

Programa de Ciudad inclusivas, sostenibles e inteligentes (CISI)

Taller de capacitación virtual

## Aspectos de medición de la movilidad urbana para contribuir al Gran Impulso para la Sostenibilidad

 4, 5 y 6 de mayo, 2022



# Caracterización de los viajes a partir de las Encuestas origen destino

Ariel López | Consultor CEPAL

Ingeniero en transporte, magíster en urbanismo

Dr(c) en territorio, espacio y sociedad.

[ariellopez@ug.uchile.cl](mailto:ariellopez@ug.uchile.cl)



NACIONES UNIDAS

CEPAL

Comisión Económica para América  
Latina y el Caribe  
(CEPAL)



cooperación  
alemana

DEUTSCHE ZUSAMMENARBEIT

"Programa de Cooperación CEPAL-BMZ/giz  
2020-2022: Ciudades Inclusivas, sostenibles e  
inteligentes en el marco de la Agenda 2030".

# Caracterización de los viajes a partir de las Encuestas origen destino



## Qué es una EOD

Las Encuestas Origen-Destino son la principal fuente de información para la planificación de los sistemas de transporte.

Recogen los patrones de viajes de una ciudad

Se construyen a partir de Encuestas de hogares y de encuestas de interceptación de viajes. Y últimamente se explora complementarlas con herramientas tecnológicas

## Para qué se usa

Principalmente para dimensionar nuevas infraestructuras, flotas, sistemas de operación y gestión de transporte

## Limitaciones

Cada ciudad elabora sus propias EOD con metodologías y categorías similares pero no iguales

Su propósito es dimensionar y cuantificar el transporte



# Caracterización de los viajes a partir de las Encuestas origen destino



# 1967

ENCUESTA ORIGEN Y DESTINO — MOP 1967  
 VIAJES DIARIOS DE ZONA A ZONA POR TRANSPORTES COLECTIVOS

ZONAS DE ORIGEN

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	TOTAL	
1	6 800	22 930	1 380	620		2 080	220	380	300	140		140	700	140	430	970		550	1 530	2 230	3 640	420	730	2 370	31 720	150	112 100	
2	47 300	18 260	2 190		150	2 070		840	300	140			740	510		680	310	600	300	2 250	5 340	620	2 790	3 640	37 220	150	151 500	
3	17 820	26 600	13 590	1 940	1 340	4 010	590	2 310	1 170	1 390			3 140	2 730	2 730	2 840	5 750	350	3 970	1 940	3 160	6 470	1 300	4 250	7 510	37 580	1 940	178 900
4	2 610	13 460	16 620	610		540		250					1 760		150	800		640	2 240	1 910	530	1 860	2 220	20 400			66 800	
5	1 900	610	17 370	2 140	5 240	100				160	100		410			1 610		240	780	1 740	2 620	8 390	10 770	19 860	160		74 900	
6	100	200	1 220	2 300	2 990	2 520										60	60		350	340	160	120	3 330	1 590	5 034		21 600	
7	1 495	5 330	800	5 590	2 490	43 410	7 040	1 840	1 480		160		1 310		1 280	3 510	280	1 000	2 830	4 200	4 420	2 900	3 940	22 880	27 810		145 700	
8	460		80	80	6 080	17 930	1 220	380	330				80		150	250		330	410	730	750	140	560	6 220	7 980		44 500	
9	1 800	2 670	250		1 460	1 200	2 450	1 340	110	370			8 280	140	1 700	1 112	120	240	720	1 990	8 220	1 600	940	7 170	13 230		56 200	
10	300	300	1 030		6 580	550	1 780	5 440	150	260			7 270		300	590		300	150	740	8 910	600	300	11 260	7 840		49 700	
11	140	140	1 410			630	120	300	24 180	3 210			7 470		320		140	130	160	1 912	6 730		800	2 530	14 570	710	65 200	
12		870				180		370	410	3 050	4 190	3 210	6 440		460	680		320		340	5 890		310	1 460	12 200	130	40 800	
13		2 910							430	5 430	4 820	6 590	1 700	1 090					130	6 530		110	220	10 820	340		39 200	
14	200	500	2 610	1 600	210	1 450	80	7 350	7 100	6 790	6 280	5 940	35 240	6 040	4 160					410	310	12 210	430	4 050	29 830	150	145 400	
15	140	310	1 540				140						1 700	6 450	2 740	2 580				1 282	2 410		420	7 220	140		50 200	
16	440		2 740	130		600	1 050	150	1 700	150	160	460	1 090	3 740	2 320	7 340	2 670			150	7 760	6 600	310	310	2 040	9 920	530	48 700
17	870	1 610	6 140	700	1 640	60	4 210	470	1 230	910	520	310	140	440	2 480	74 700	12 810	6 500	19 830	13 780	18 660	480	2 330	7 340	59 210	1 450	212 400	
18	150	350				270					160					13 090	8 230	2 460	1 860	2 760	340		1 100	12 400			43 100	
19	790	299	3 840		240	1 600	350	360	440	130	320			270		7 240	2 280	16 350	22 280	3 920	570	130	1 870	4 630	35 640	150	100 300	
20	1 830	150	4 330	130	850	360	2 000	410	720	300	320		140			19 140	4 160	25 150	42 310	5 810	1 760	240	2 200	15 900	44 910	130	173 000	
21	1 390	2 370	3 970	2 000	1 350	120	3 930	1 210	960	890	560		140	1 960	4 240	12 430	2 430	3 370	6 770	6 450	9 980	1 170	1 330	8 180	21 440	2 930	103 100	
22	2 870	5 170	7 370	1 650	2 420	120	4 690	750	8 440	7 280	9 040	5 380	6 930	20 590	3 450	7 010	10 890	140	580	1 760	11 940	23 460	4 370	1 930	11 610	37 580	400	204 500
23	530	460	1 420	400	310	120	2 890		1 810	590			110	1 620	140	310	650	220	270	260	1 260	4 880	2 480	750	7 770	2 630	31 900	
24	560	2 320	4 600	1 990	6 730	3 960	3 820	560	1 320	300	800	320	110	440		310	2 330		1 370	2 370	730	1 440	870	14 250	9 360	15 490	74 600	
25	1 970	3 640	7 470	2 740	10 660	1 870	22 820	6 940	6 530	10 970	1 740	1 440	340	3 360	400	1 740	8 230	1 300	5 690	15 140	7 590	9 820	6 900	9 600	19 450	34 260	280	205 800
26	21 440	34 480	36 100	20 400	18 790	4 910	27 450	7 150	14 080	8 660	13 180	11 850	10 640	30 740	7 450	9 700	40 030	12 730	28 400	46 160	21 420	37 670	3 930	19 930	33 130	32 860	4 530	568 900
27	150	1 700		270	100						410	130	340	130	140	530	1 460	180		130	2 100	410		140	5 960	7 430	22 200	
TOTAL	128 300	66 900	21 100	46 200	48 700	39 800	146 200	43 200	45 450	163 100	205 100	83 800	572 700	326 500	31 600	202 940	21 600											

Primera EOD de Santiago (1967) EOD elaborada por el MOP bajo la dirección de Juan Parrochia | Dividía el Gran Santiago en 27 zonas

