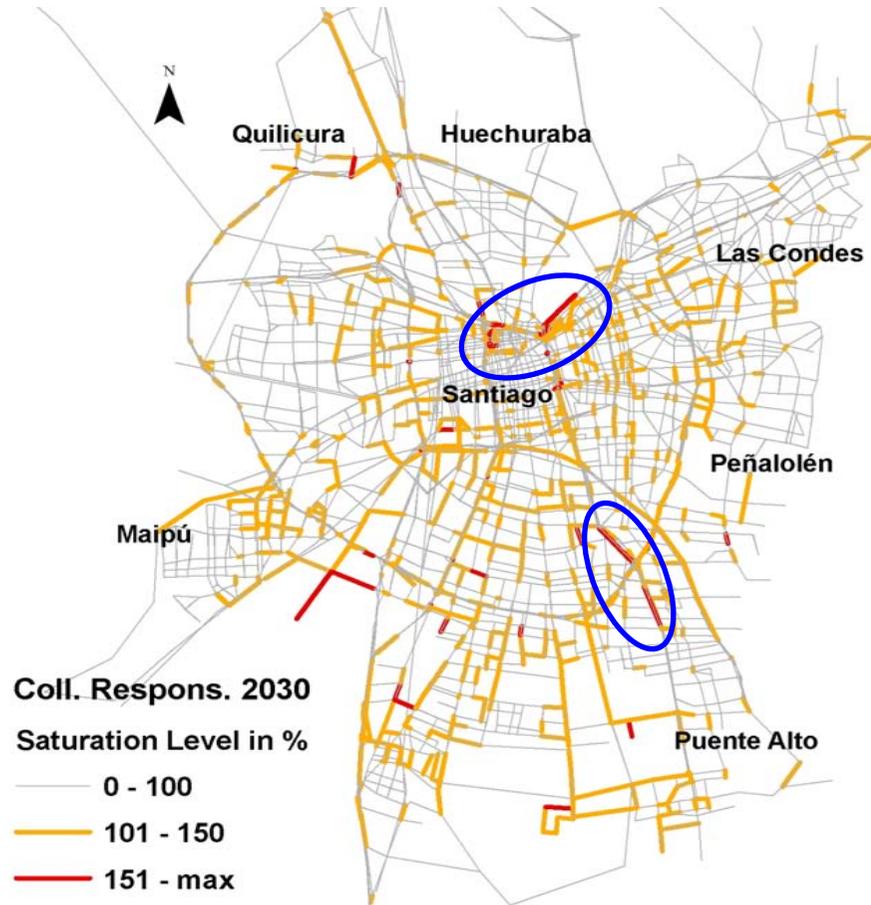
Accesibilidad

Tecnología

Emisiones

# Niveles de Congestión – II

Saturación por vía: izquierda CR, derecha: MI



Localización

Motorización

Partición Modal

Congestión

