

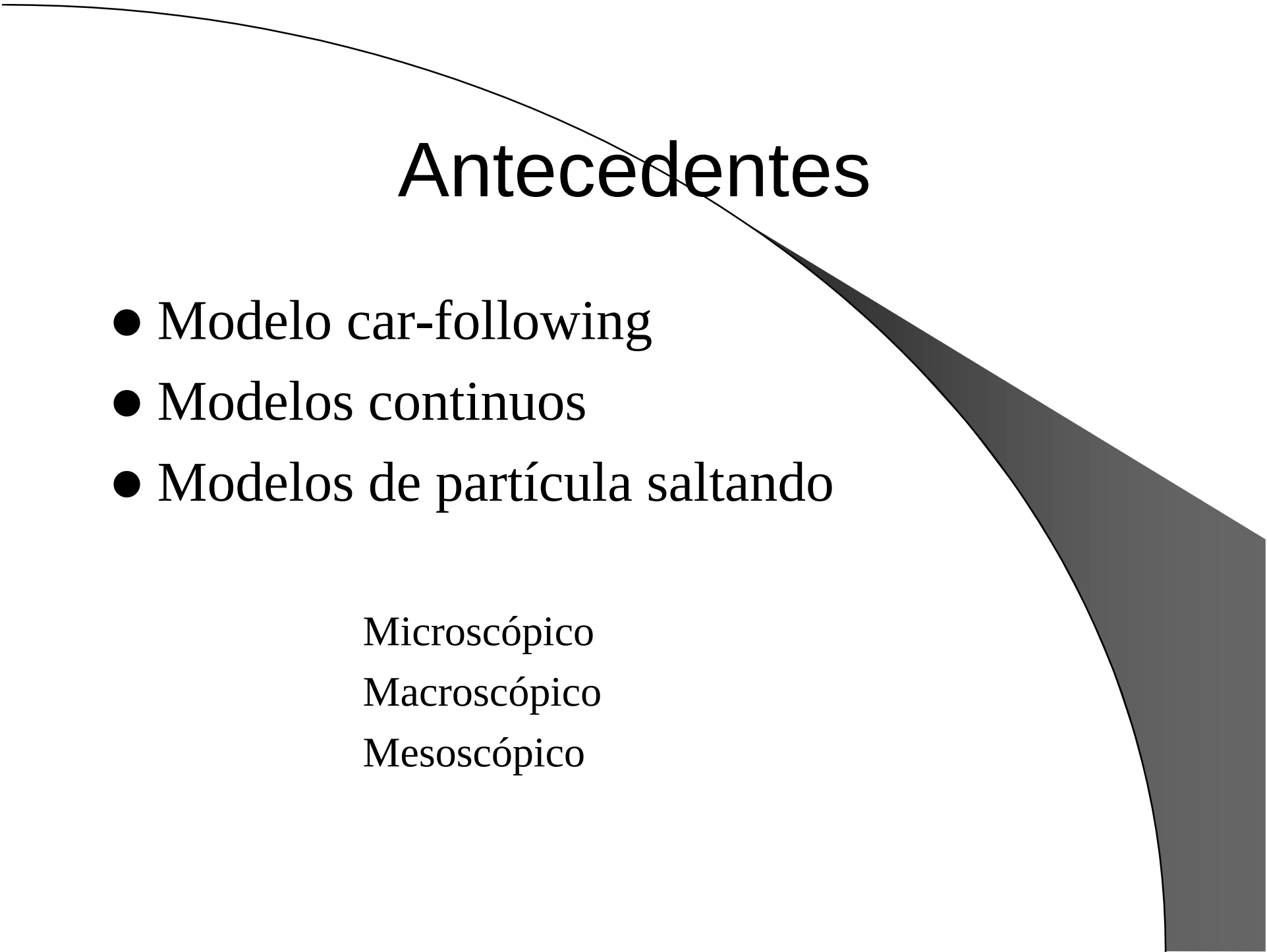
UN AUTÓMATA CELULAR PROBABILISTA (ACP) PARA LA SIMULACIÓN DE AUTOMÓVILES AUTOMATIZADOS

