



Casa abierta al tiempo

# **Modelo microscópico, visual, estocástico y en tiempo real para el transporte urbano de la Ciudad de México**

**Dr. Nicolás Domínguez Vergara**  
**Universidad Autónoma Metropolitana**

Universidad Autónoma de la Ciudad de México

1o. de noviembre de 2005

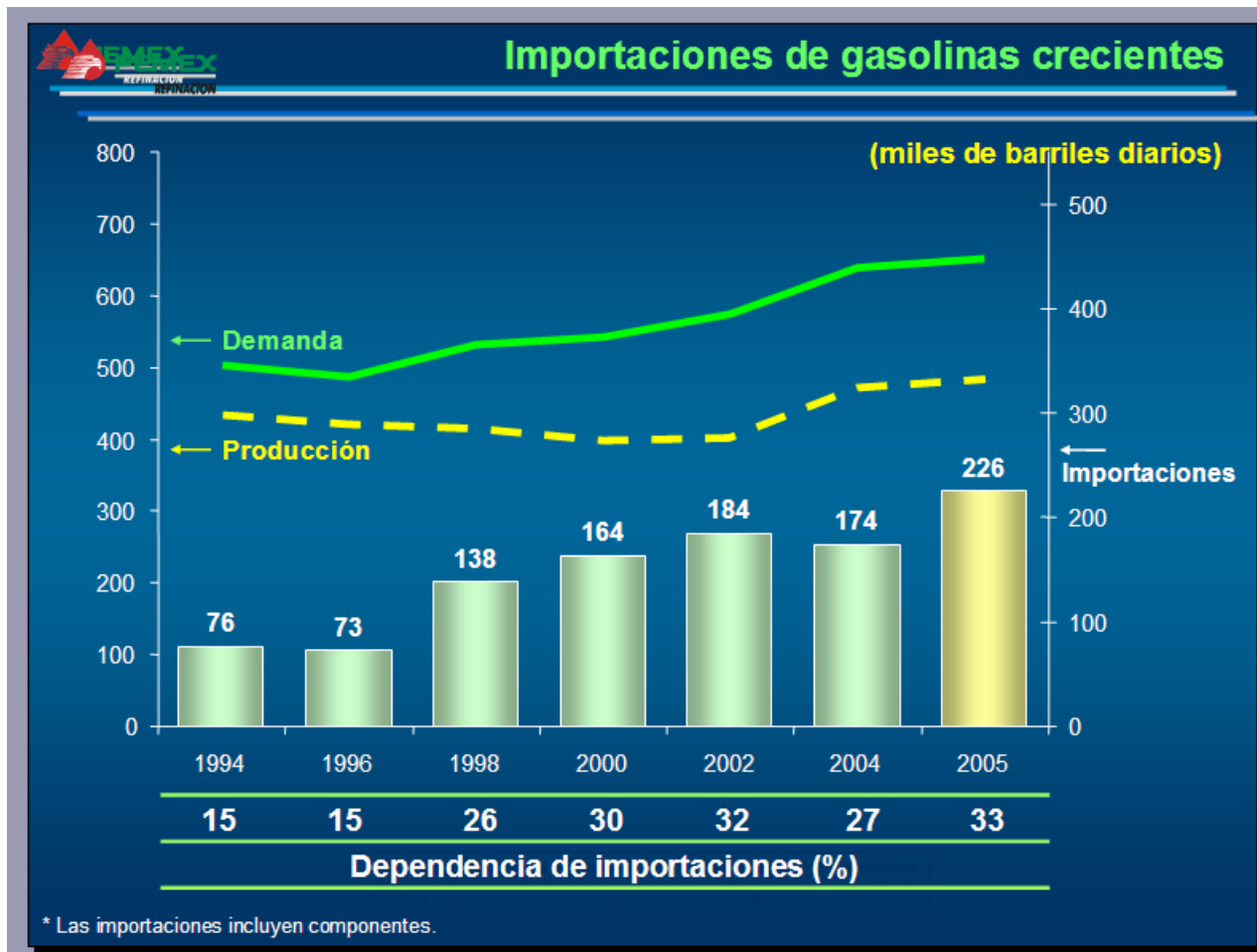
# Contenido

- Tránsito y combustibles en la Ciudad
- Emisiones
- MITECHA (primer modelo)
- Modelo de rapidez (al estilo Bando)
- Calle circular con semáforo o tope
- Modelo de calles rectas
- Conclusiones

# Tránsito y combustibles en la Ciudad de México

- ↗ Hay más de 3 millones de vehículos en las calles
- ↗ La edad promedio de la flota vehicular es de varios años
- ↗ El autotransporte demanda más del 40% del total de energía
- ↗ El sector transporte consume más del 50% de los petrolíferos en la ciudad
- ↗ México importa más del 30% de la gasolina que consume
- ↗ Muchos choferes de taxis y microbuses ignoran el reglamento de tránsito. Se pasan los altos o dan vuelta en U en donde no se permite
- ↗ Hay muchas calles con topes y baches
- ↗ Cuando llueve o se realizan manifestaciones se agudizan los problemas
- ↗ Siguen proponiéndose soluciones para disminuir los congestionamientos y la contaminación
- ↗ No existen herramientas apropiadas y precisas para estudiar integralmente el tránsito y sus emisiones contaminantes
- ↗ Modelar el tránsito urbano de la Ciudad de México es un desafío