# Caracterización de los viajes a partir de las Encuestas origen destino



EOD Santiago 2012.csv | 109,640 ROWS 49 VARIABLES

	DestinoCo...	Proposito	PropositoA...	ModoAgre...	ModoPriPub	Horalni	HoraFin
1	6,292,391	volver a casa	Otro	Bus TS	Publico	2/4/2022 22:30:00	2/4/2022 23:40:00
2	6,302,297	Al trabajo	Trabajo	Bus TS - Metro	Publico	2/4/2022 13:00:00	2/4/2022 14:45:00
3	6,291,928	volver a casa	Trabajo	Bus TS - Metro	Publico	2/4/2022 22:00:00	2/4/2022 23:30:00
4	6,297,212	Al trabajo	Trabajo	Bus TS - Metro	Publico	2/4/2022 09:00:00	2/4/2022 09:55:00
5	6,291,928	volver a casa	Trabajo	Bus TS - Metro	Publico	2/4/2022 19:00:00	2/4/2022 21:30:00
6	6,298,700	Visitar a alguien	Otro	Auto	Privado	2/4/2022 10:00:00	2/4/2022 11:00:00
7	6,285,552	volver a casa	Otro	Auto	Privado	2/4/2022 15:00:00	2/4/2022 15:45:00
8	6,285,005,95	volver a casa	Volver a casa	Caminata	No Motorizado	2/4/2022 17:00:00	2/4/2022 17:20:00
9	6,285,005,95	volver a casa	Volver a casa	Caminata	No Motorizado	2/4/2022 18:00:00	2/4/2022 18:20:00
10	6,285,005,95	De compras	Otro	Caminata	No Motorizado	2/4/2022 13:00:00	2/4/2022 13:20:00
11	6,285,005,95	volver a casa	Otro	Caminata	No Motorizado	2/4/2022 14:20:00	2/4/2022 14:45:00
12	6,293,101	Buscar o Dejar a alguien	Otro	Auto	Privado	2/4/2022 07:50:00	2/4/2022 08:20:00

2012

# Las Encuestas Origen - Destino

Nos permite obtener información tradicional sobre cantidad, distancias y tiempos de viaje por modo, género, propósito, hora del día, edad, ingresos, etc.



	Bogotá. Colombia				Buenos Aires. Argentina			Ciudad de México	Sao Paulo. Brasil			Santiago. Chile		Montevideo. Uruguay	
	Encuesta de Movilidad de Bogotá				Encuesta Origen Destino de la Región Metropolitana de Buenos Aires – Enmodo			Encuesta Origen - Destino en hogares de la ZMVM	Encuesta Origen – Destino de la Región Metropolitana de Sao Paulo			Encuesta Origen Destino Santiago		Encuesta de Movilidad del Área Metropolitana de Montevideo	
Año	2005	2011	2015	2019	2009/2010	2014	2018/2019	2018	...1997	2007	2017	2002	2012	2009	2016
Institución responsable	Secretaría de Tránsito y Transporte de Bogotá/ DANE	Encargada por la Secretaría Distrital de Movilidad a Steer Davies Gleave y el Centro Nacional de Consultoría	Encargada por la Secretaría Distrital de Movilidad a Consorcio Transconsult – Infométrika	Encargada por la Secretaría Distrital de Movilidad a Steer Davies Gleave y el Centro Nacional de Consultoría	Oficina de Planificación del Transporte (Dependiente de la Secretaría de Transporte de la Nación)	INDEC	Oficina de Planificación del Transporte (Dependiente de la Secretaría de Transporte de la Nación)	INEGI Gob. del Estado de México. Ciudad de México	Metro de São Paulo (Dependiente del Estado de Sao Paulo)			Pontificia Universidad Católica de Chile/ Mideplan/ SECTRA	Secretaría de Transportes. SECTRA (Dependiente del Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones)	Intendencias de Montevideo. Canelones y San José; MTOP y Consorcio Metropolitano de Transporte	
Ámbito geográfico	Bogotá, Soacha y 16 municipios vecinos	Área urbana de Bogotá (Distrito de Bogotá más 18 municipios de su área de influencia)	Área urbana de Bogotá (Distrito de Bogotá más 18 municipios de su área de influencia)	Área urbana de Bogotá (Distrito de Bogotá más 18 municipios de su área de influencia)	90% de la RMB. Ciudad de Buenos Aires y los 27 mayores partidos de la Provincia de Buenos Aires  *El área de influencia se extiende hasta considerar los 42		CABA y 42 partidos que rodean	Zona Metropolitana del Valle de México Ciudad de México (16 alcaldías). Estado de México (59 municipios conurbados) Estado de Hidalgo (1 municipio).	Región Metropolitana de Sao Paulo			32 comunas de la provincia de Santiago, más las comunas de San Bernardo, Calera de Tango, Puente Alto, Pirque, Colina y Lampa	Área Metropolitana de Santiago (45 comunas de la Región Metropolitana: 32 comunas de la provincia de Santiago, 5 comunas de la provincia de Talagante. comunas de San Bernardo.		Municipios de Montevideo. Canelones y San José
Población			9.059.251		12.985.885			20.886.703			20.822.000		6.651.700		1.806.989
N° de personas muestra			86.147		70.321			241.682			95.404		59.224		5.946
Relación muestra/población			0,95%		0,54%			1,16%			0,46%				0,33%
N° de Hogares			2.966.793		4.117.519			5.757.890			6.984.000		2.051.300		655.558
N° de hogares muestra			28.212		22.170	14.000	20.000	66.625			32.000		18.264		2.230
Relación muestra de hogares/hogares			0,95%		0,54%			1,16%			0,46%		0,89%		0,34%
Número de zonas			987		47			194			517		866		16
Población total/zonas			9.179		276.295			107.663			40.275				112.937
Población muestra/zonas			87		1.500			1.246			185				372
Personas/Hogar			3,05		3,17			3,63			2,98		3,2		2,76
Vehículos			1.358.045					3.063.197			4.423.000		1.115.295		347
Vehículos/ Hogar			0,46					0,53					0,58		0,53
Total viajes día laboral			17.251.731		19.767.983			34.560.000			42.007.000		18.461.100		4.201.184
Viajes/ persona			1,9		1,5			1,7					2,8		2,3

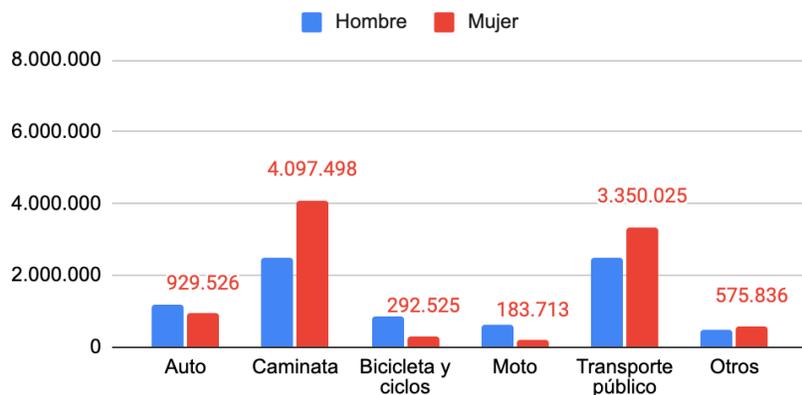
# Bogotá, Colombia

Nos permite obtener información tradicional sobre cantidad, distancias y tiempos de viaje por modo, género, propósito, hora del día, edad, ingresos, etc.



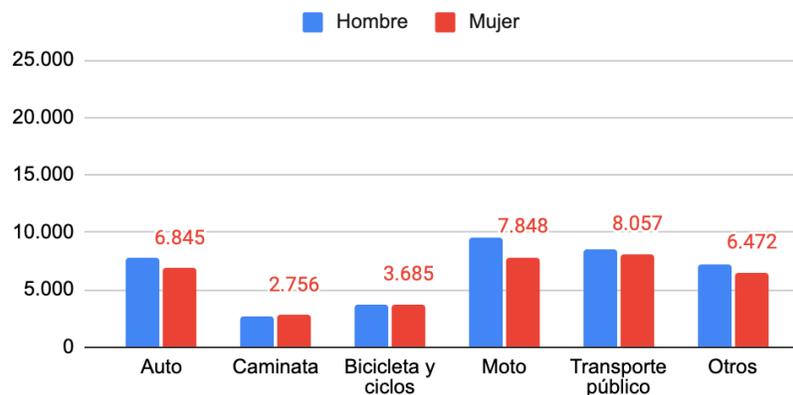
## Cantidad de viajes por Modo y Género

Bogotá, Colombia



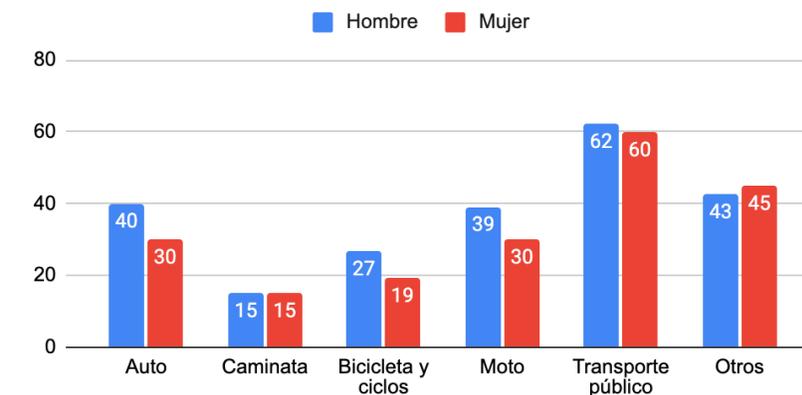
## Distancia promedio (m) por modo y género