Antonio del Río*

- Antecedentes
- Motivación
- Objetivos
- Metodología
- El modelo en anillo
- El modelo abierto
- Conclusiones

*En colaboración con M. en C. María Elena Lárraga

Antecedentes

A decorative graphic element consisting of a thin black curved line starting from the top left and sweeping down towards the bottom right. To the right of this line, there is a dark gray shaded area that also follows a similar curved path, ending in a vertical line at the bottom right corner.

- Modelo car-following
- Modelos continuos
- Modelos de partícula saltando

Microscópico

Macroscópico

Mesoscópico

Motivación

- El continuo crecimiento de las poblaciones y el impacto económico que ocasiona.
- La automatización vehicular y de carreteras.
- El advenimiento de computadoras cada día más potentes.

Objetivos

- Analizar la ventaja de la automatización vehicular.
- Determinar el punto de transición de flujo libre a congestionado en un sistema abierto.
- Desarrollar un modelo para optimizar el tránsito vehicular y para simulación a gran escala.

El modelo de AC

- La carretera es dividida en L segmentos de longitud $\Delta x = 7.5\text{m}$
- Cada celda puede estar o no ocupada por un vehículo
- El estado de la carretera es de acuerdo a pasos de tiempo discretos, $\Delta t = 1\text{seg}$.

- Solamente pueden ser implementadas velocidades discretas, $v \in \{0, 1, \dots, v_{\max}\}$, múltiplos de $\Delta x / \Delta t = 27 \text{ Km/h}$

La dinámica del flujo es especificada por un conjunto de reglas, para obtener la velocidad y posición de un vehículo

$V_{\text{nueva}}, X_{\text{nueva}}$

Pasos para calcular la nueva velocidad

1. Aceleración (**A**): Debido a que la velocidad máxima $v_{\max}$ no ha sido alcanzada

$$\leftarrow v' \leftarrow \min(v_{\text{ant}} + 1, v_{\max})$$

2. Frenado aleatorio (**R**) :

$$v'' \leftarrow \max(v_{\min}, v' - 1)$$

con probabilidad R

3. Desaceleración (**D**):

$$v_{\text{nueva}} \leftarrow \min(v'', d + v_f)$$

4. Movimiento($\mathcal{M}$): Las posiciones de los vehículos son actualizadas de acuerdo a su nueva velocidad

$$X_{\text{nueva}} \leftarrow X_{\text{ant}} + V_{\text{nueva}}$$

El estado de una celda al tiempo t es:

$$\alpha_i^{(t)} = \mathcal{M} \circ \mathcal{D} \circ \mathcal{R} \circ \mathcal{A}(\{\alpha_j^{(t-1)} : j \in N(i)\})$$