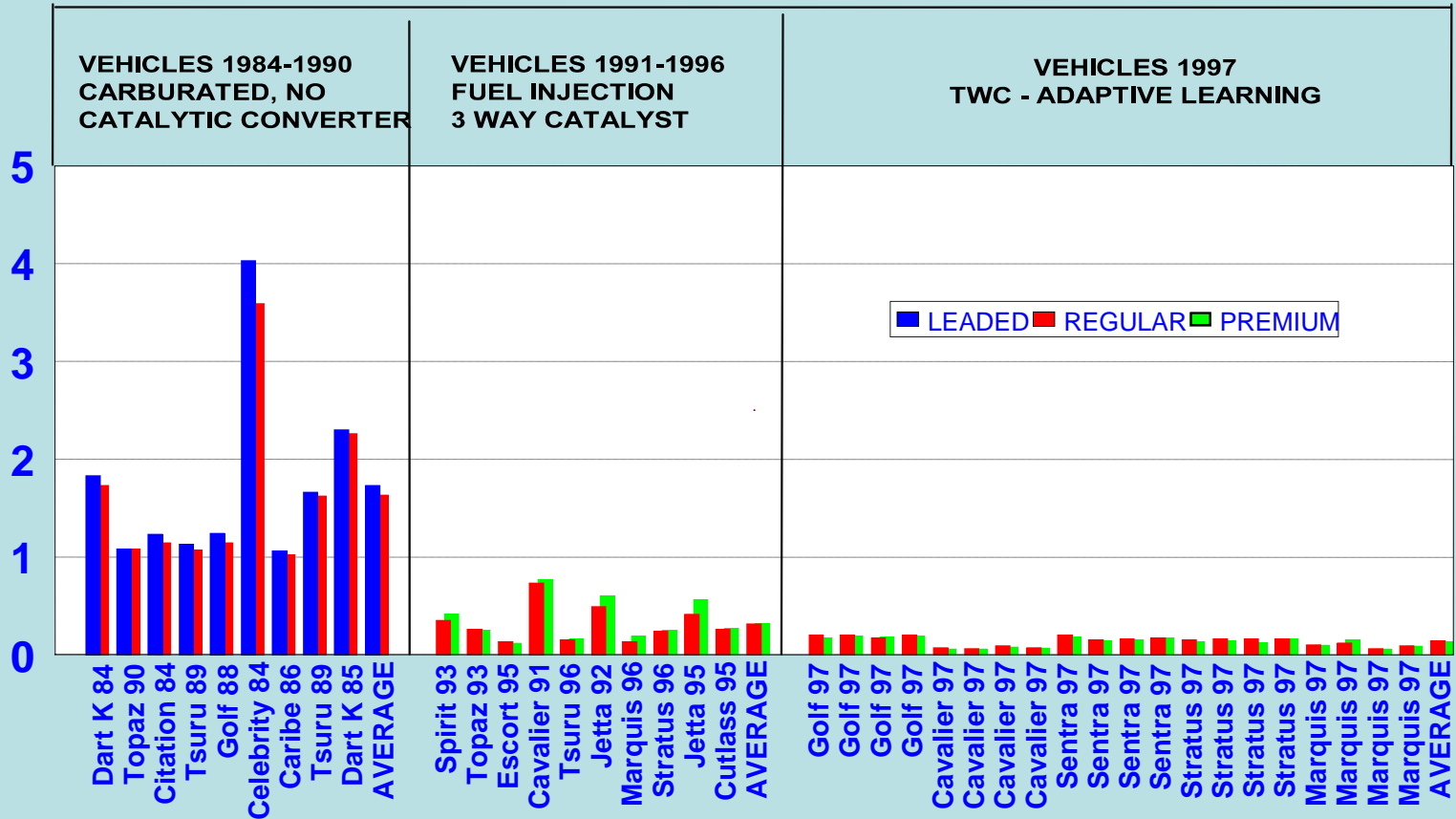
# Importaciones de gasolina

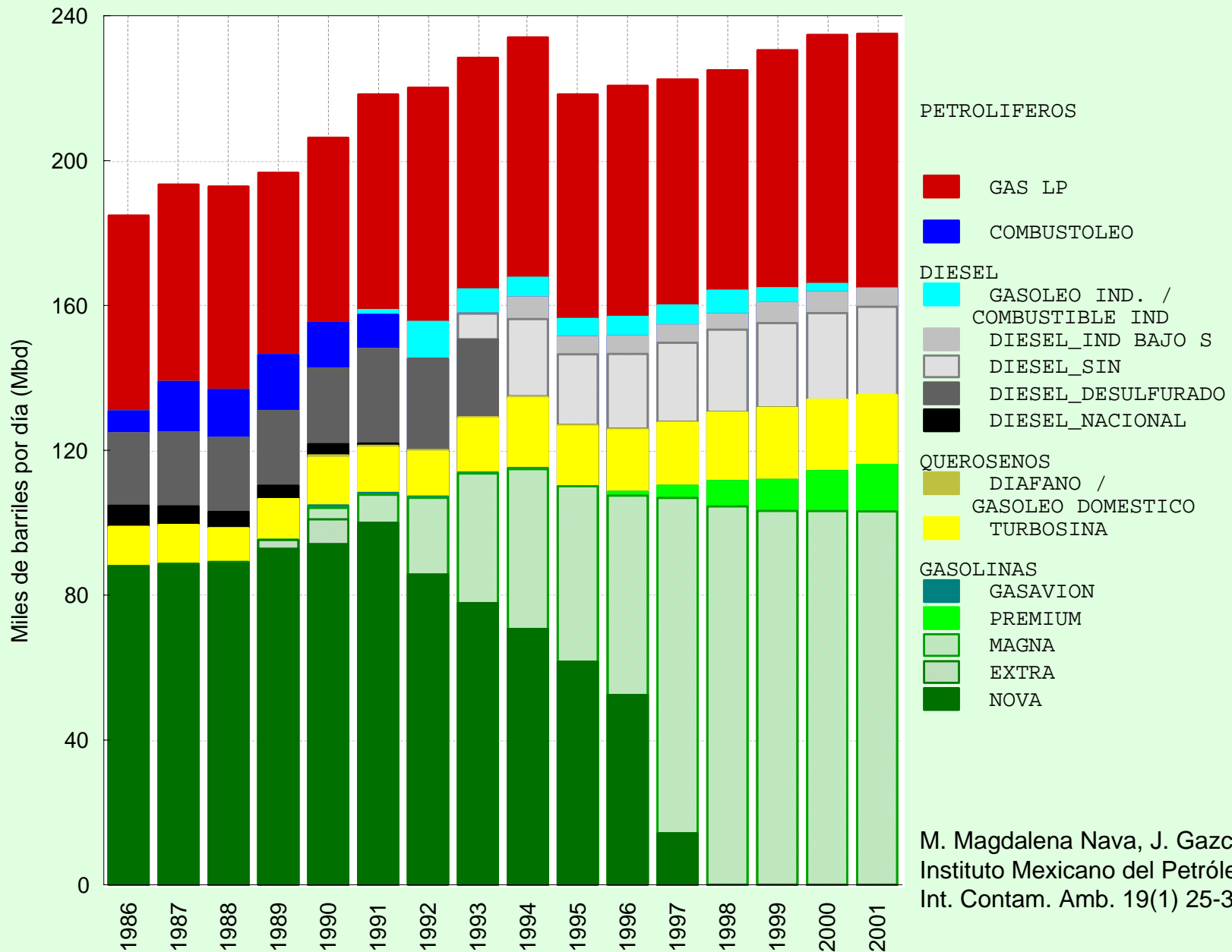


# EXHAUST EMISSIONS FROM EACH FLEET TECHNOLOGY AND FUEL

Luis Díaz et al., Instituto Mexicano del Petróleo, 2000

## HC (g/Km)





M. Magdalena Nava, J. Gazca, et al.,  
 Instituto Mexicano del Petróleo, Rev.  
 Int. Contam. Amb. 19(1) 25-36,2003

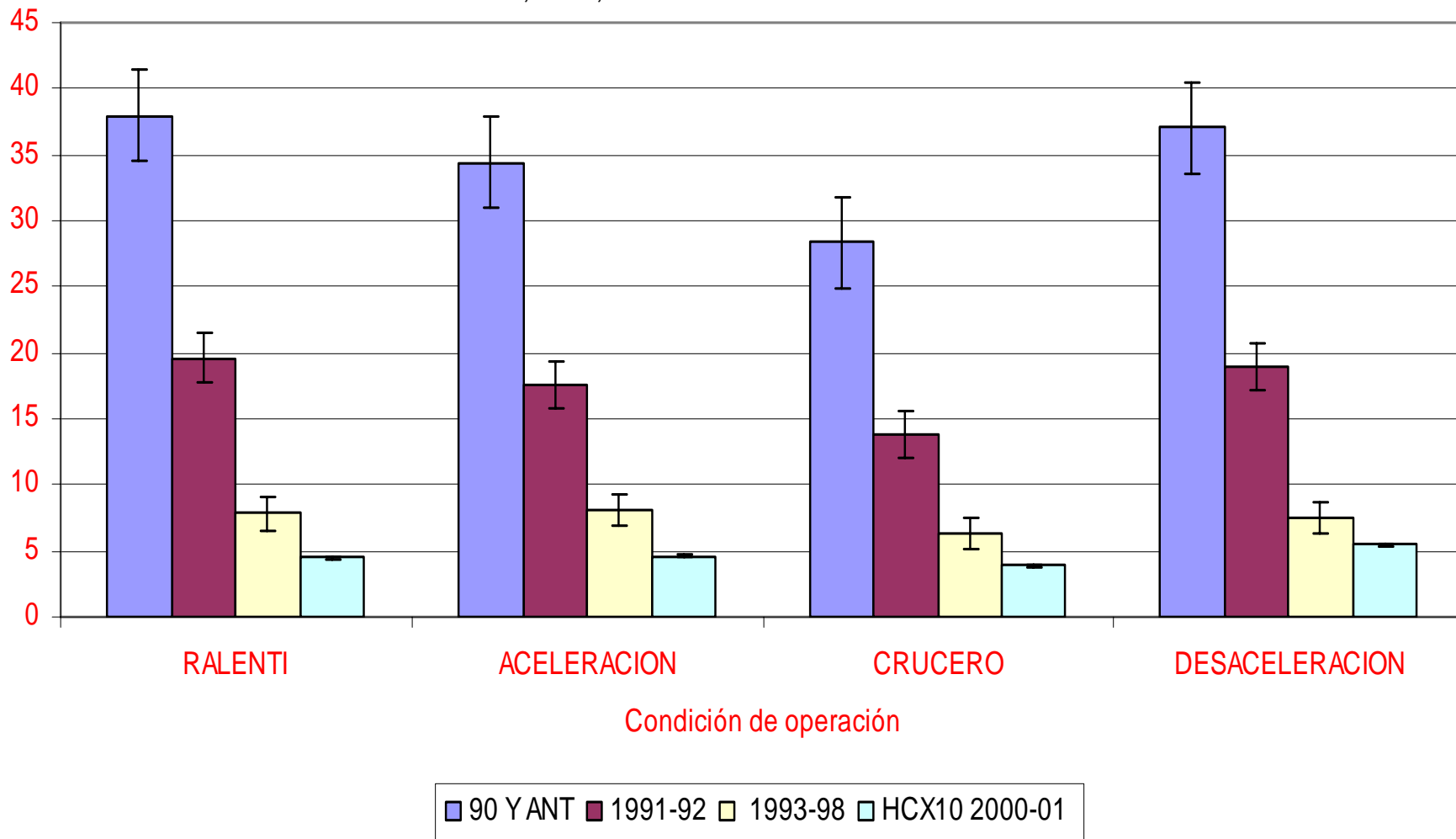
# Patrones de manejo

Promedio ponderado de 67 rutas realizadas en el 2000

Parámetros	Urbano ZMVM	EPA FTP-75
Velocidad promedio (km/hr)	<b>24.1</b>	<b>31.7</b>
Velocidad máxima (km/hr)	78.1	91.2
Velocidad Constante (% tiempo)	<b>5.3</b>	<b>20.0</b>
Aceleración, %	38.0	34.0
Desaceleración, %	31.4	28.8
Ralenti, %	<b>25.3</b>	<b>17.2</b>
Paradas/ km	<b>2.3</b>	<b>1.4</b>