Bogotá, Colombia



## Mediana de tiempo (min) por modo y género

Bogotá, Colombia



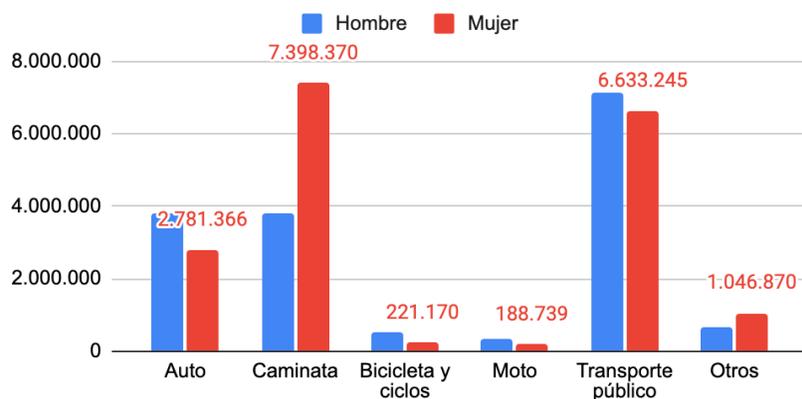
# Ciudad de México

Nos permite obtener información tradicional sobre cantidad, distancias y tiempos de viaje por modo, género, propósito, hora del día, edad, ingresos, etc.



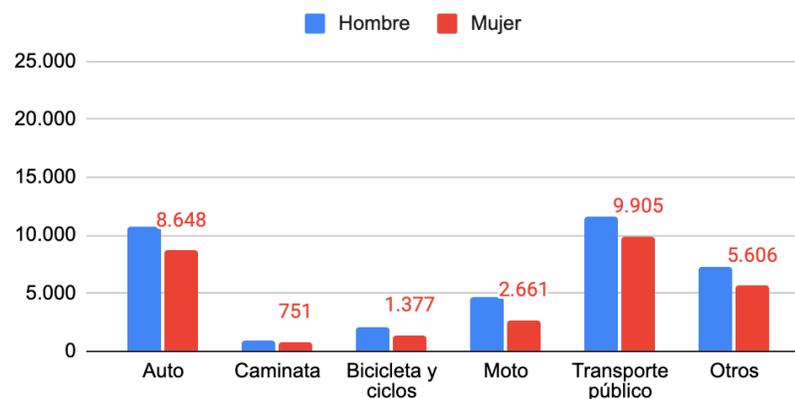
## Cantidad de viajes por Modo y Género

Ciudad de México



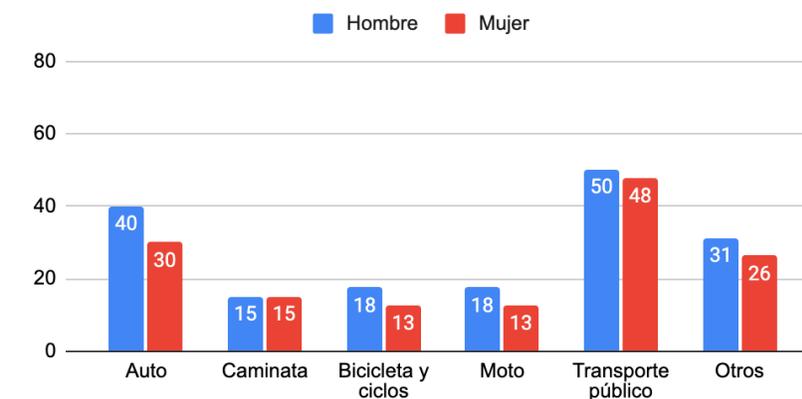
## Distancia promedio (m) por modo y género

Ciudad de México



## Mediana de tiempo (min) por modo y género

Ciudad de México



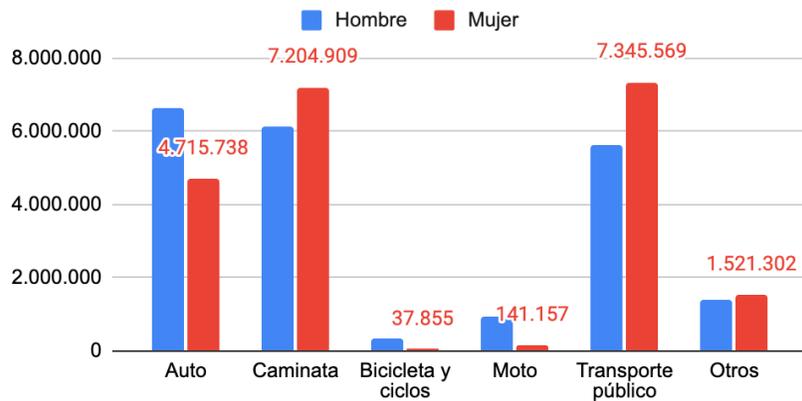
# Sao Paulo, Brasil

Nos permite obtener información tradicional sobre cantidad, distancias y tiempos de viaje por modo, género, propósito, hora del día, edad, ingresos, etc.



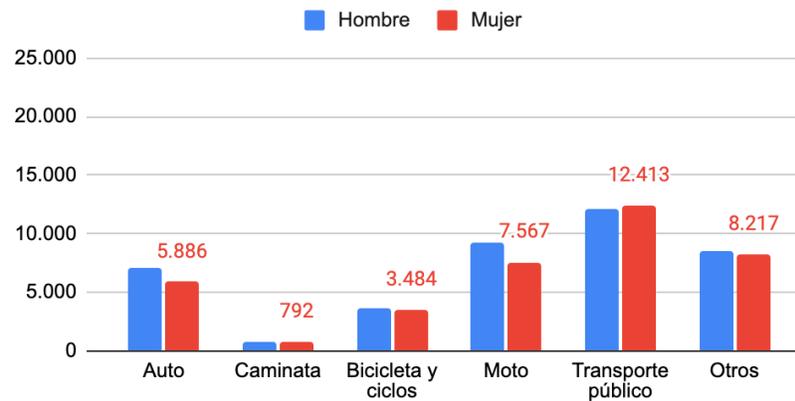
## Cantidad de viajes por Modo y Género

Sao Paulo, Brasil



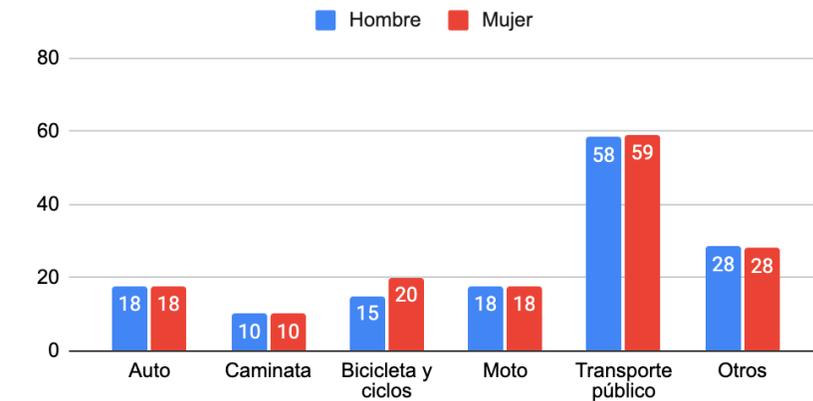
## Distancia promedio (m) por modo y género

