

# La Congestión en Santiago

Enrique Cabrera

Gerente de Fernández & Cea  
Ingenieros Limitada

Carlos A. Díaz

Ricardo Sanhueza

Profesores

Centro de Economía de la Empresa

Facultad de Ciencias Económicas y  
Empresariales

Universidad de los Andes

# Introducción

- En 1991: 5,8 mill. de viajes motorizados por día. 68,1% metro o microbuses y 18,5% automóviles.
- En 2001, 9,3 millones de viajes. Automóviles 42%; transporte público 45,5%.
- En 1991 había 93,6 vehículos por cada 1.000 habitantes, en 2001, 147,3.
- La motorización aumentará en los próximos años
- 250 vehículos por cada mil habitantes sugiere el ingreso per cápita chileno

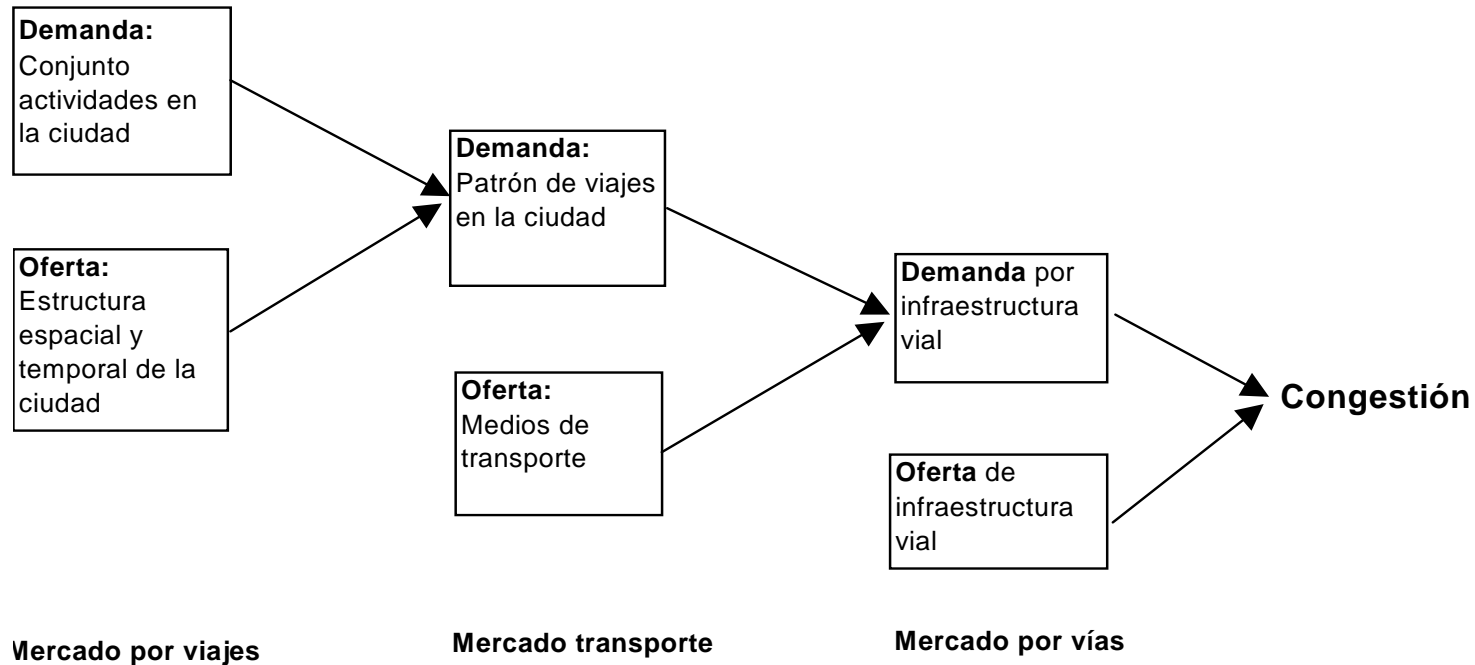
- Se dice encarecer el uso del automóvil mediante cobros, restricciones y prohibiciones, estimular que la gente use el transporte público y regular los usos del suelo para minimizar el número de viajes.
- Argumentamos que tales medidas son incompletas en el mejor de los casos.
- La solución va por un camino distinto.
- En parte, se trata de introducir la tarificación vial y cobrarles a quienes congestionan.

- No es una meta razonable ni deseable terminar con la congestión, ni tampoco se debe regular el uso del suelo para minimizar el número de viajes.
- Una vez que las personas pagan por usar las vías, deberían ser libres de elegir cómo trasladarse y dónde vivir, trabajar y entretenerse.