$$N(i) = \{j \in L : i - j \in N\}$$

que es la vecindad de interacción

Ejemplo de evolución

Configuración al tiempo t



a) Randomización



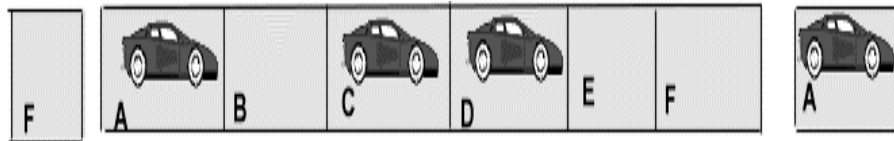
b) Desacelerar



c) Movimiento=conf. $t=t+1$

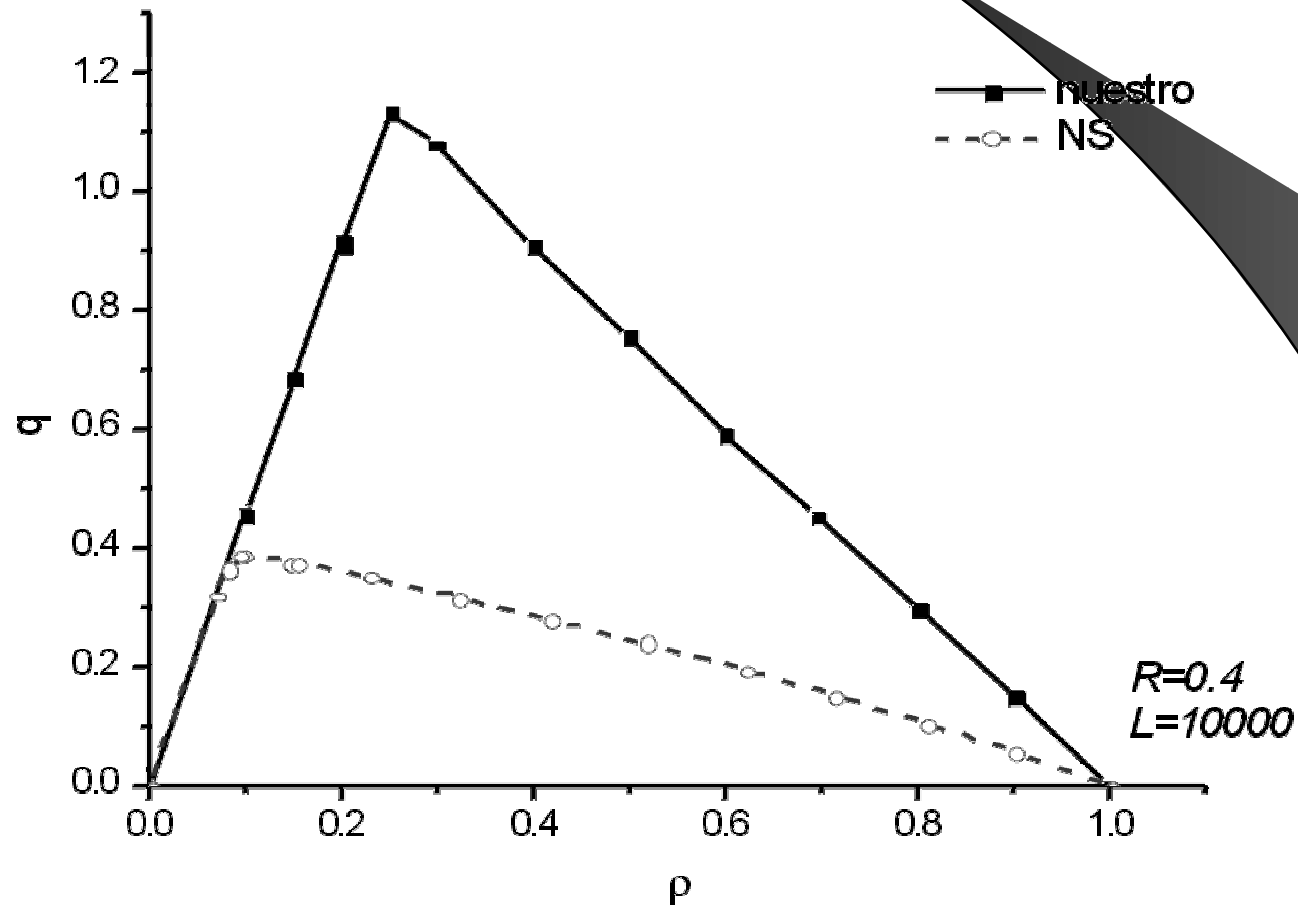


El modelo en anillo

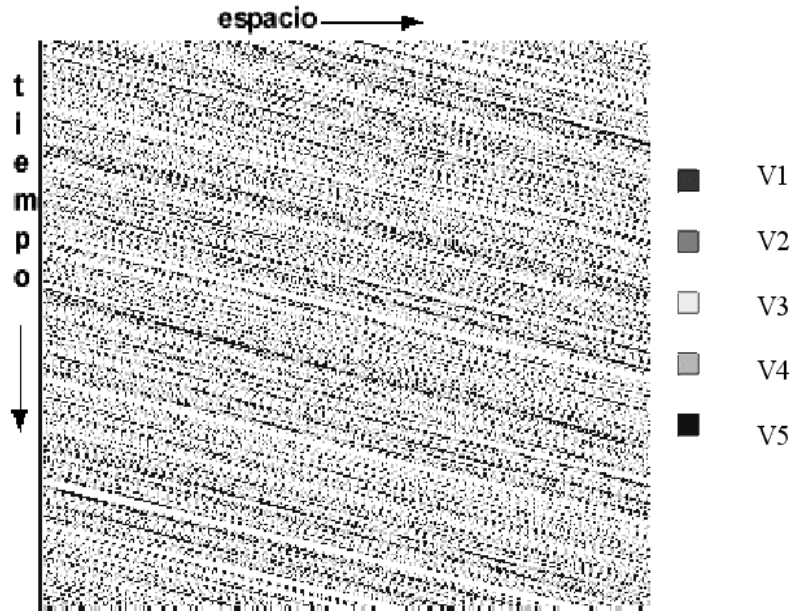


- La densidad $\rho = N/L$ permanece constante
- El AC es con condiciones de frontera periódicas
- Se deja evolucionar hasta un estado de equilibrio:
 $q = v * \rho$ constante en el tiempo
(flujo constante)