# Emisiones promedio por condición de operación Hidrocarburos, g/l

L. Díaz, et al., Instituto Mexicano del Petróleo



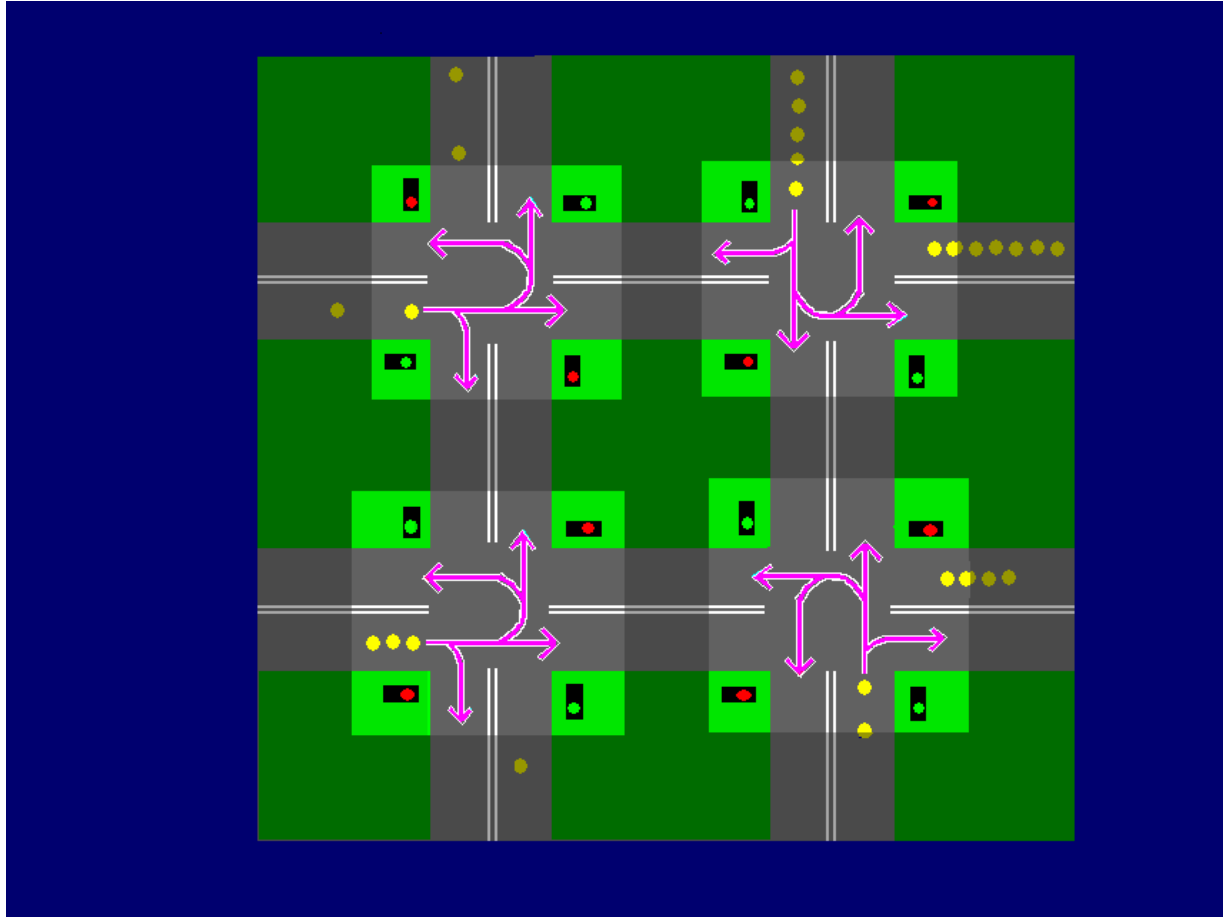
Pruebas de laboratorio realizadas en 36 vehículos de los 4 estratos tecnológicos

# Emisiones de HC en gramos por litro

## 4 grupos tecnológicos

	Rojo (-90) Fairmont 81	Amarillo (91-92) Tsuru 91	Azul (93-98) Pick up 95	Verde (98-02) Hon Civic 2000
Ralentí	38.5	22.4	4.70	0.41
Aceleración	33.6	14.5	3.87	0.51
Deceleración	28.5	14.5	5.80	0.45
Estado esta-	28.8	10.3	2.00	0.38
	Topaz 90	Spirit 92	Spirit 93	Cavalier 2000
Ralentí	23.0	35.2	2.43	0.36
Aceleración	24.3	28.1	2.90	0.52
Decelerac	26.2	36.3	3.54	0.49
Estado esta-	22.8	23.3	3.02	0.40
	VW 90	VW Jetta 92	Escort 95	VW Jetta 2001
Ralentí	52.4	24.9	19.9	0.46
Aceleración	58.3	18.4	13.8	0.23
Decelerac	68.5	23.7	15.2	0.36
Estado esta-	52.6	11.6	11.3	0.20