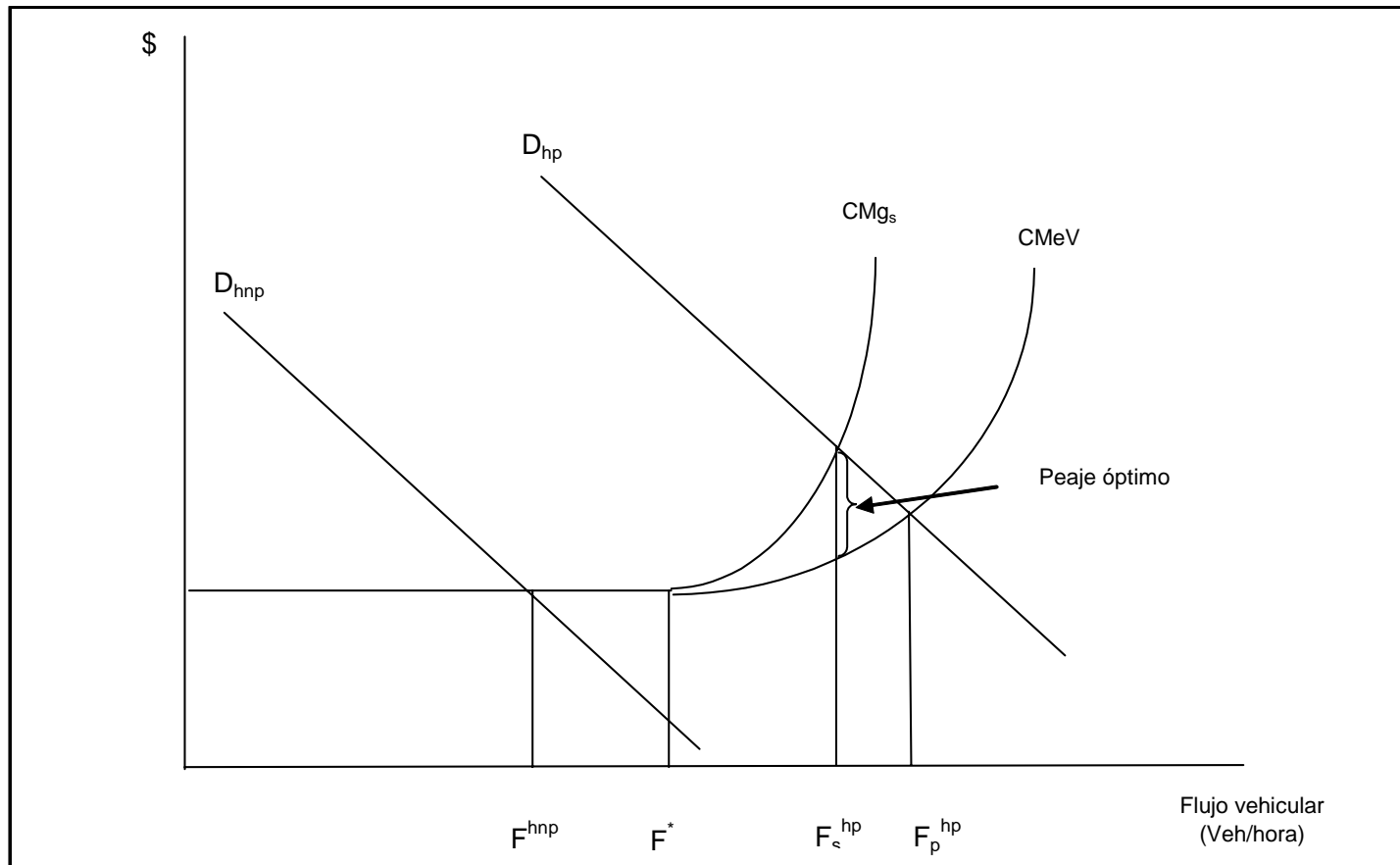
# ¿Qué es la congestión?

- La congestión es un fenómeno complejo pero su descripción es simple.
- Una vez que circulan suficientes vehículos por una vía se estorban unos a otros y la velocidad de circulación cae. Así, por culpa de la congestión el tiempo del viaje aumenta.