São Paulo, Brasil



## Mediana de tiempo (min) por modo y género

São Paulo, Brasil

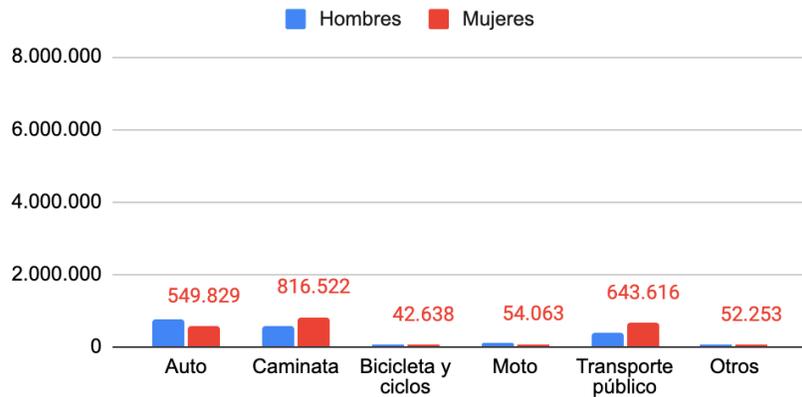


# Montevideo, Uruguay

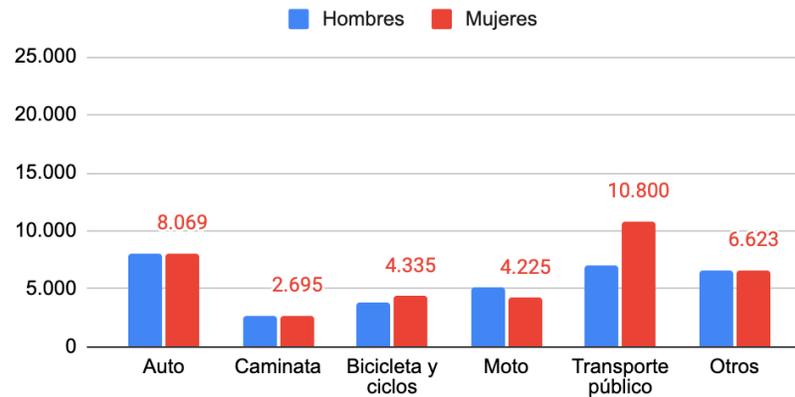
Nos permite obtener información tradicional sobre cantidad, distancias y tiempos de viaje por modo, género, propósito, hora del día, edad, ingresos, etc.



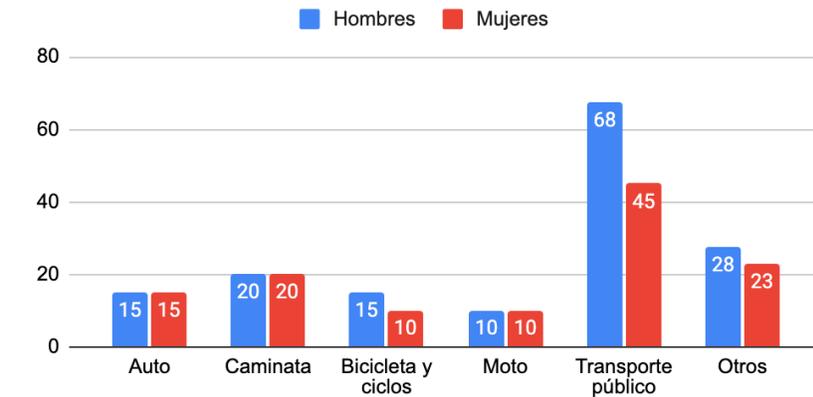
Cantidad de viajes por Modo y Género  
Montevideo, Uruguay



Distancia promedio (m) por modo y género  
Montevideo, Uruguay



Mediana de tiempo (min) por modo y género  
Montevideo, Uruguay

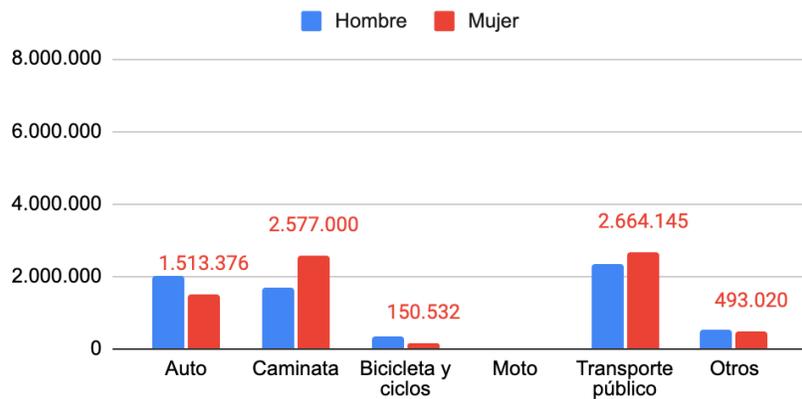


# Santiago de Chile

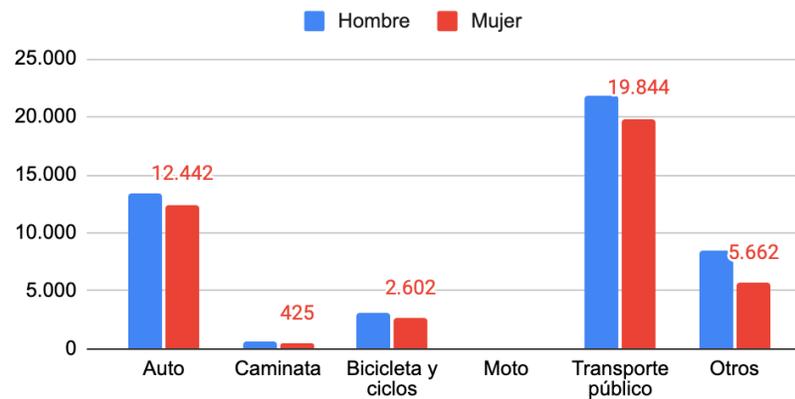
Nos permite obtener información tradicional sobre cantidad, distancias y tiempos de viaje por modo, género, propósito, hora del día, edad, ingresos, etc.



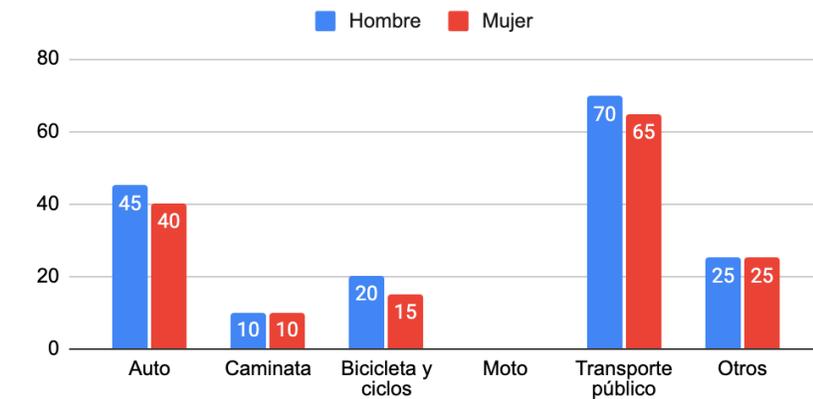
Cantidad de viajes por Modo y Género  
Santiago de Chile