# MITECHA (primer modelo)



## Modelo que permite vueltas en U

Estudiantes (UNAM): Hervery Villanueva y Luis Hernández

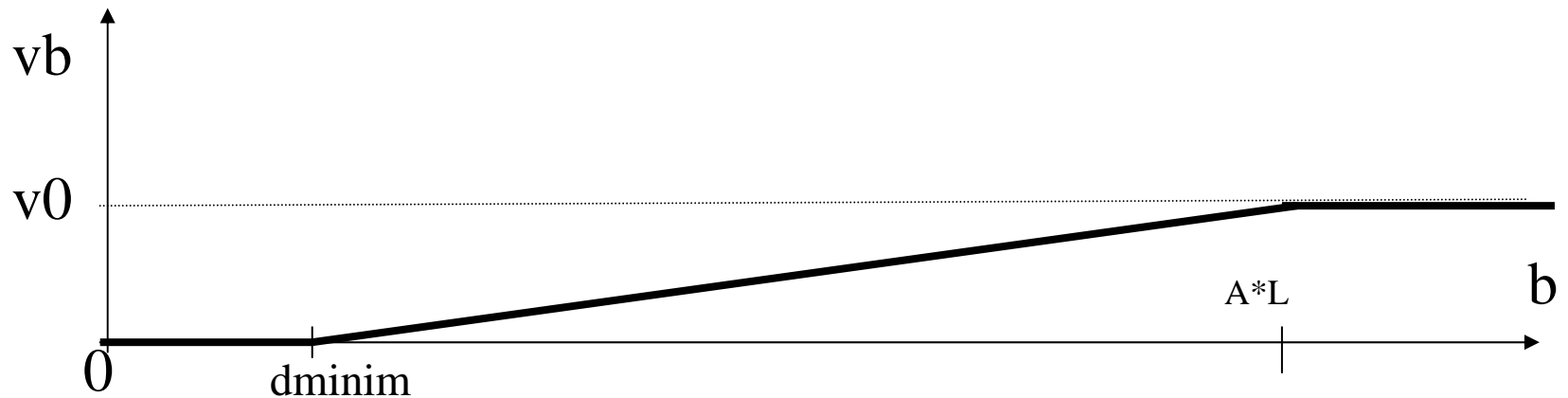
Investigación para el *Desarrollo de Combustibles de Bajo Impacto Ambiental*. Libro digital. ISBN 96848901292. Editorial IMP.

Patrocinado por el proyecto *Inv. para el desarr. de comb. de bajo impacto ambiental*.

# Modelo de rapidez (a la Bando)

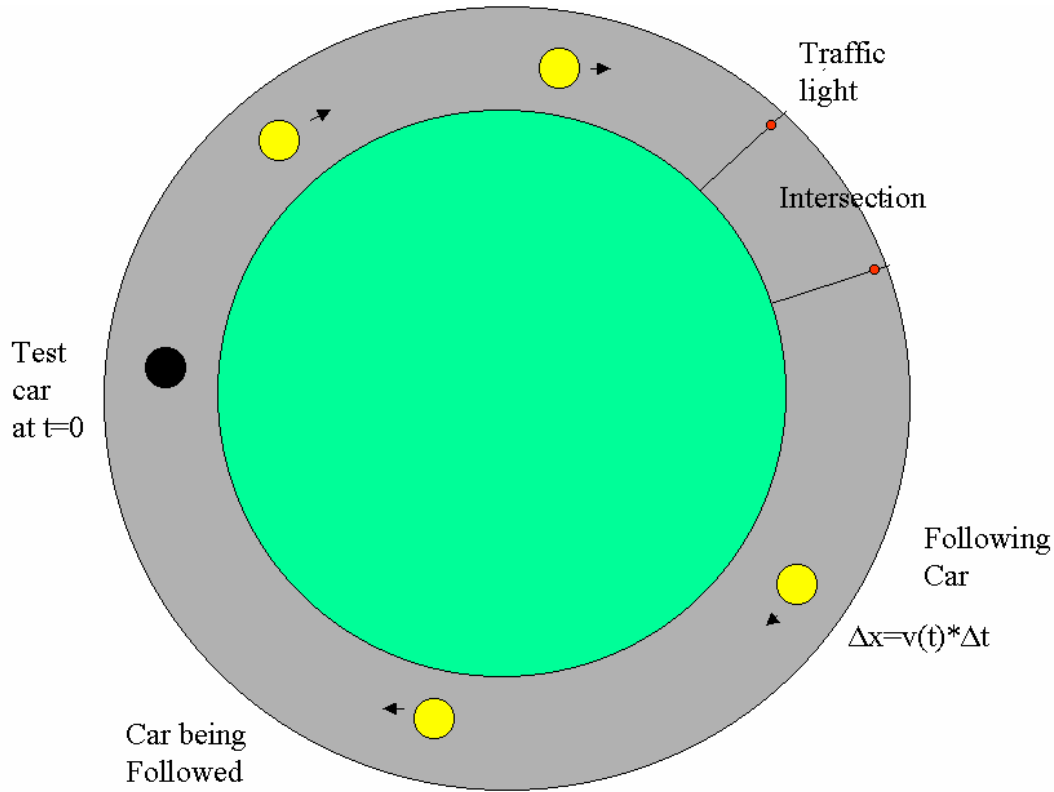
$$v_b = \begin{cases} 0 & b \leq d_{\text{minim}} \\ v_0 \frac{b - d_{\text{minim}}}{A * L - d_{\text{minim}}} & d_{\text{minim}} < b < A * L \\ v_0 & b \geq A * L \end{cases}$$

$$\begin{aligned} b &\leq d_{\text{minim}} \\ d_{\text{minim}} &< b < A * L \\ b &\geq A * L \end{aligned}$$



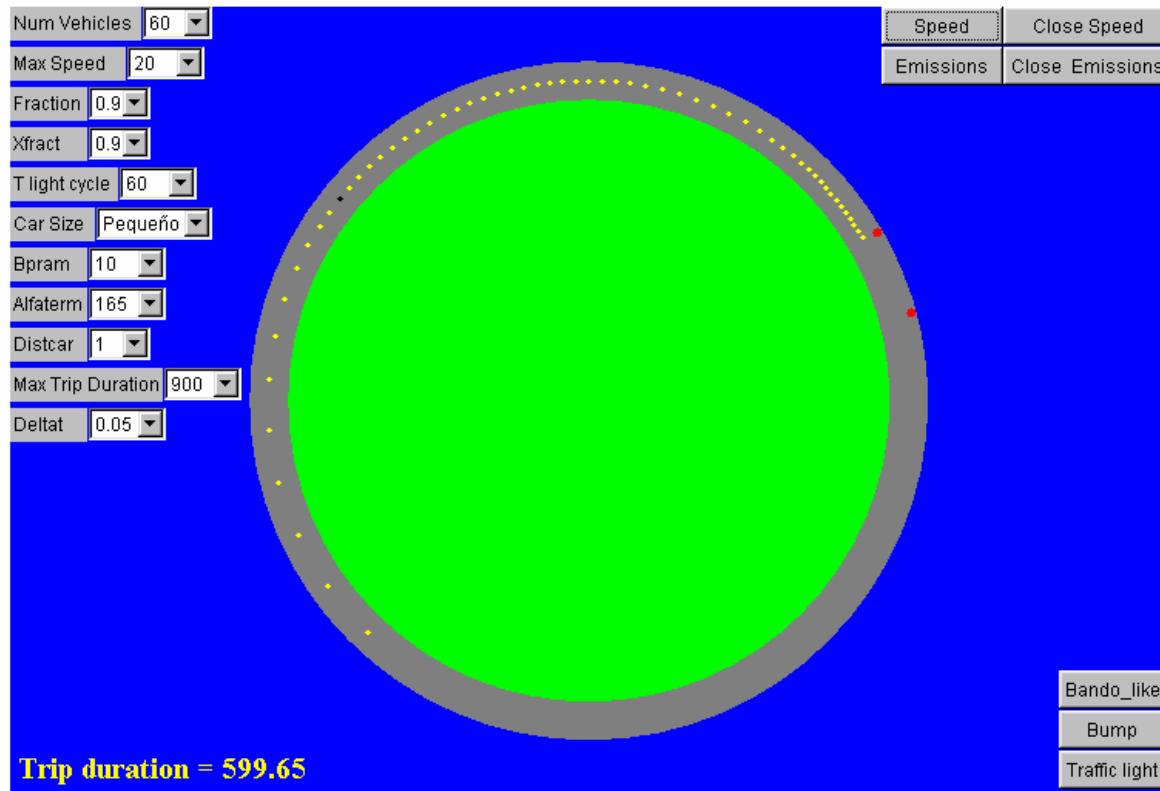
Bando, M., Hasebe, K., Nayakama, A., Shibata, A., and Sugiyama, Y. *Phys. Rev. E* 51, 1035 (1995). Pages 1035-1042.