# Determinantes de la congestión



# Precisando el problema: congestión excesiva



# La solución del problema

- Distinción entre congestión a secas y congestión excesiva es muy relevante.
- La creencia de que toda congestión es indeseable supone que el flujo libre a toda hora es el ideal.
- Una manera de lograrlo: ampliar la capacidad vial actual lo suficiente para que el flujo sea libre
- Luego continuar construyendo al ritmo del aumento de la demanda por vías.
- Tal política sería prohibitivamente cara, y tal vez por eso la propuesta más común es actuar sobre la demanda por vías y restringir el flujo de vehículos.
- ¿Por qué no conviene eliminar toda la congestión?



- El fin de la política pública no debe ser eliminar la congestión ni minimizar los tiempos o el número de viajes, sino lograr que al decidir usar la vía cada conductor considere todos los costos, incluido el retraso que les causa al resto de los conductores.
- La manera de hacerlo es cobrarle a cada vehículo un peaje igual a la diferencia entre el costo social y el costo privado.

# Las causas de la congestión en Santiago

- Mayor población
- Extensión de la ciudad
- Mayor motorización por el aumento de los ingresos
- Aumento de la demanda ha superado con creces la expansión de la oferta de vías

# Políticas públicas para mitigar la congestión excesiva

- Regular el uso del suelo y la distribución de las actividades en la ciudad
- Restringir la circulación
- Mejorar el transporte público
- Restricción vehicular
- Subir los permisos de circulación

- Gestión de la capacidad: sistemas de información y de gestión de tráfico
- Construcción de nuevas vías
- Vías reversibles, vías segregadas, restricción al estacionamiento en las calles, restricciones de acceso a camiones de carga a determinadas vías, cobrar por estacionarse.
- Impuesto a los combustibles

# La tarificación vial: el problema político

- Si la tarificación vial soluciona el problema, ¿por qué no se adopta?
- El problema no es técnico
- Es lograr que los ciudadanos la acepten para que los políticos que impulsen el proyecto obtengan algún beneficio electoral.
- Si se cobra por usar las vías que ya existen y los peajes se los deja para sí el fisco, los usuarios terminarán peor, a pesar de que la congestión disminuya.

# Tarificación vial: haciéndola viable

Tres condiciones necesarias para que la gente acepte pagar por usar vías congestionadas:

- Debe entender que es eficaz para mitigar la congestión excesiva;
- Los fondos que se recauden debieran gastarse en cosas que beneficien a quienes pagan
- Las tarifas debieran ser simples y comprensibles.

## III. Midiendo la Congestión

### Objetivo

#### **Objetivo:**

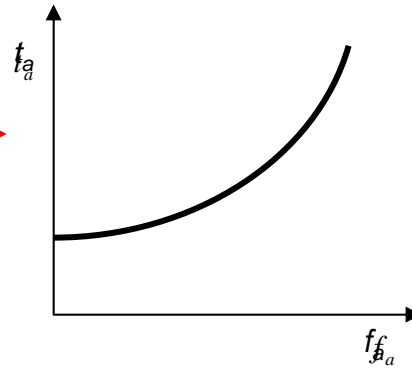
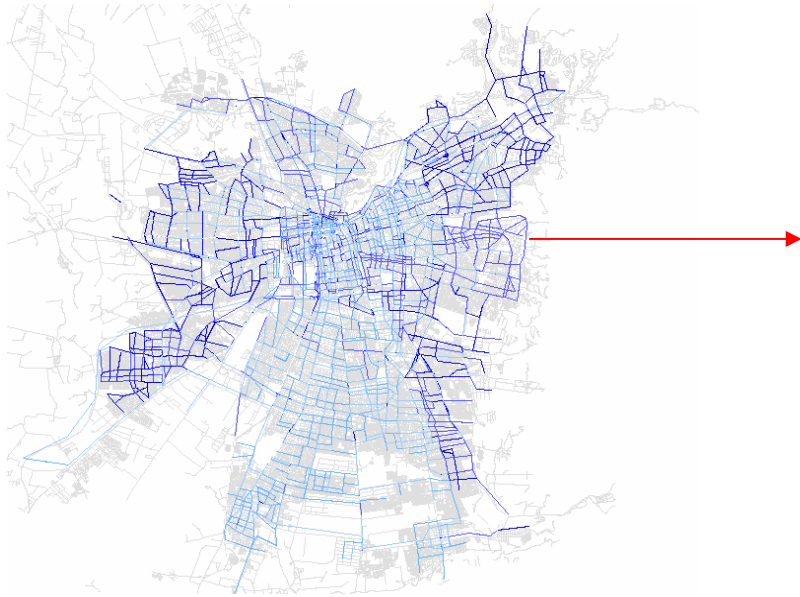
Disponer de un criterio objetivo para determinar el grado de **congestión** de la ciudad de Santiago, valorándola en la situación Actual (Diagnóstico) y planteando un Pronóstico.