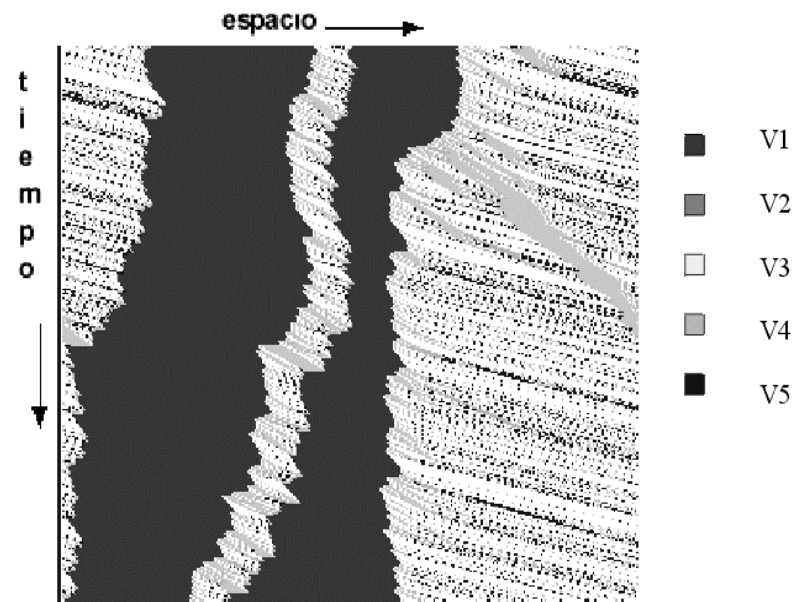
Diagrama Fundamental



Diagramas espacio tiempo



$L=400, R=0.5, \rho=0.3$



$L=400, R=0.5, \rho=0.6$

Modelo abierto



Condiciones de frontera abierta