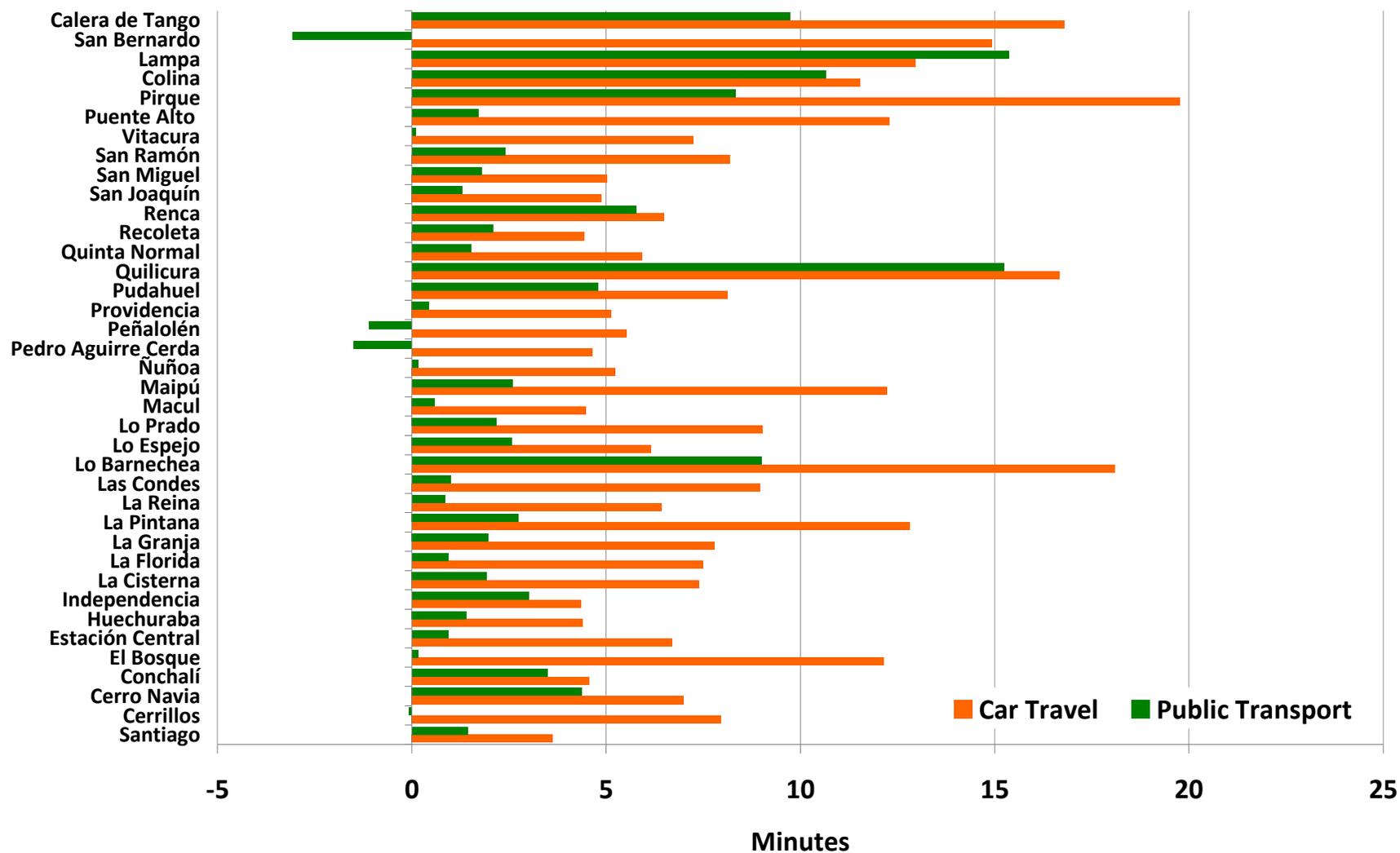
Accesibilidad

Tecnología

Emisiones

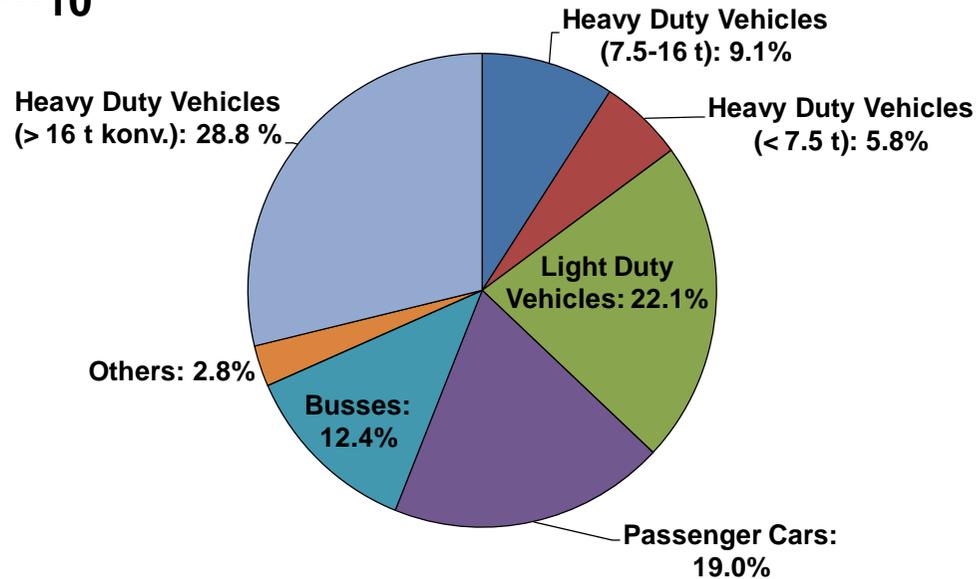
# Transporte: Niveles de accesibilidad

Aumento tiempos de viajes (en min.) entre 2010 and BAU 2030