Distancia promedio (m) por modo y género  
Santiago de Chile



Mediana de tiempo (min) por modo y género  
Santiago de Chile



# Santiago de Chile

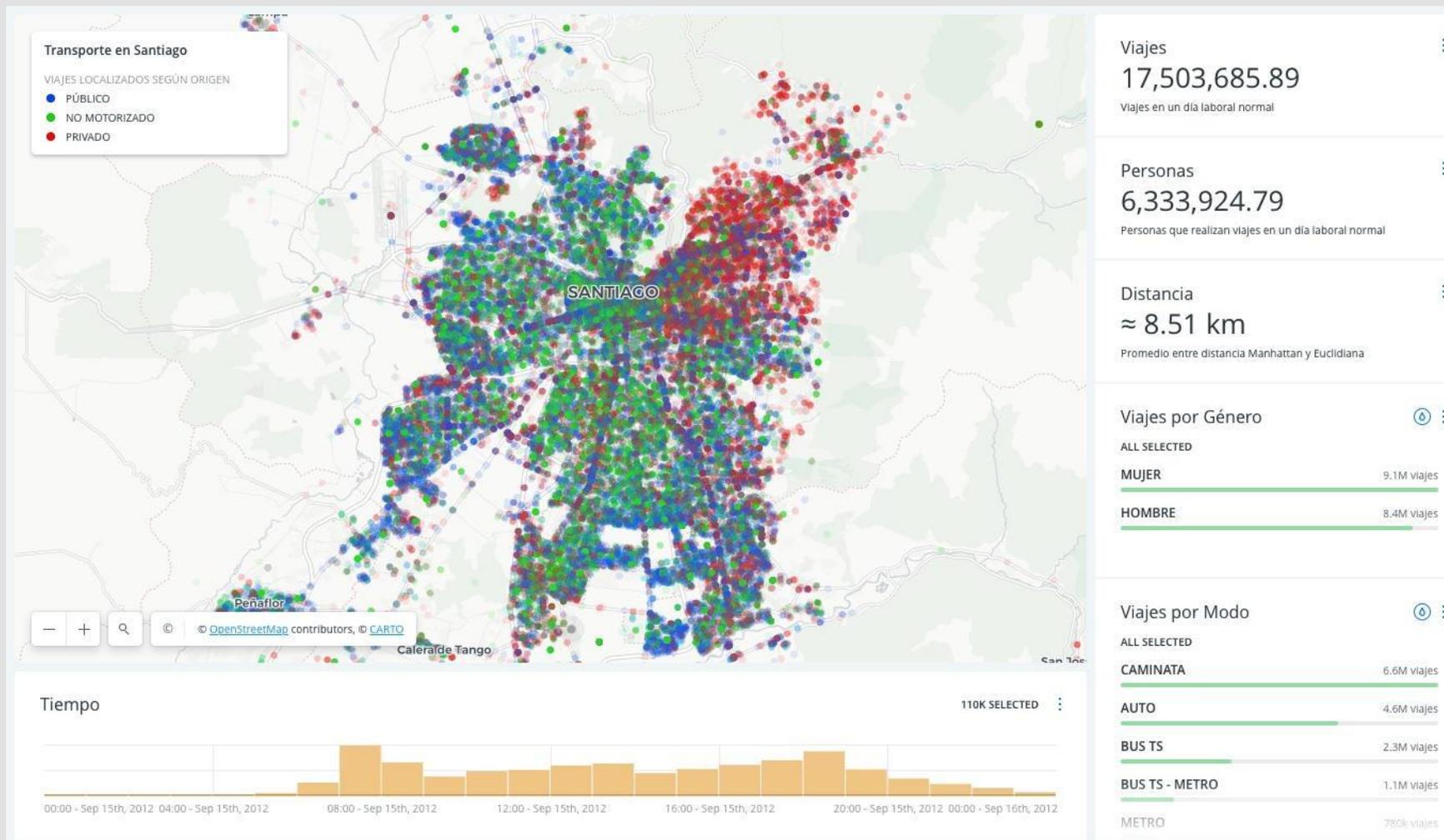
También permite observar la información en mapas e interactuar con la información

En este ejemplo se observan los orígenes de los viajes de un día según el modo de transporte

Las EOD son bases muy ricas en información, a las que se les pueden hacer preguntas