El número de vehículos varía en el tiempo

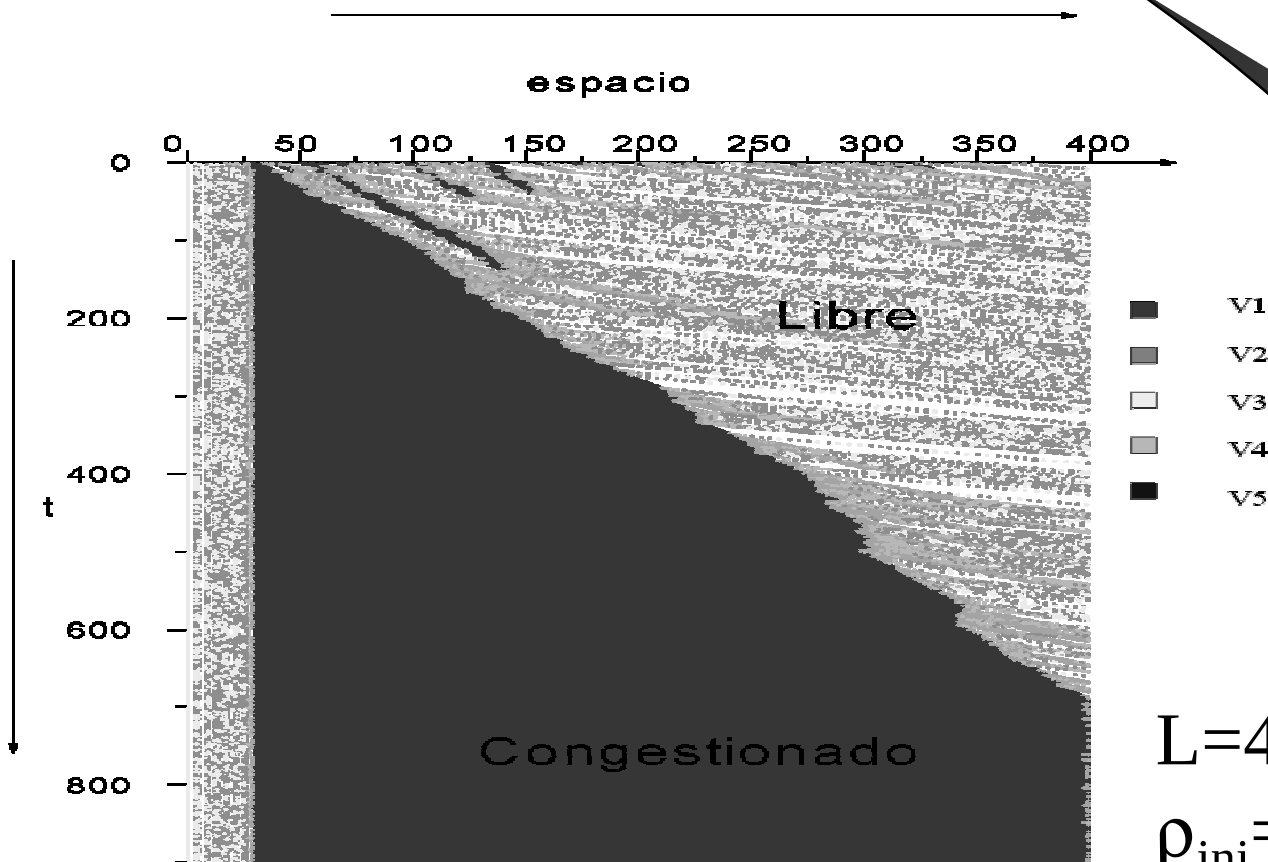
Variables importantes:

ρ_{ini} = densidad inicial del AC

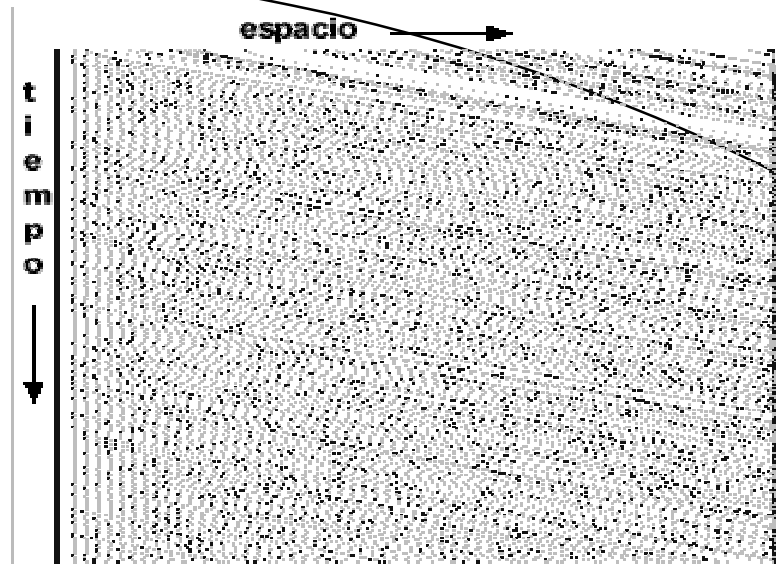
$\langle v \rangle$ = velocidad promedio inicial