Su definición se basó en la revisión de la literatura especializada y en la disponibilidad de información existente.

#### **Revisión experiencia Internacional y Nacional:**

En las realidades en que esta práctica es usual (Londres, EEUU, y países Europeos), se usan fundamentalmente indicadores relativos a una situación sin congestión (desplazamiento en condiciones de flujo libre); planteado así, el nivel de congestión se puede monitorear en el tiempo respecto de un valor estable.

### III. Midiendo la Congestión Conceptualización



$$t_a = t_a^0 \left( 1 + \alpha \left( \frac{f_a}{k_a} \right)^\beta \right)$$

Función **BPR** (**B**ureau of **P**ublic **R**oads), forma funcional que presenta ventajas algorítmicas cuando se utiliza en el contexto de modelos de transporte.

$t_a^0$ : tiempo de viaje a flujo libre en el arco  $a$  (sin flujo vehicular). Se expresa en minutos o segundos.

$f_a$ : flujo total en el arco  $a$ . Normalmente se expresa en vehículos equivalentes, unidad que permite representar vehículos de diferente tamaño (autos, buses, etc.).

$k_a$ : capacidad del arco  $a$ , expresado en vehículos equivalentes.

$\alpha, \beta$ : parámetros de calibración.



### III. Midiendo la Congestión Métricas

INDICE 1:  $Disminución\ Velocidad\ Sistema^{p,t} = \frac{\sum_{a \in A} PV_a^{p,t} \cdot k_a^{p,t}}{\sum_{a \in A} k_a^{p,t}}; \quad \forall(p, t)$

INDICE 2:  $PV_a^{p,t} = \frac{\{V_a^{0^{p,t}} - V_a^{k^{p,t}}\}}{V_a^{0^{p,t}}}; \quad \forall(a, p, t)$

INDICE 3: Velocidad (Rapidez) media de desplazamiento en el sistema.

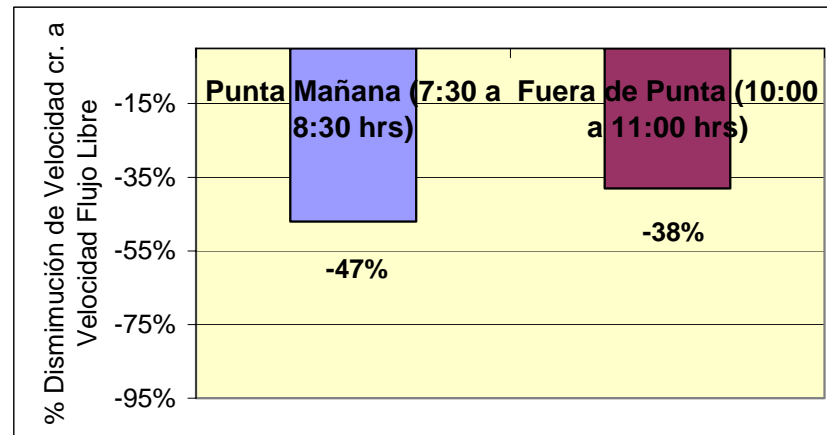
Construido a base de Información “medida” en el sistema (EOD-2001, SECTRA). Se empleó el método del vehículo flotante[1], que, fundamentalmente, consiste en conducir un vehículo en una ruta predeterminada a la velocidad típica del resto de los vehículos (circular “flotando” en el pelotón). Se midió velocidades (GPS) en un lapso comprendido entre las 7:00 hrs y las 11:00 hrs, horario que comprende los períodos de punta de la mañana (7.30 a 8:30 hrs) y fuera de punta (10:00 a 11.00 hrs). Asimismo, se recolectó información de velocidad en condición de “flujo libre” (sin congestión),

[1] Urban Road Traffic Surveys-Overseas Road Note 11. TRL, 1993.

### III. Midiendo la Congestión Diagnóstico Global

Tabla 1: Indicadores de Congestión en Santiago, Año 2001

Período-Año 2001	INDICE 1	INDICE 3
Punta Mañana (7:30 a 8:30 hrs)	-47%	23
Fuera de Punta (10:00 a 11:00 hrs)	-38%	28