auto  
transporte público  
caminata o bicicleta

## Viajes según modo durante un día



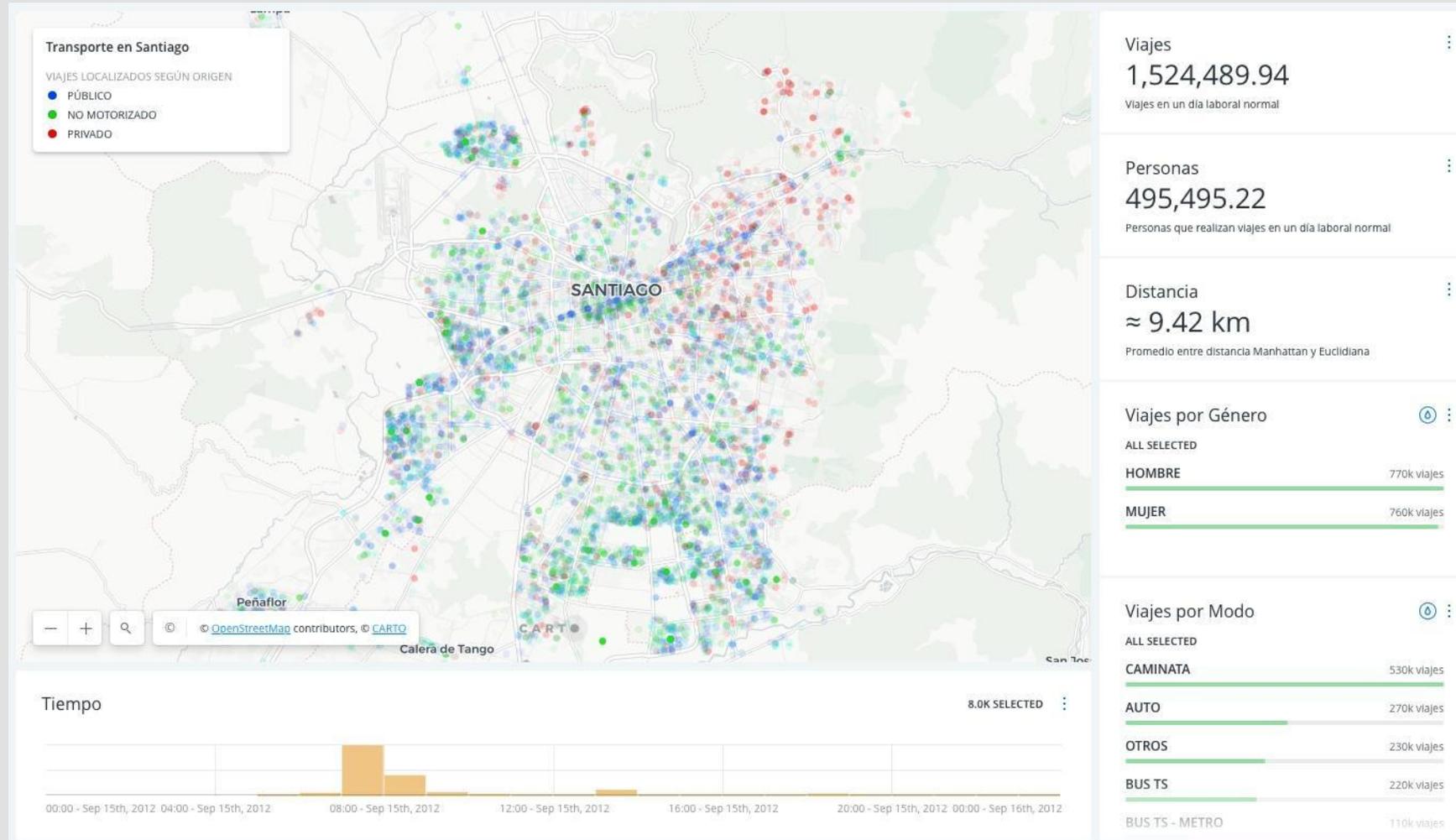
# Santiago de Chile



NACIONES UNIDAS

CEPAL

## ¿Cómo van las personas a la escuela o universidad?



auto  
transporte público  
caminata o bicicleta

# Santiago de Chile



NACIONES UNIDAS

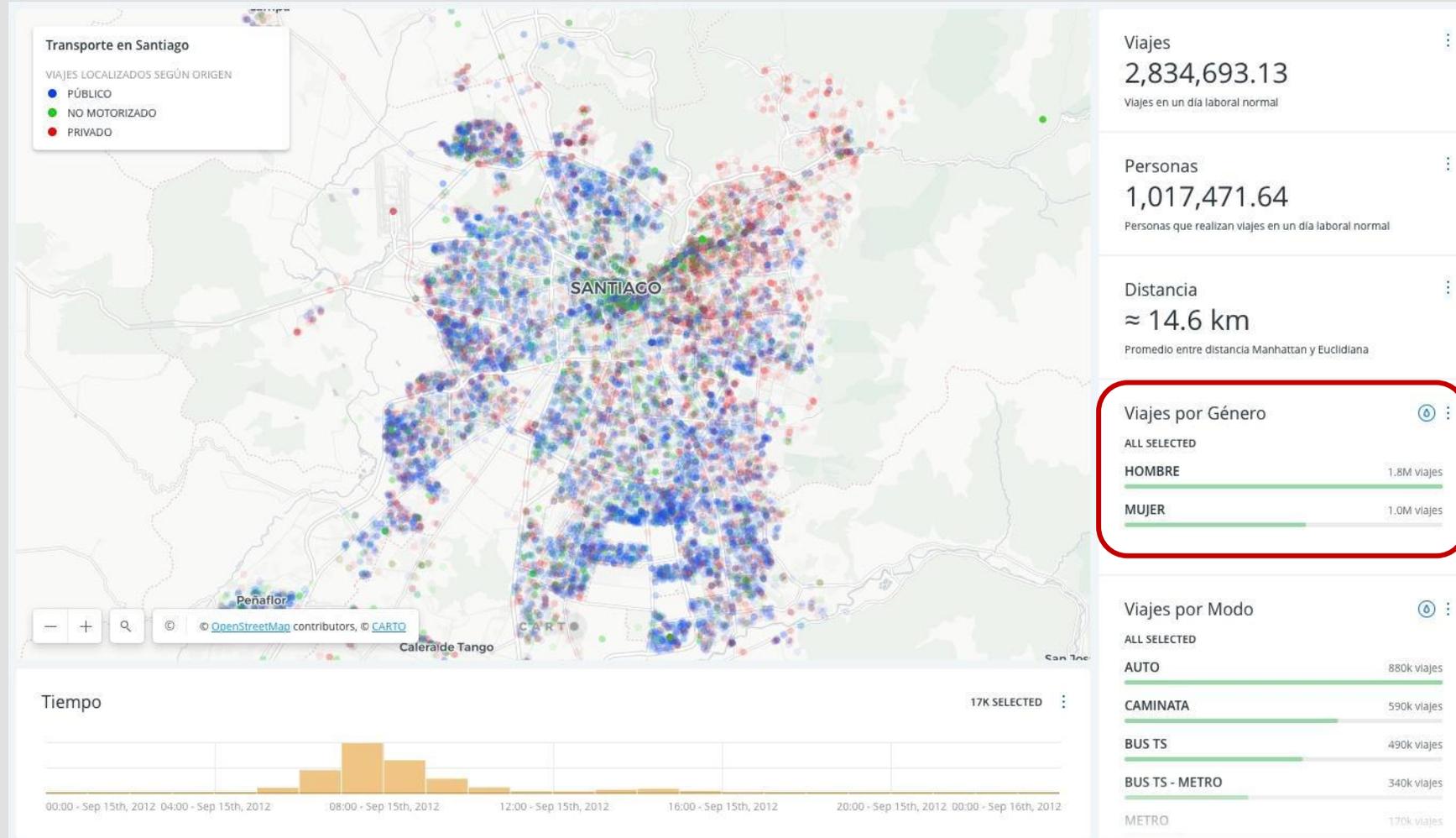
CEPAL

## ¿Cómo van las personas al trabajo?

Principalmente en transporte público

Notar la diferencia entre hombres y mujeres

auto  
transporte público  
caminata o bicicleta



# Santiago de Chile



NACIONES UNIDAS

CEPAL

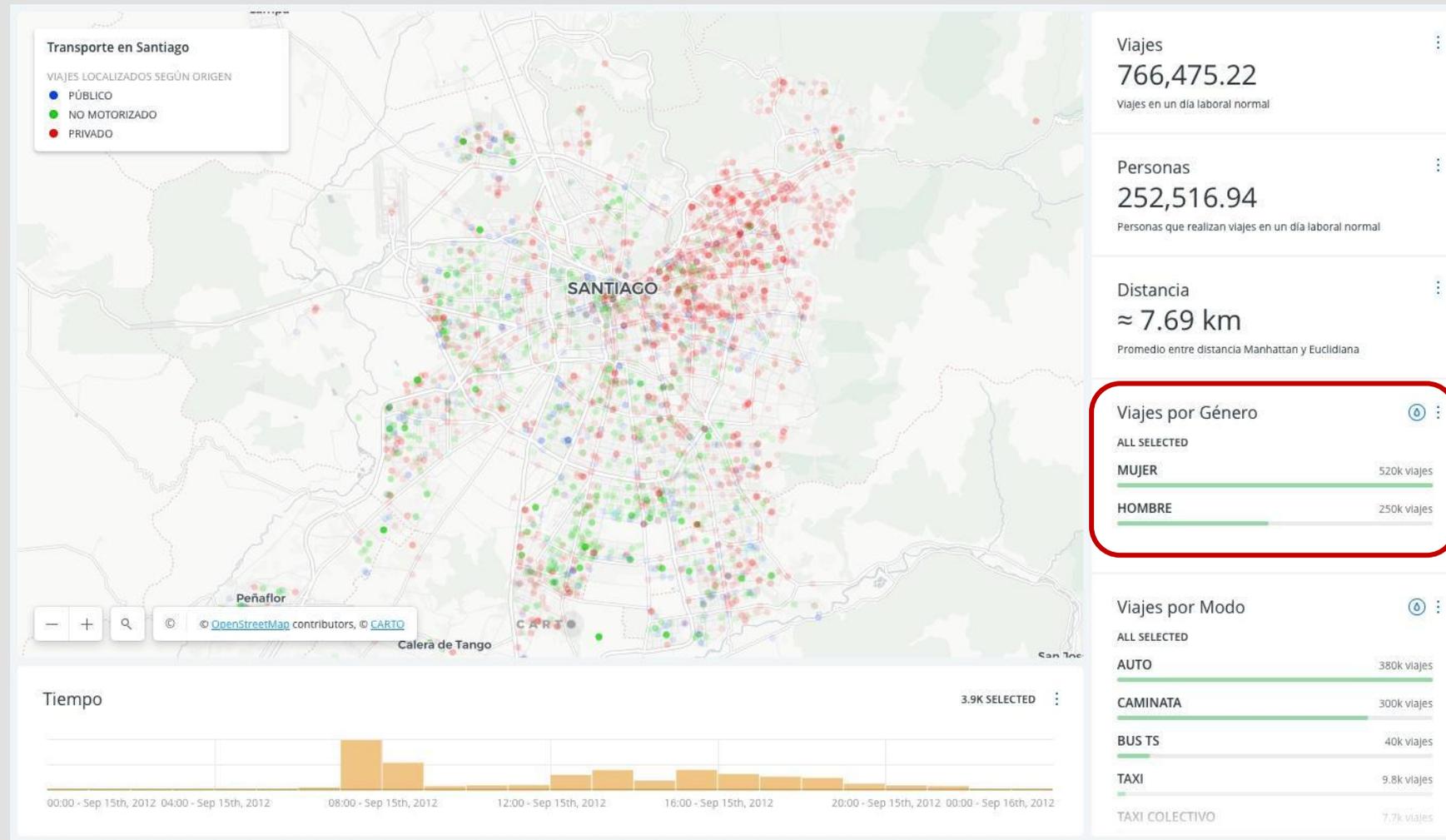
En auto y caminando

Este es el proxy mas cercano a viajes de cuidado en la EOD

Notar que las mujeres hacen el doble de viajes de este tipo que hombres

auto  
transporte público  