R = ruido del sistema

Diagramas espacio tiempo

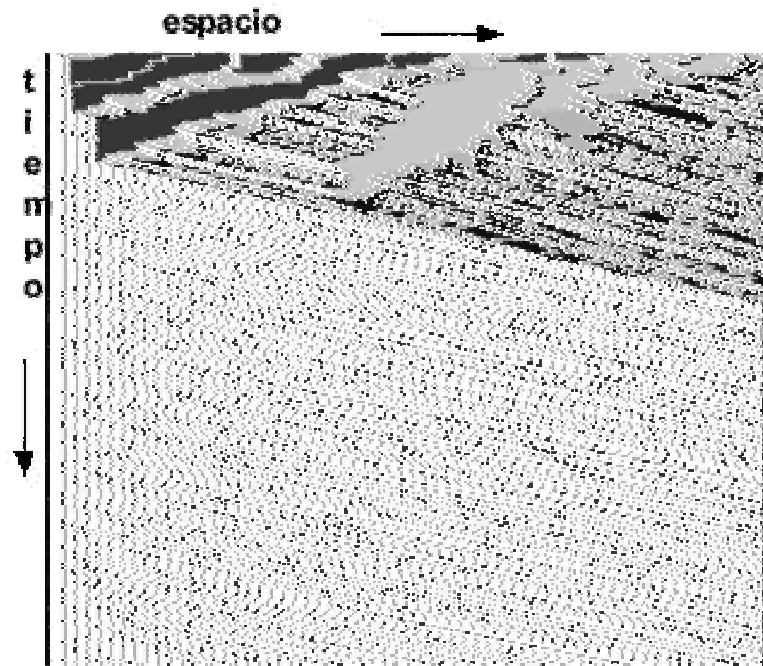


$L=400, R=0.7,$
 $\rho_{ini}=0.2$

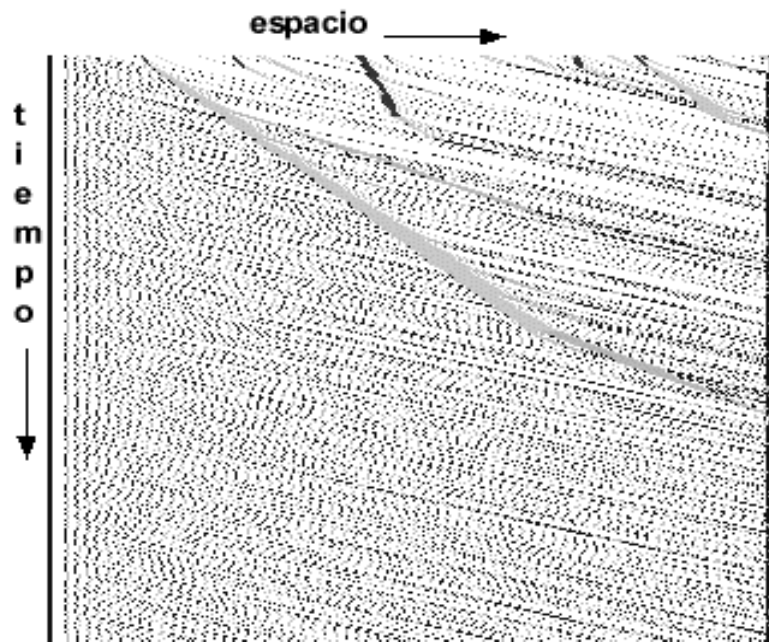


Diagramas Espacio- tiempo