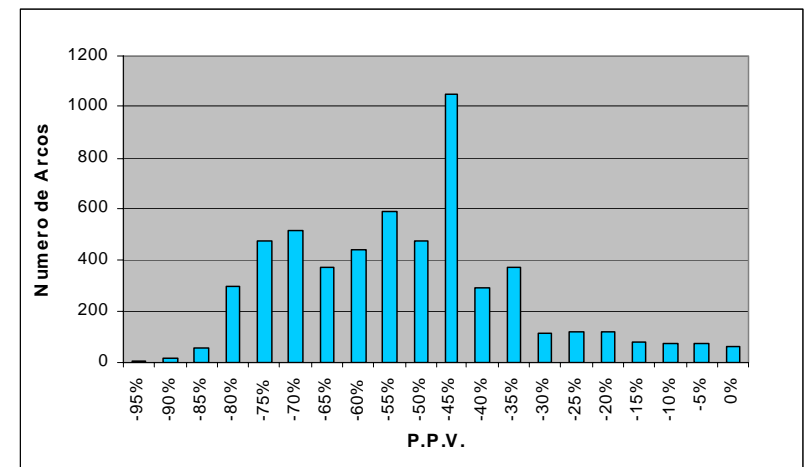


En términos promedio, el tiempo de viaje en punta mañana (AM) casi se **duplica** en relación a la situación sin congestión, notar que en FP, también se aumenta en forma importante (aunque la percepción común es que la situación es mucho más aliviada). Eso se explica por que se trata de un índice en las calles efectivamente usadas (calles poco usadas no inciden en forma relevante en cálculo).