# Calle circular con semáforo o tope

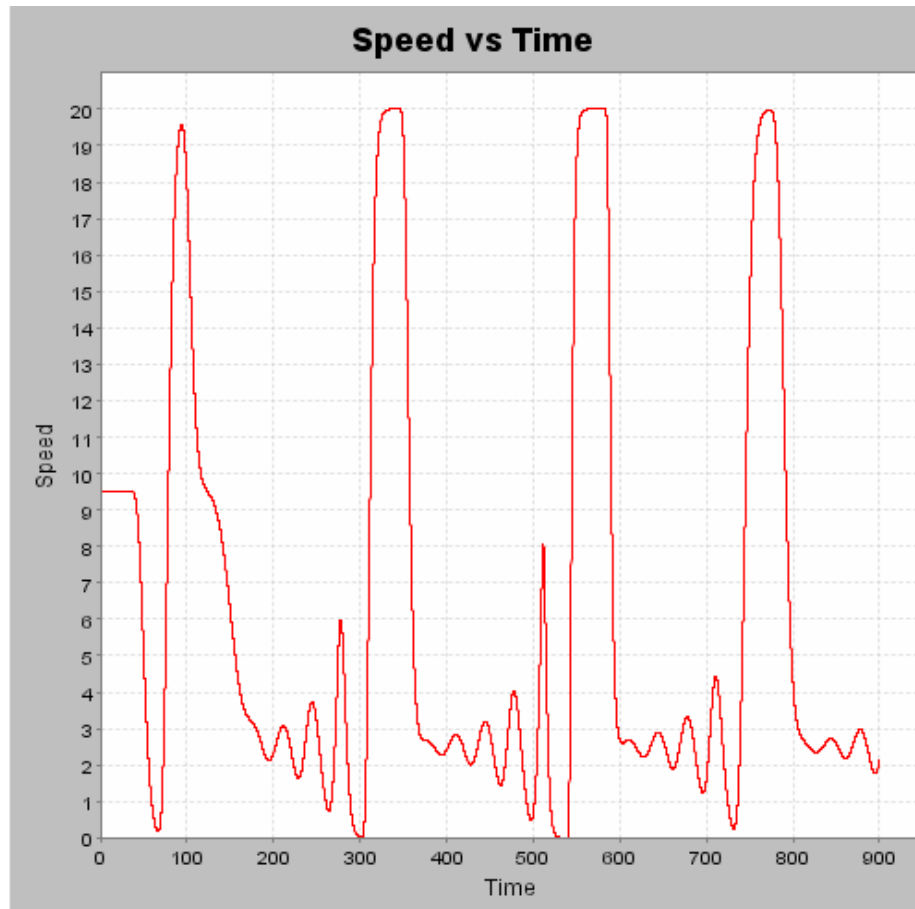


Estudiantes (UAM): Victor Jair Gutiérrez y Mauricio Jaquez  
Proyecto terminal

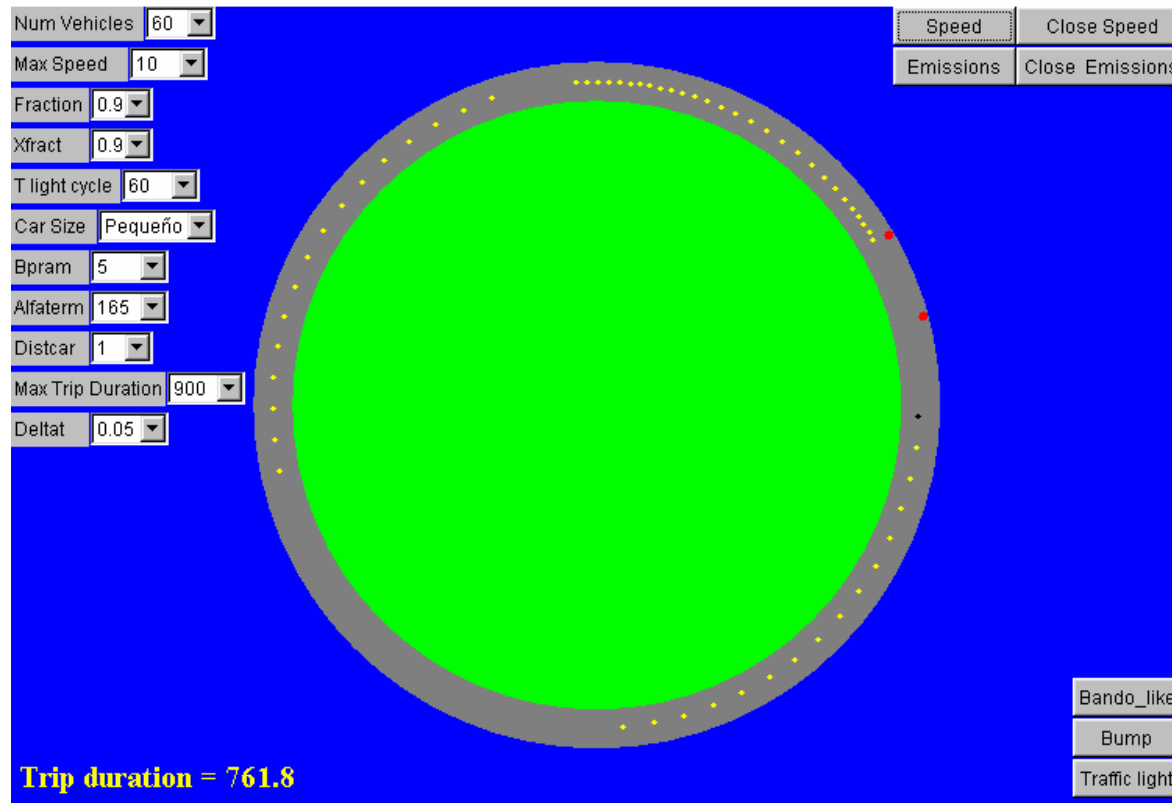
# Pruebas del funcionamiento del semáforo y tope



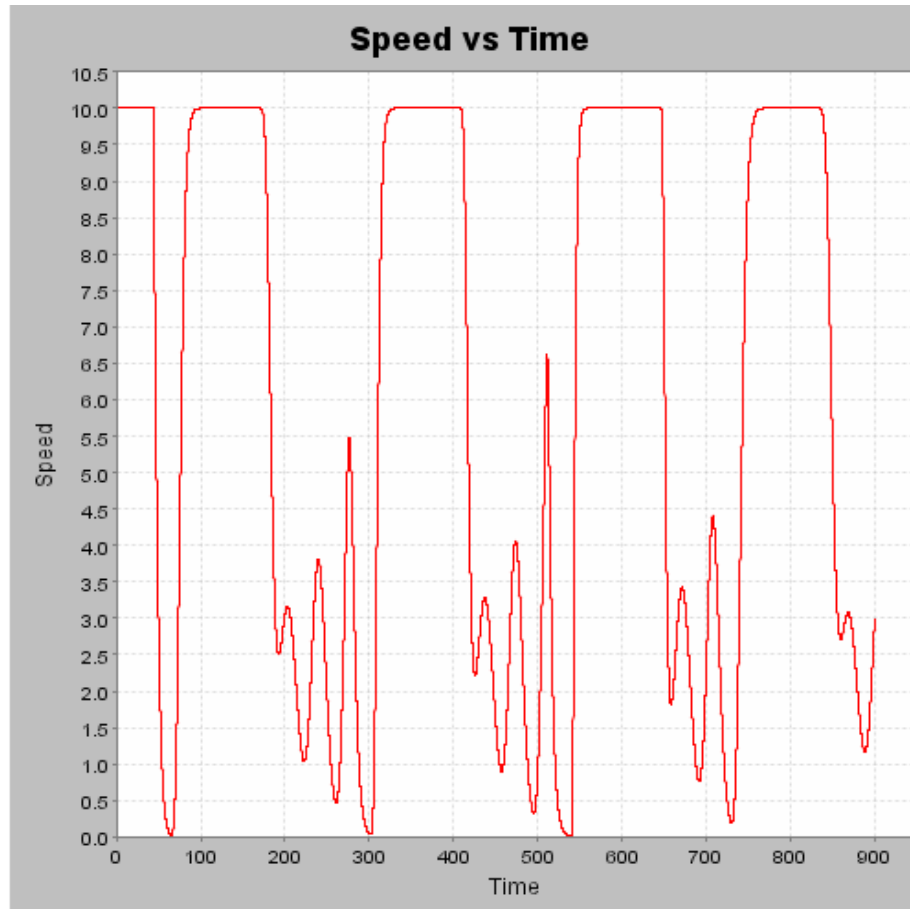
Tránsito en la calle con una intersección con semáforo,  $t=599.65$  segundos.  
Rapidez máxima normalizada de 20.  $A=10$ . 60 vehículos.  
El carro de prueba está representado por el círculo negro