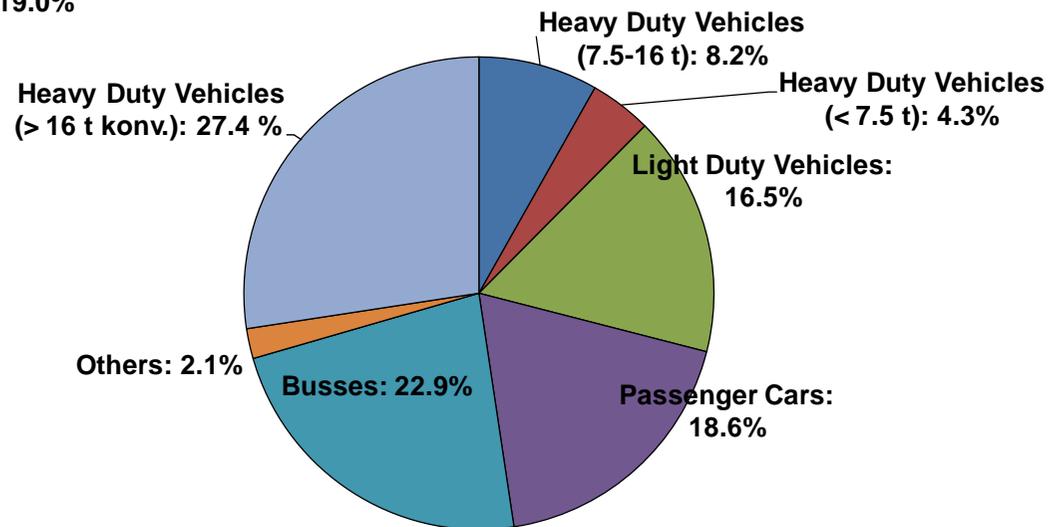


# Emisiones de tráfico (PM, NOx), situación 2010

## PM<sub>10</sub>



## NO<sub>x</sub>



Localización

Motorización

Partición Modal

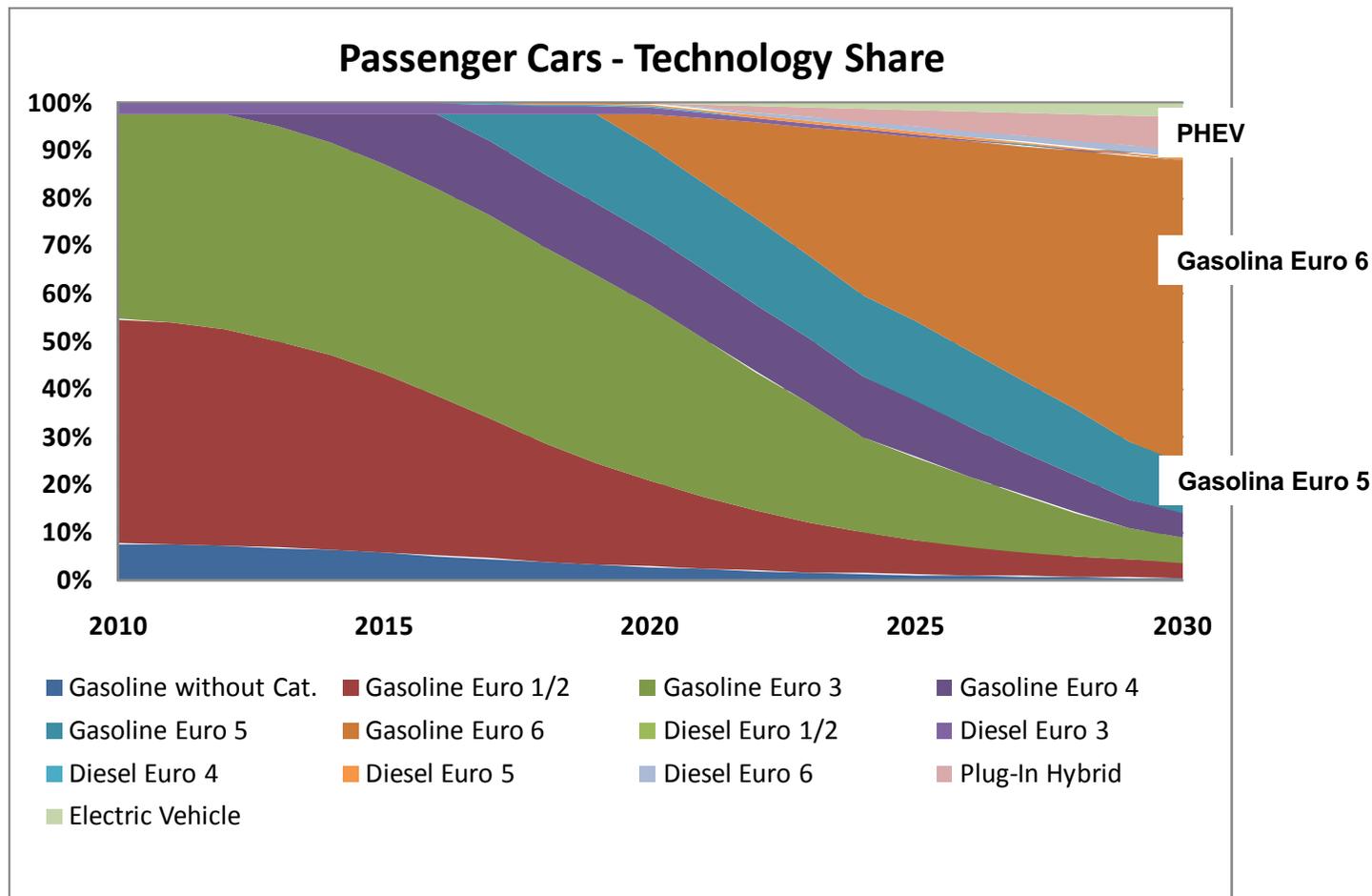
Congestión

Accesibilidad

Tecnología

Emisiones

# Tecnología de vehículos – ‘autos’, BAU



Integración de la partición de tipos de vehículos en el modelo de emisiones de tráfico MODEM; estimado para 41 tipos de vehículos considerados en MODEM