# III. Midiendo la Congestión Diagnóstico Detallado (Punta Mañana)

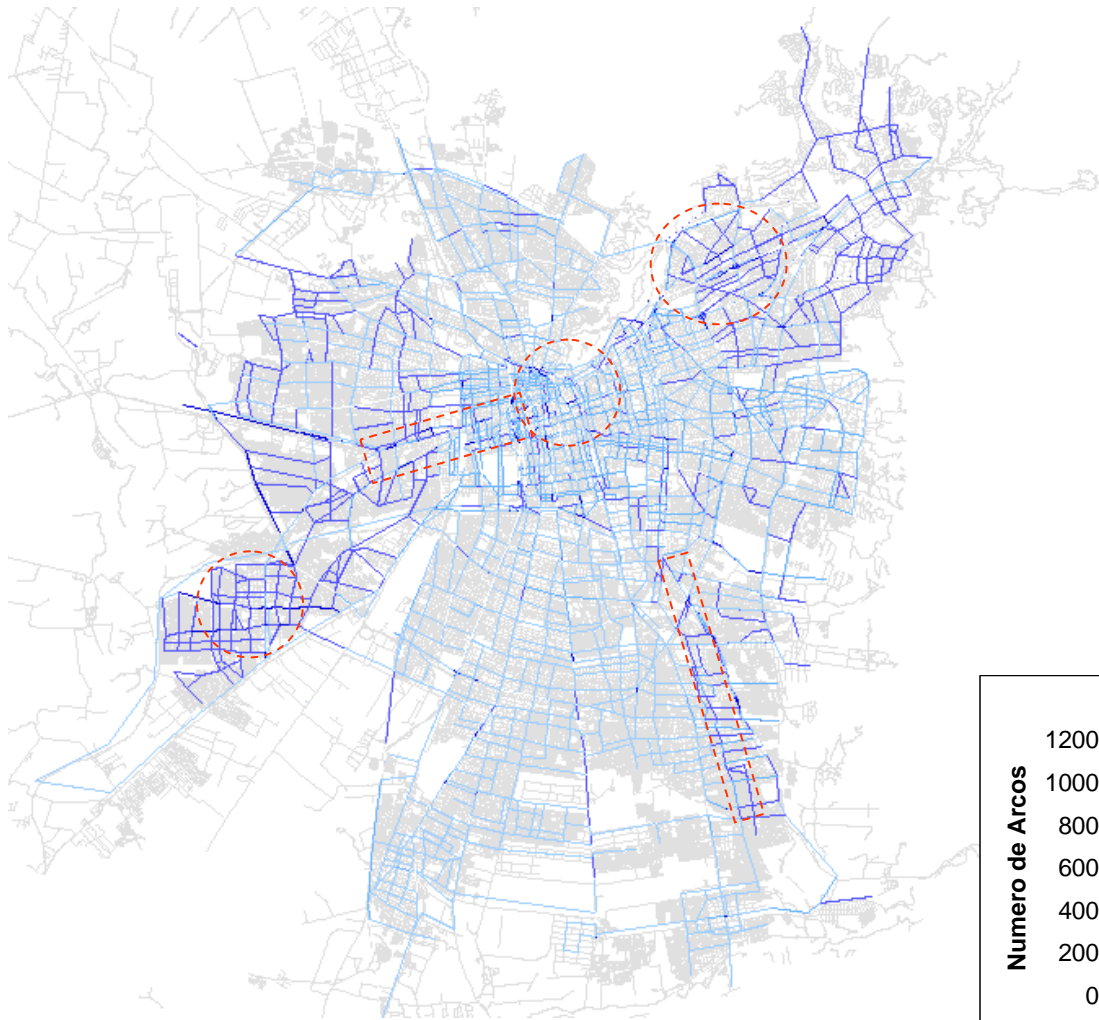


Color	desde	hasta	Número de arcos
azul oscuro	-100%	-70%	1.376
azul claro	-70%	-55%	1.410
celeste	-55%	-45%	1.523
celeste claro	-45%	0%	1.326

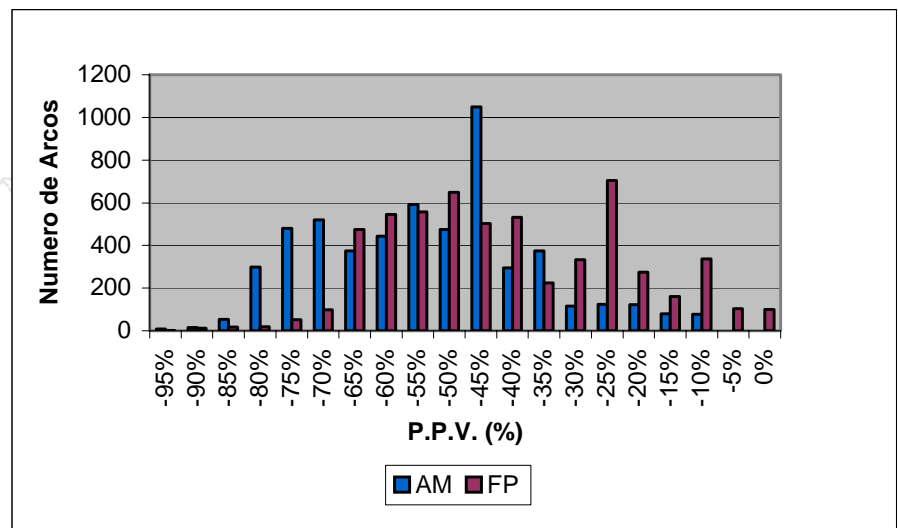
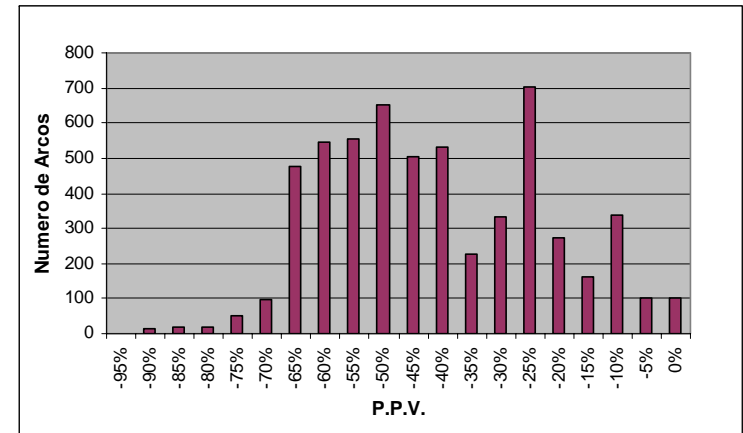


Congestión en Ejes y Areas.

# III. Midiendo la Congestión Diagnóstico Detallado (Fuera de Punta)



Color	desde	hasta	Número de arcos
azul oscuro	-100%	-58%	1.449
azul claro	-58%	-45%	1.402
celeste	-45%	-29%	1.376
celeste claro	-29%	-1%	1.447