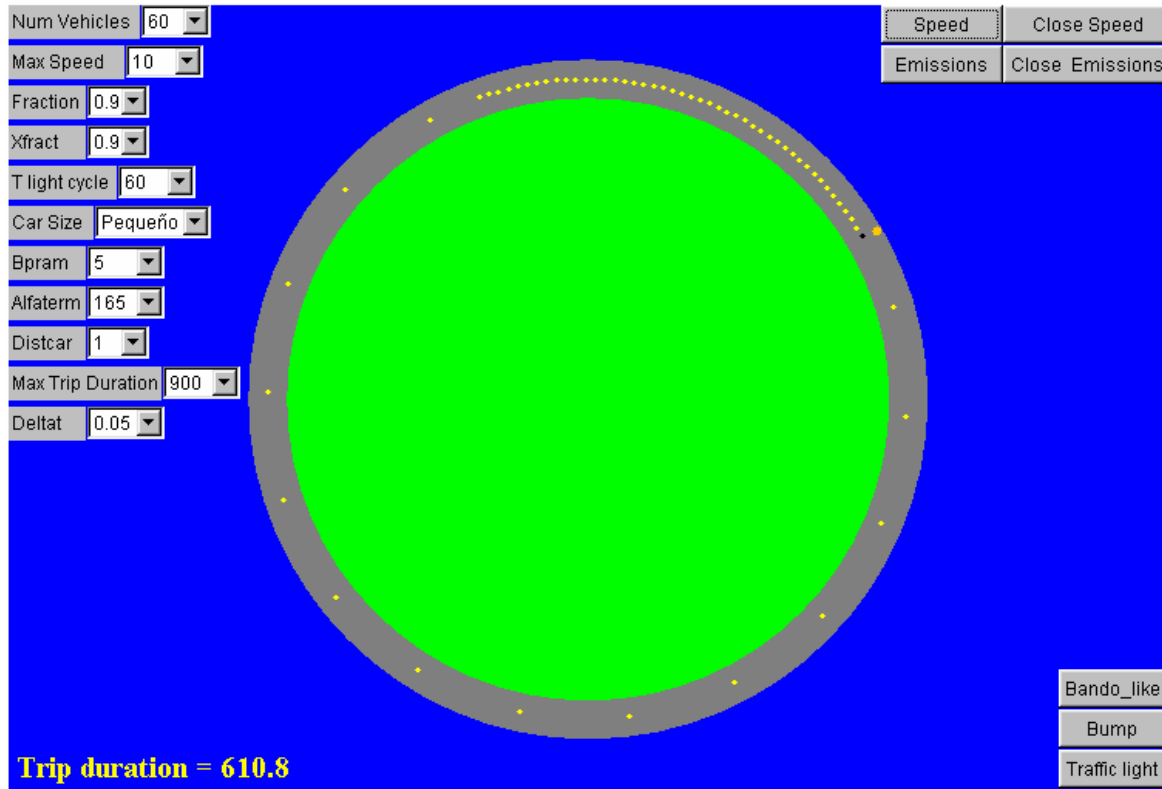
Rapidez contra tiempo para el vehículo prueba.  
Mismos parámetros que en la figura anterior



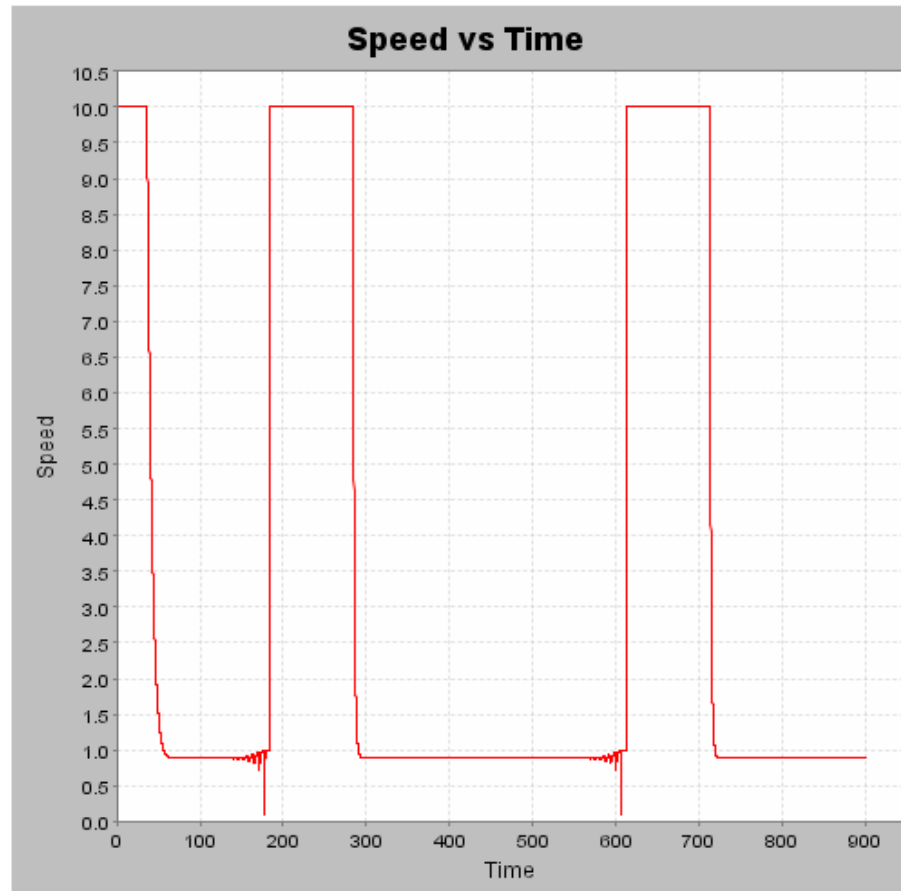
Tráfico en la calle con una intersección con semáforo,  $t=761.8$  segundos. Rapidez normalizada de 10.  $A=5$ . 60 vehículos



Rapidez contra tiempo para el carro de prueba.  
Mismos parámetros que en la figura anterior



Tráfico en la calle con tope,  $t=610.8$  segundos.  
Rapidez normalizada de 10.  $A=5$ . 60 vehículos



Evolución de la rapidez del carro prueba para el caso de una calle con tope

# Probar un modelo implica muchas pruebas ....

The image shows a screenshot of a traffic simulation interface. On the left side, there is a vertical list of control parameters, each with a dropdown menu:

- Num Vehicles: 10
- Max Speed: 100
- Fraction: 0.9
- Xfrac: 0.9
- T light cycle: 60
- Car Size: Grande
- Bpram: 100
- Alfaterm: 165
- Distcar: 1
- Max Trip Duration: 900
- Deltat: 0.05

On the right side, there are several buttons and a table:

Speed	Close Speed
Emissions	Close Emissions

Below these are three buttons: "Bando\_like", "Bump", and "Traffic light".