caminata o bicicleta

## ¿Cómo van las personas a buscar a alguien o algo?



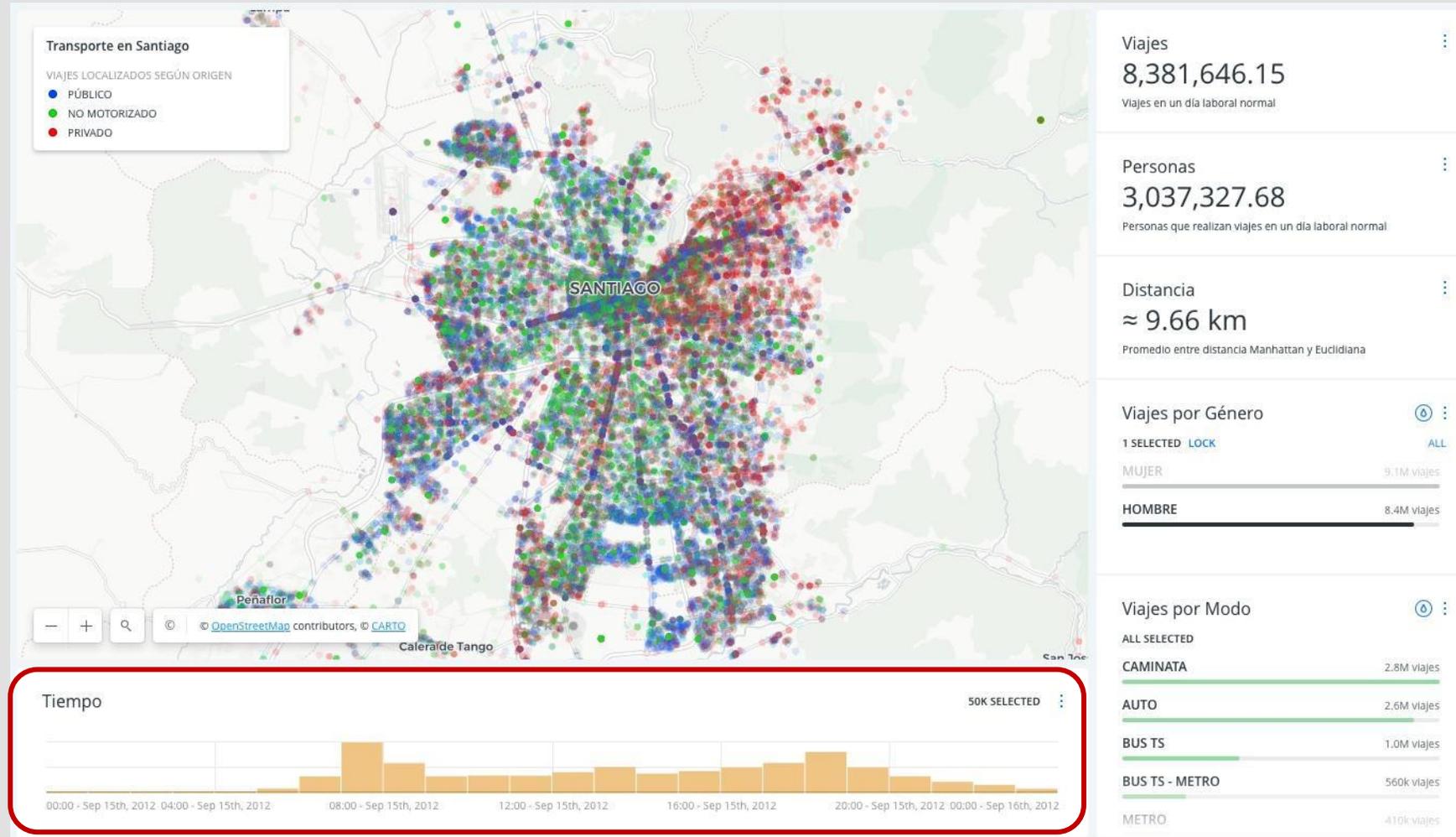
# Santiago de Chile



NACIONES UNIDAS

CEPAL

## ¿Cómo se mueven los hombres?



auto  
transporte público  
caminata o bicicleta

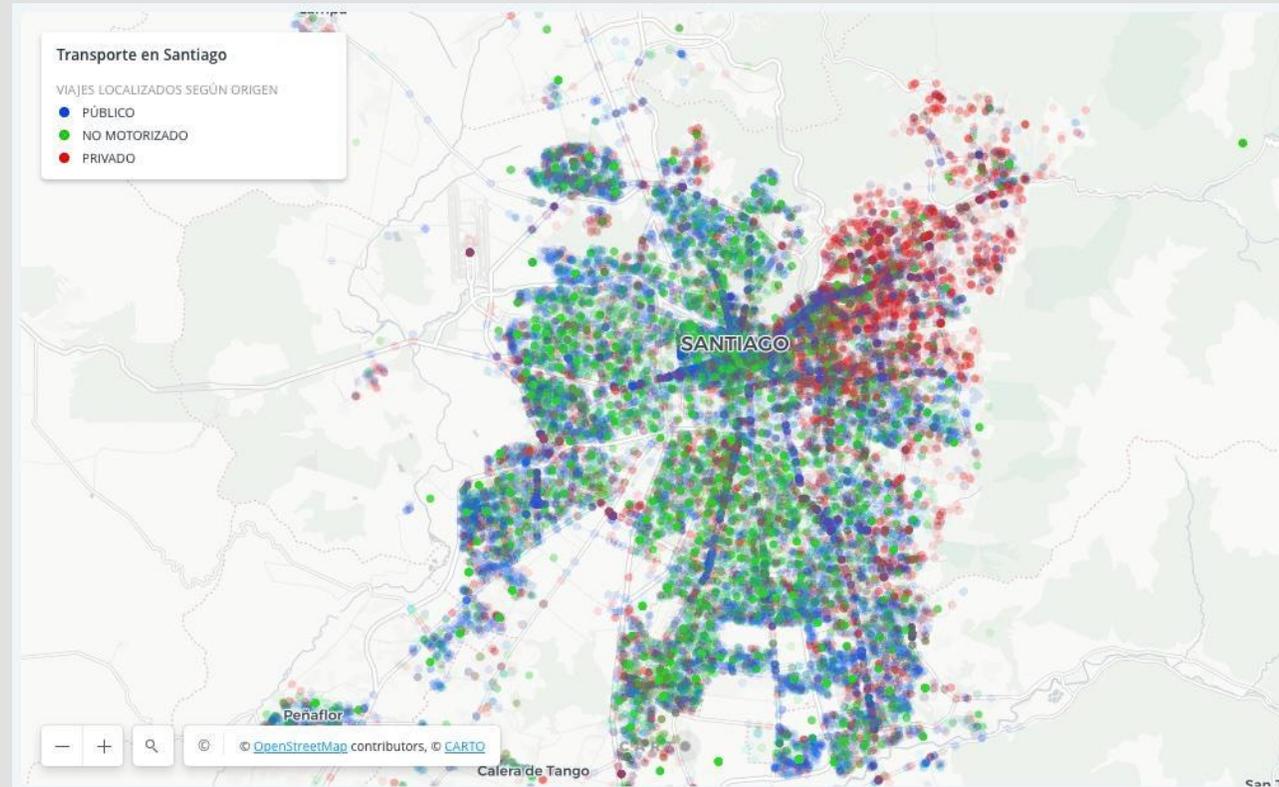
# Santiago de Chile



NACIONES UNIDAS

CEPAL

## ¿Cómo se mueven las mujeres?



Viajes  
9,122,039.74  
Viajes en un día laboral normal

Personas  
3,296,597.11  
Personas que realizan viajes en un día laboral normal

Distancia  
≈ 7.5 km  
Promedio entre distancia Manhattan y Euclidiana

Viajes por Género  
1 SELECTED LOCK ALL  
MUJER 9.1M viajes  
HOMBRE 8.4M viajes

Viajes por Modo  
ALL SELECTED  
CAMINATA 3.8M viajes  
AUTO 2.0M viajes  
BUS TS 1.3M viajes  
BUS TS - METRO 540k viajes  
METRO 370k viajes