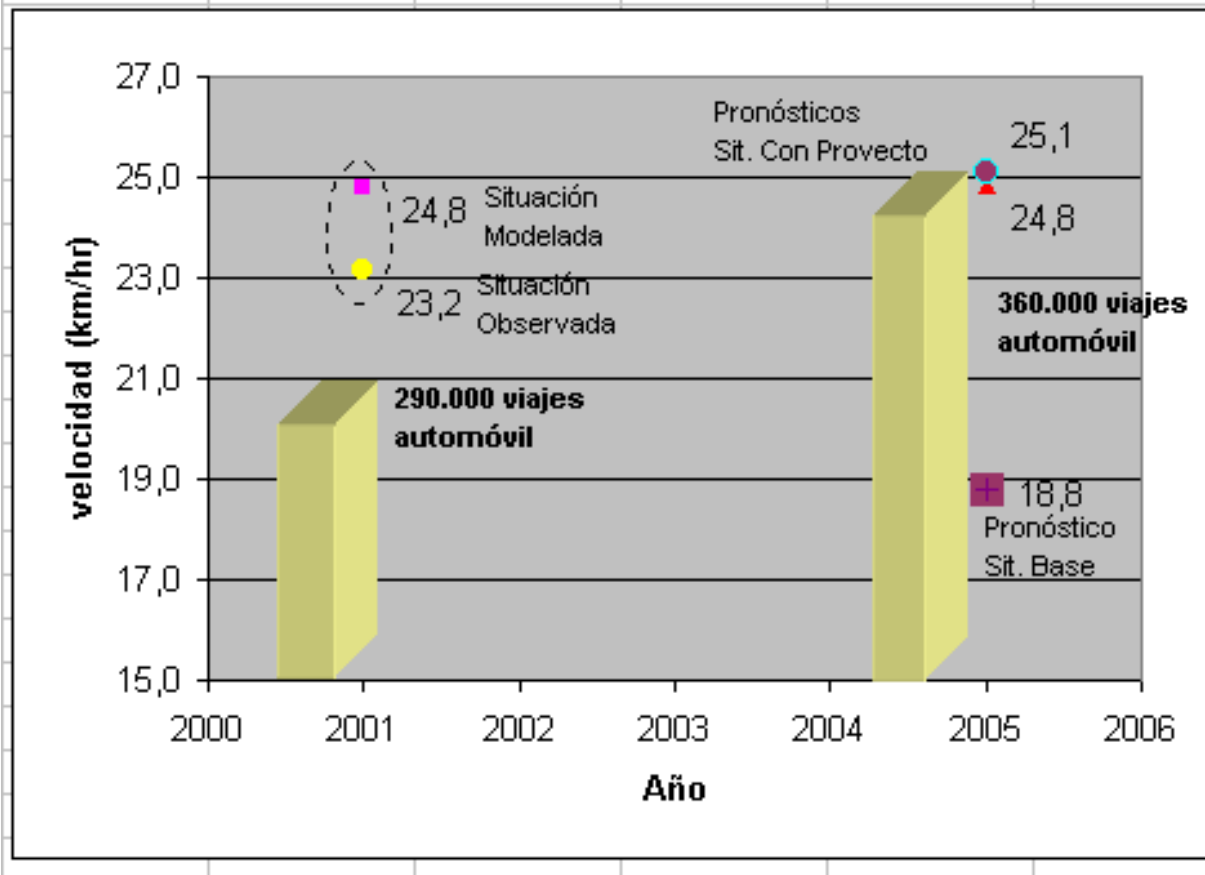
Congestión en Ejes.

## III. Midiendo la Congestión

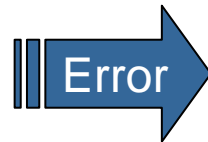
### Conclusiones de Diagnóstico

1. La velocidad media de viaje en punta mañana disminuye a casi la **mitad** de la velocidad a flujo libre (INDICE 2 = 47%). En fuera de punta la velocidad también disminuye en forma relevante (INDICE 2 = 38%). Esto implica que las personas deben destinar un tiempo para sus desplazamientos que aumenta a casi el **doblo en punta** y en un **60% en fuera de punta**.
2. La congestión no **es espacialmente extendida en la ciudad**. Existen áreas que exhiben un deterioro en su nivel de servicio importante y otras en que eso no sucede. Lo relevante es que en punta mañana se aprecia congestión importante en ejes y áreas, lo que da cuenta de un fenómeno típico a este nivel. En fuera de punta se verifica síntomas de congestión en ejes y no en áreas.
3. La congestión no es algo **temporalmente extendido en la ciudad**. En general las condiciones de desplazamiento no se encuentran tan deterioradas en lapsos de fuera de punta. En ese caso, la congestión se manifiesta en focos puntuales y ciertos ejes.  
Sí resulta relevante que los mismos puntos congestionados en fuera de punta también lo están en períodos punta, aunque naturalmente con una menor intensidad.

### III. Midiendo la Congestión Pronóstico



¿nada ha pasado?