In the center, a circular road is shown with a green interior and a grey border. Ten yellow dots representing vehicles are positioned along the grey border. A black dot is visible on the left side of the road.

At the bottom left, the text "Trip duration = 0.9" is displayed in yellow.

Tránsito en la calle sin semáforo o tope,  $t=0.9$  segundos.  
Rapidez normalizada de 100.  $A=100$ . 10 vehículos

The screenshot displays a traffic simulation interface. On the left, there is a vertical list of control panels, each with a label and a dropdown menu:

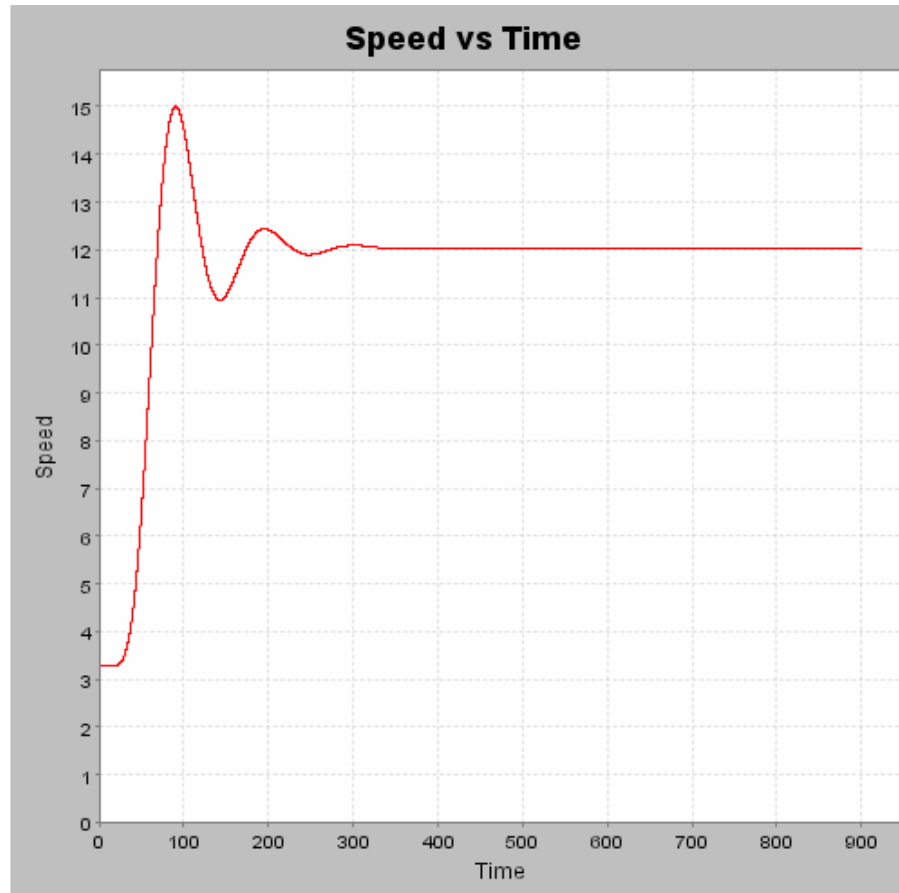
- Num Vehicles: 10
- Max Speed: 100
- Fraction: 0.9
- Xfrac: 0.9
- T light cycle: 60
- Car Size: Grande
- Bpram: 100
- Alfaterm: 165
- Distcar: 1
- Max Trip Duration: 900
- Deltat: 0.05

At the bottom left, the text **Trip duration = 400.15** is displayed in yellow. On the right side, there are several buttons:

- Speed
- Close Speed
- Emissions
- Close Emissions
- Bando\_like
- Bump
- Traffic light

The central part of the interface is a circular road with a green center and a grey border. There are several yellow dots on the grey border, representing vehicles or sensors. A black dot is visible on the right side of the grey border.

Tránsito en la calle sin semáforo o tope,  $t=400.15$  seconds

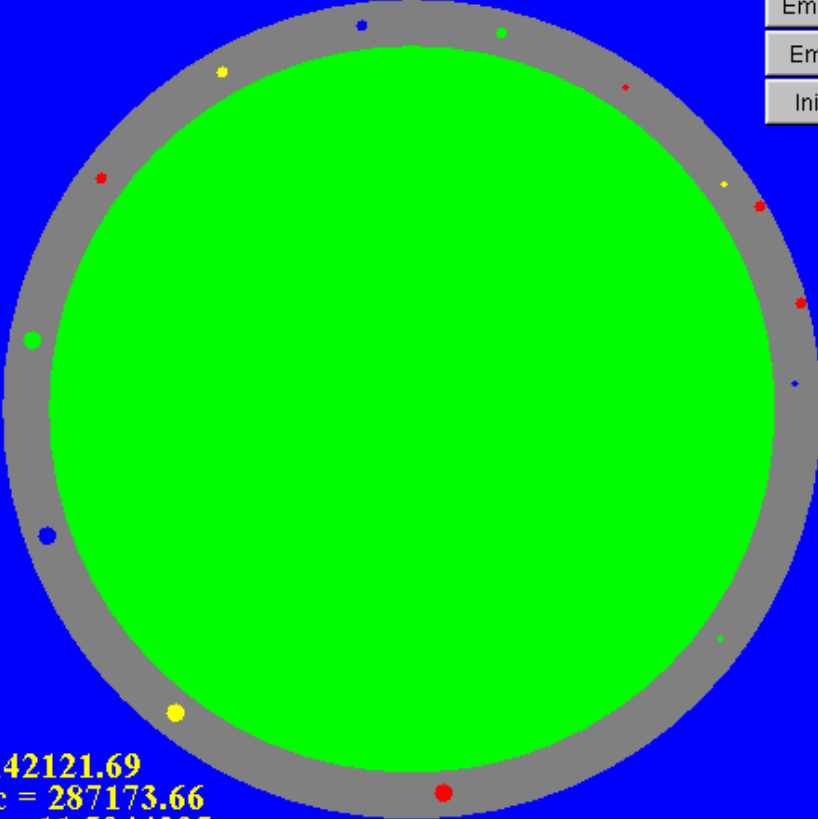


Evolución en el tiempo de la rapidez del carro prueba en la calle sin semáforo o tope

N. Dominguez, G. Téllez, et al.. *Microscopic, visual and real time system (SITEC) for traffic studies for Mexico City*. Accepted to be published in the proceedings of the Advances in computer science And tecnology. .