auto  
transporte público  
caminata o bicicleta

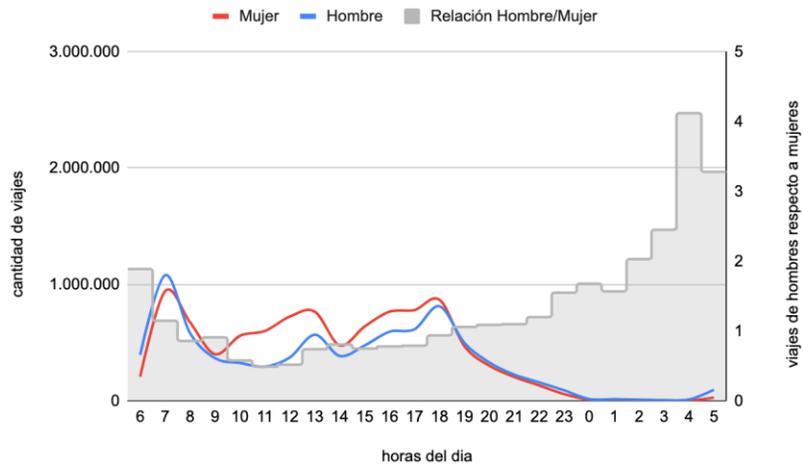
# Santiago de Chile

Se observa que los viajes de mujeres son mayores que los viajes de hombres y que están mas distribuidos durante el día, pero caen fuertemente durante la noche.



## Relación de viajes entre hombres y mujeres

Santiago de Chile, 2012



Fuente: Elaboración propia a partir de EOD Santiago 2012

# Viajes por las noches

Se observa que los viajes de mujeres son mayores que los viajes de hombres y que están mas distribuidos durante el día, pero caen fuertemente durante la noche

Este patrón se replica de forma similar en otras ciudades de América Latina



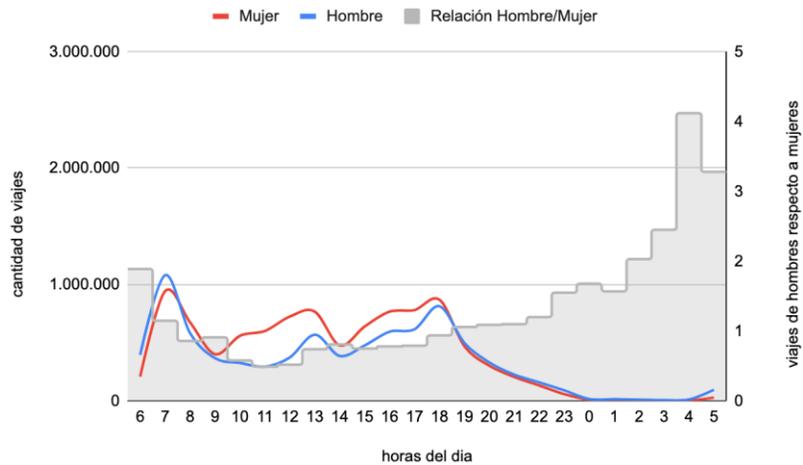
## Santiago

## Ciudad de México

## Sao Paulo

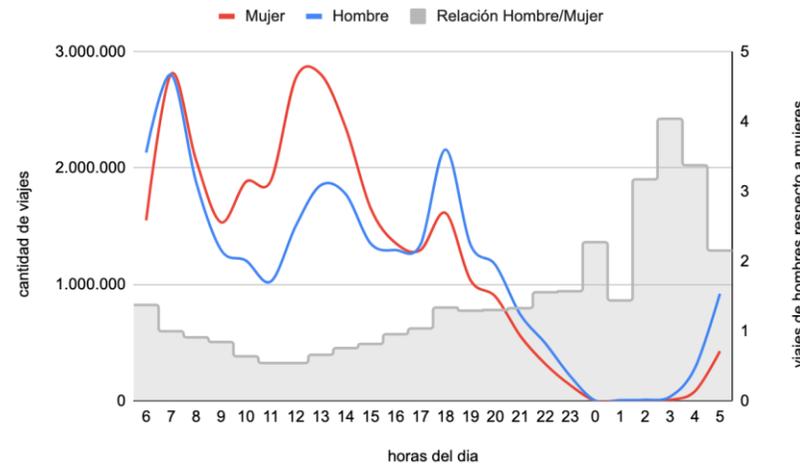
Relación de viajes entre hombres y mujeres

Santiago de Chile, 2012



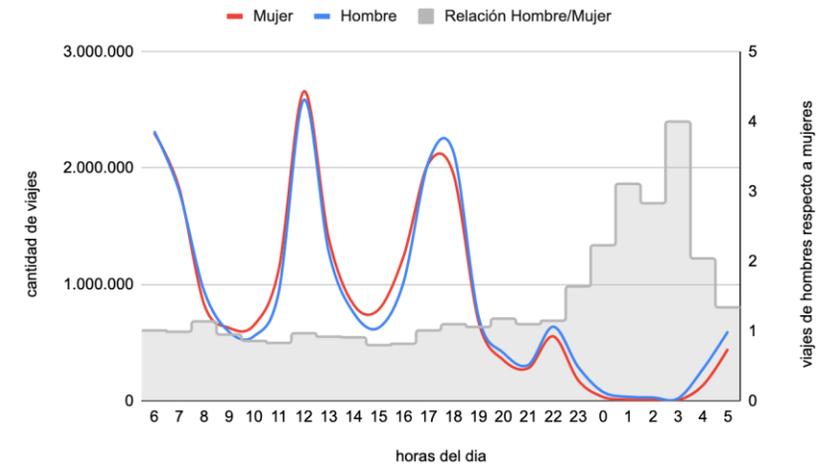
Relación de viajes entre hombres y mujeres

Ciudad de México, 2017



Relación de viajes entre hombres y mujeres

Sao Paulo, 2017



# Comentarios finales

Las EOD son herramientas potentes para abordar la movilidad de las ciudades.

Aunque están pensadas, diseñadas y elaboradas desde el paradigma tradicional del transporte para la planificación de infraestructura de transportes, **se pueden leer desde una perspectiva de movilidad, género, infancia, gerontomovilidad, etc.**

Las encuestas EOD se pueden complementar con nuevas tecnologías de antenas y bigdata de movilidad para mejorar cobertura, tiempo y ajustar proyecciones en periodo (similar a Censos y proyecciones). En la región, los casos de [Sao Paulo](#) y [Machalí](#) son interesantes de observar



# Gracias



Las bases de datos de las EOD están disponibles en el repositorio [Github](#)

Para más detalles de cómo utilizar las EOD y hacer consultas a los datos no se pierda el taller de mañana viernes 6 de mayo.

The screenshot shows a Google Colab notebook titled "AnálisisEOD\_Chile\_Santiago\_2012\_CalculoIndicadores\_ipynb". The code in the notebook is as follows:

```
[ ] q1 = '''SELECT Persona, Sexo
, PONDERADOR_CALIBRADO
, count(*) as n_viajes, AVG(duracion_minutos) as tiempo_total
FROM viajes_personas where duracion_minutos < 150 group by 1,2,3'''

n_viajes = sqldf(q1, locals())

[ ] eod.plot_lmplot(n_viajes)
```

A warning message is displayed: `/usr/local/lib/python3.7/site-packages/seaborn/regression.py:592: UserWarning: sharex is deprecated from the `lmplot` function signature. warnings.warn(msg, UserWarning)`

The plot shows the relationship between the number of trips (x-axis, labeled "# de Viajes") and the average travel time (y-axis, labeled "Tiempo promedio de viaje"). The x-axis ranges from 0 to 14, and the y-axis ranges from -50 to 150. A blue regression line is shown with the equation `slope=-6.293607, intercept=53.5193`. A red horizontal line indicates the median travel time, labeled "Median". A vertical green line is drawn at approximately x=4.

```
[ ] groups = eod.generate_groups(n_viajes)
```

Puede acceder a las bases de datos de las EOD y los cuadernos de estas en el repositorio Github [aquí](#)