Localización

Motorización

Partición Modal

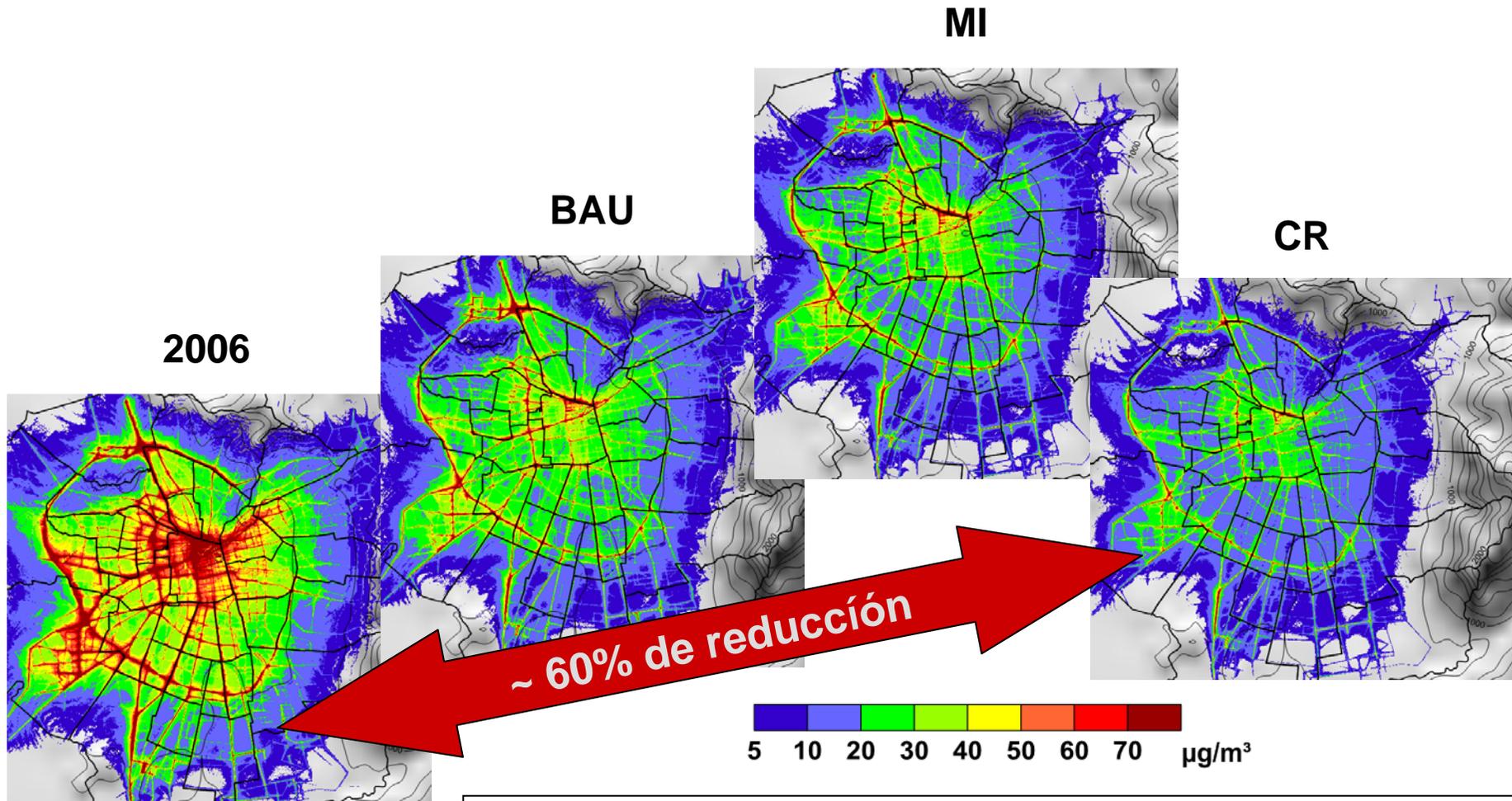
Congestión

Accesibilidad

**Tecnología**

Emisiones

# Emisiones: concentraciones NOx (solo tráfico)



Distribución de los promedios anuales de NOx concentraciones basados en el modelo de micro escala GRAL

→ condiciones meteorológicas basadas en información del año 2006

Localización

Motorización

Partición Modal

Congestión

Accesibilidad

Tecnología

Emisiones

# ***Observaciones***

**El crecimiento esperado es principalmente motivado por la combinación de demografía y economía.**

**Los modelos predicen una mezcla entre re-urbanización en el centro de Santiago, así como en comunas periféricas con un nivel alto de terreno disponible.**

**A pesar de las políticas dirigidas al transporte público, las tendencias que apuntan a una ciudad dependiente del automóvil son evidentes. El uso de automóvil se incrementa en todos los escenarios, principalmente en los escenarios BAU y MI.**

**El sistema de transporte urbano en 2030 operará más lentamente que en la actualidad, dado los altos niveles de congestión esperados.**

**Las mejoras asumidas en la tecnología vehicular son capaces de reducir sustancialmente el nivel de emisiones (NOx), a pesar de la flota vehicular creciente.**

# ***Recomendaciones***

**La introducción de un peaje en las zonas céntricas parece ser una opción factible para controlar la congestión.**

**Más infraestructura en la periferia parece inevitable dadas las predicciones del crecimiento de la ciudad.**

**La combinación de políticas que por una parte mejoran el transporte público y por otra controlan el uso de automoviles, es prometedora.**

**Para alcanzar la reducción sustancial de emisiones, las normas implementadas deben ser ambiciosas y pertinentes en el tiempo.**

**La construcción de más vías exclusivas mejorará los niveles de servicio. Esto deber se acompañado de tecnologías de información y control de sistemas.**