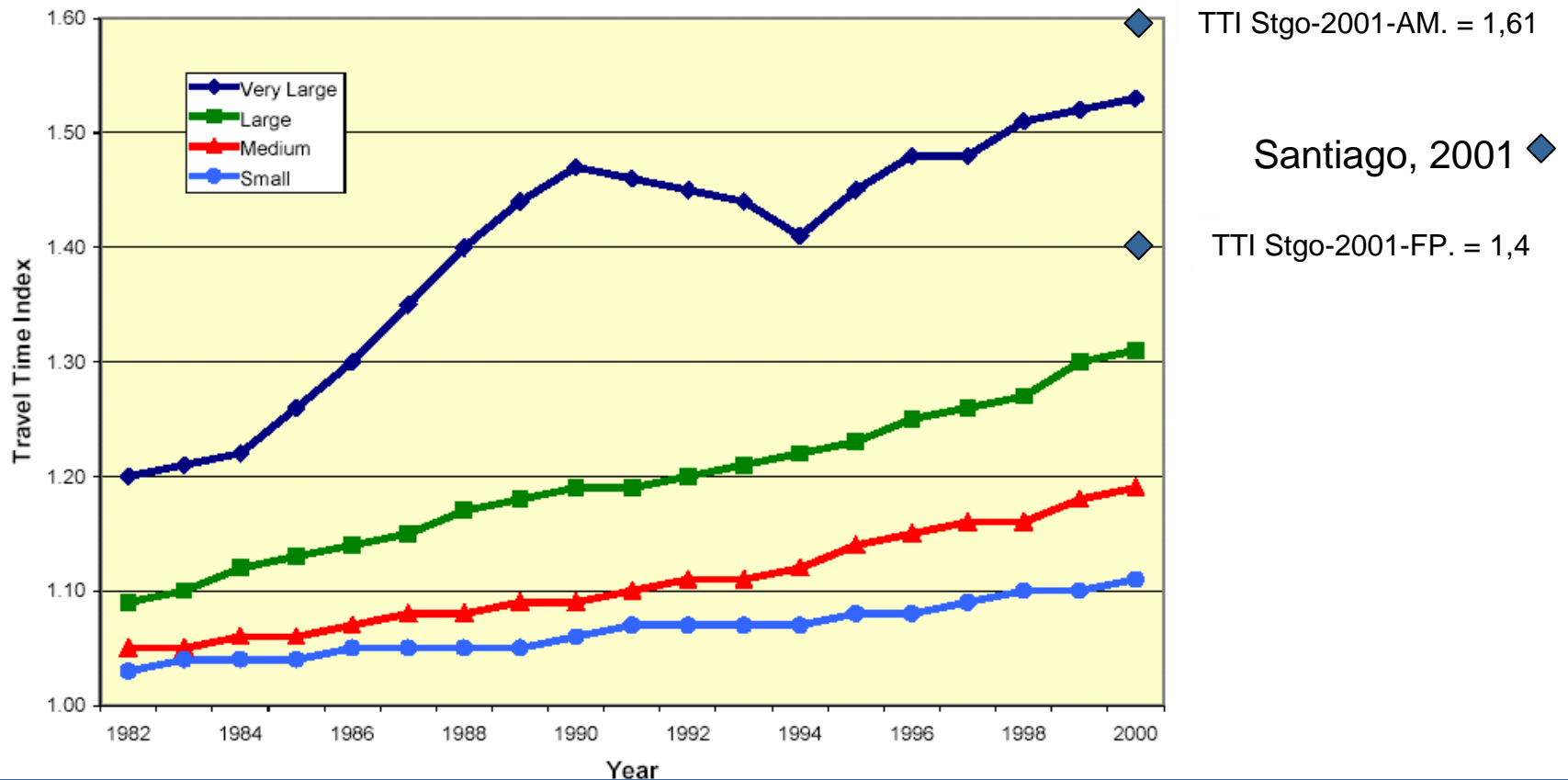
Lo relevante es que si se compara situación actual con “no haber hecho nada” (Situación Base), la mejora es enorme. Beneficios sociales que justificaron la decisión de inversión.

Al comparar situación 2005 vs 2001, la mejora es evidente ya que existen muchos nuevos usuarios del sistema que viajan con un nivel de servicio similar al de 2001.

### III. Midiendo la Congestión

¿Cómo estamos respecto de otras realidades?

Exhibit 1. Growth in Peak Period Travel Time, 1982 to 2000



Fuente: The 2002 Urban Mobility Report, Texas Transportation Institute, The Texas A&M University System, June 2002.

Nota: Estudio TMR consigna valores para accesos a ciudades (free way) y vias urbanas principales". Antecedentes Santiago calculados para un subconjunto consistente de ejes.

# III. Midiendo la Congestión

## ¿Cómo estamos respecto de otras realidades?

Exhibit 3. What Congestion Level Should We Expect?  
(Range of Travel Time Index Values in Each Group)