# Emisiones de HC

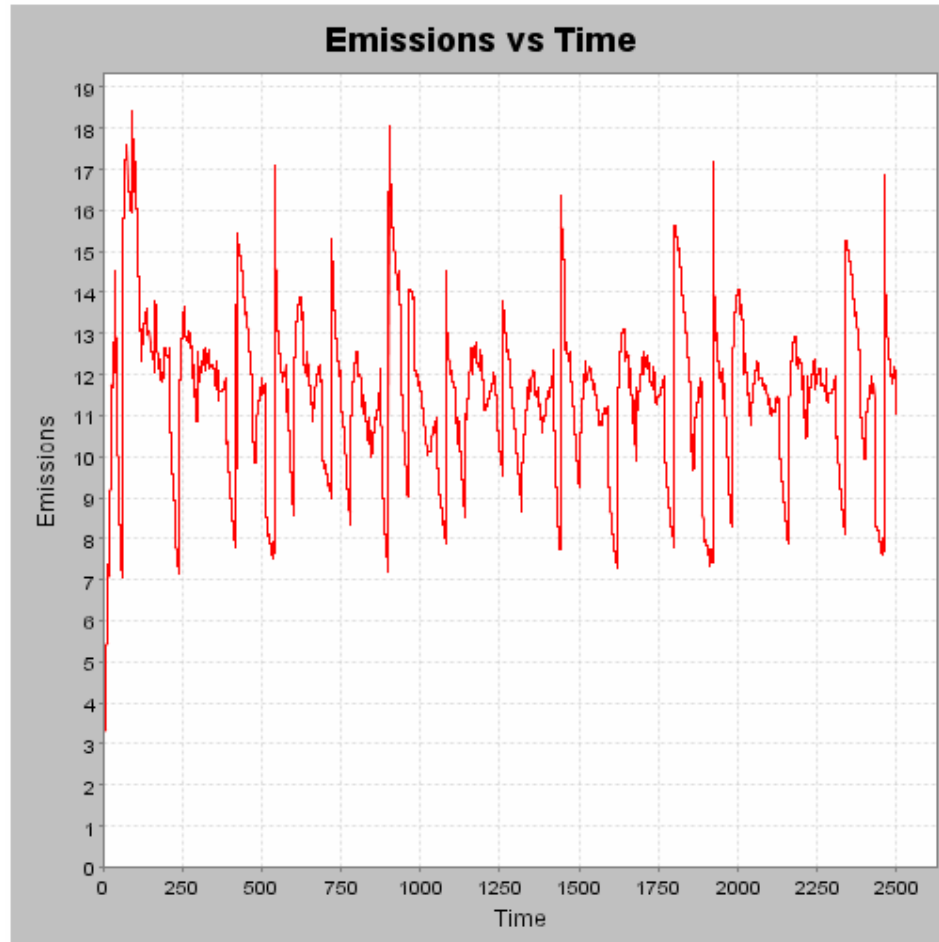
Deltat	0.1	Speed	Close Speed
Max Speed	50	Emissions	Close Emissions
Fraction	0.4	Emission	Close Emission
Xfract	0.2	Initiation	Close Initiation
Fractiona	0.1		
Xfracta	0.5		
Fractioni	0.1		
Xfracti	0.2		
Zerodif	0.001		
T Light Cycle	60		
Alfaterm	165		
Bpram	100		
Distcar	1		
Time	d01		
Max Trip Duration	2500		
ParaTope	5		
ParaSema	10		



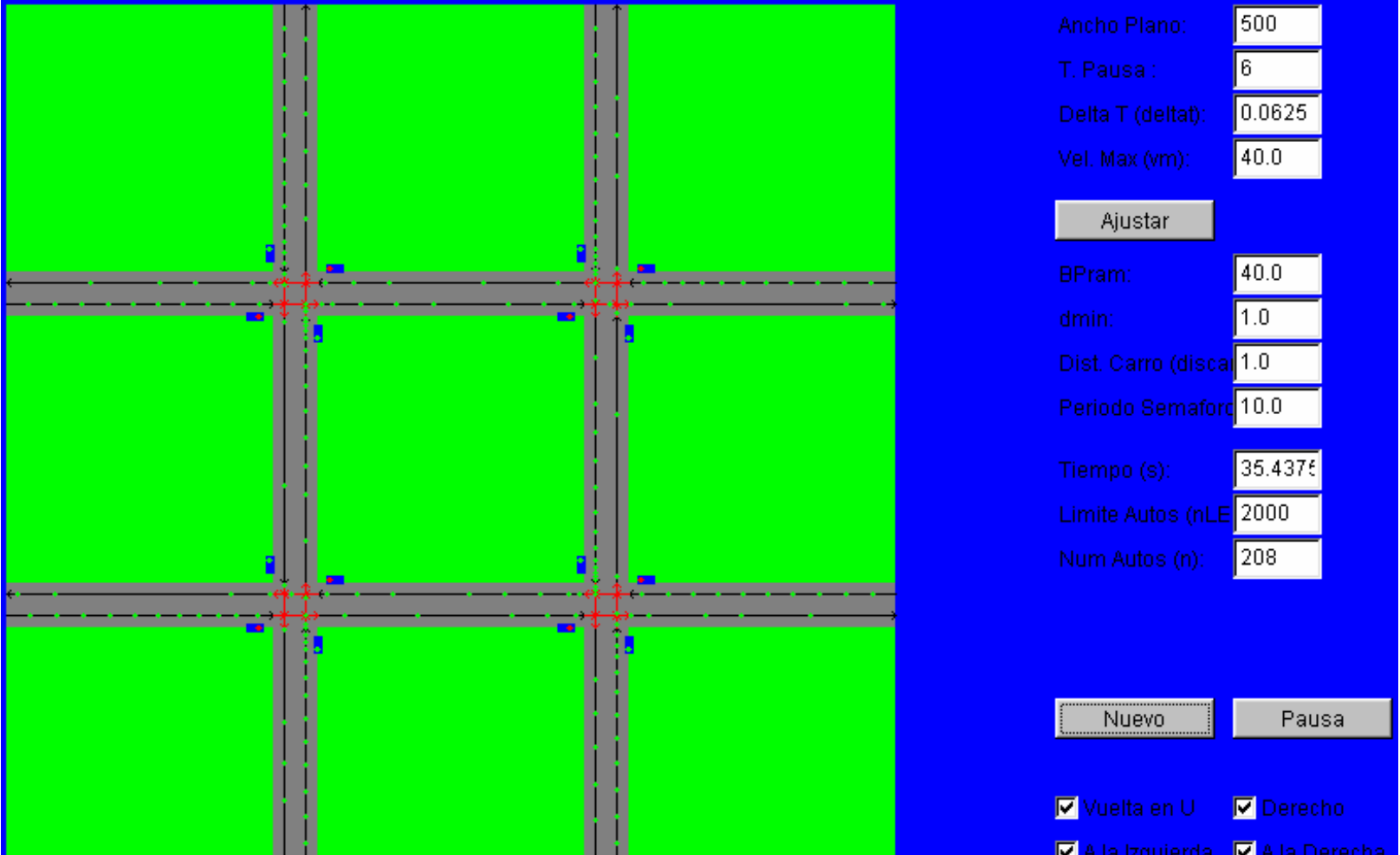
Bando-like
Bump
Traffic Light

**Total distance = 142121.69**  
**Total emissions ac = 287173.66**  
**Total emission (t) = 11.5944395**  
**Trip duration = 2500.2**

# Emissiones totales de HC



# Modelo de calles rectas



The screenshot displays a traffic simulation interface. On the left, a 2x2 grid of intersections is shown on a green background. Each intersection has a red crosshair and small blue car icons. The right side features a control panel with the following parameters and buttons:

Ancho Plano:	500
T. Pausa :	6
Delta T (deltat):	0.0625
Vel. Max (vm):	40.0
<input type="button" value="Ajustar"/>	
BPram:	40.0
dmin:	1.0
Dist. Carro (disca):	1.0
Periodo Semaforo:	10.0
Tiempo (s):	35.4376
Limite Autos (nLE):	2000
Num Autos (n):	208
<input type="button" value="Nuevo"/> <input type="button" value="Pausa"/>	
<input checked="" type="checkbox"/> Vuelta en U	<input checked="" type="checkbox"/> Derecho
<input checked="" type="checkbox"/> A la Izquierda	<input checked="" type="checkbox"/> A la Derecha

Estudiante (UAM): Benito Ramírez  
Proyecto terminal

# Conclusiones

- El modelo en desarrollo será útil para estudiar condiciones de tránsito en la Ciudad
- Podría ser usado para disminuir congestionamientos en intersecciones
- El análisis de datos de tránsito ayudará a mejorar el modelo
- Puede ayudar a entender disturbios de tránsito y las emisiones contaminantes causados por topes y baches
- El modelo de emisiones ya se está implementando usando el análisis de datos de emisiones contaminantes
- Los algoritmos probados en el modelo geométrico circular ya se están implementando para geometrías más complicadas
- La disminución del consumo de combustibles y emisiones contaminantes involucra mejores combustibles, mejor tecnología automotriz, diseño apropiado de calles e intersecciones y una mejor cultura en el manejo de los vehículos

Nuevos combustibles, mejores autos, evacuaciones en casos de emergencia