$\rho=0.2, R=0.2$



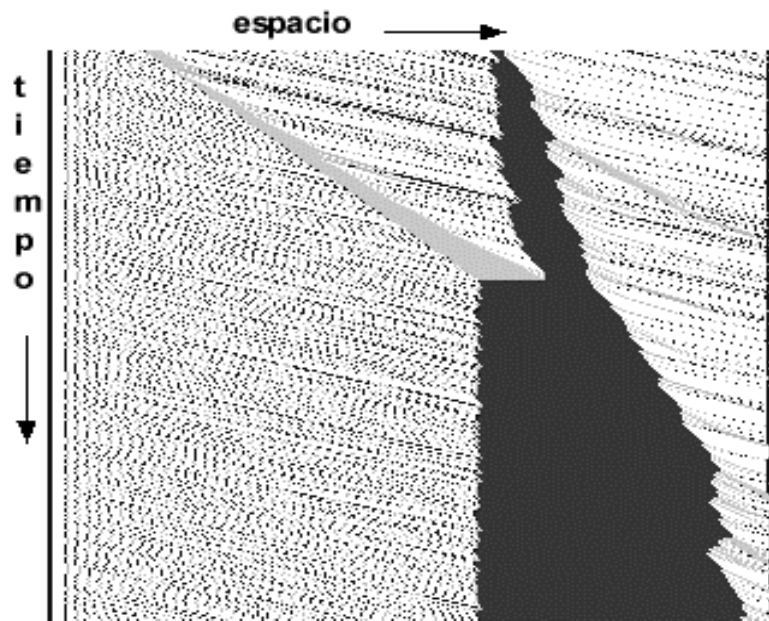
$\rho=0.7, R=0.2$



Diagramas espacio-tiempo

$\rho=0.2$, $R=0.6$

Distribución de velocidad
uniforme



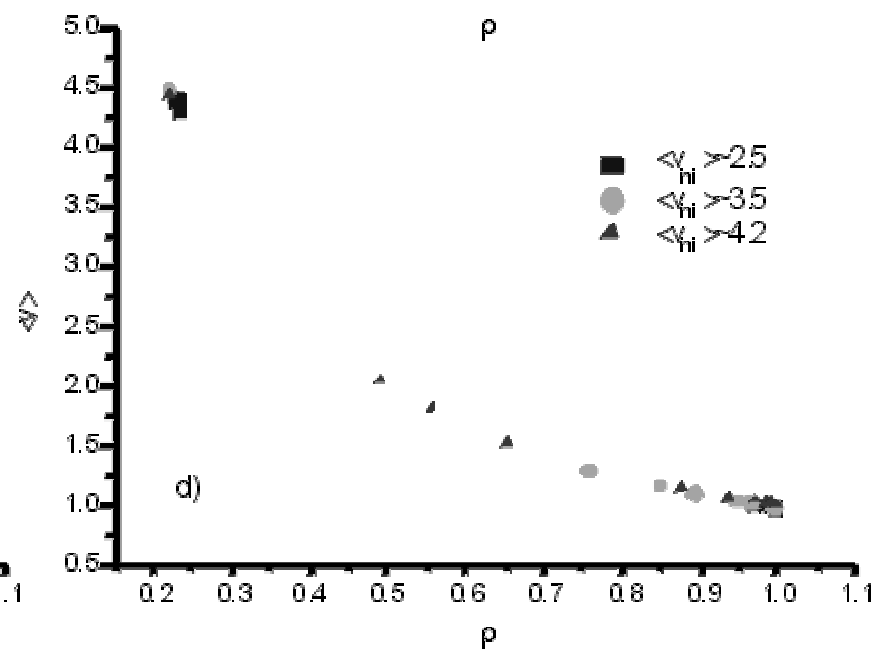
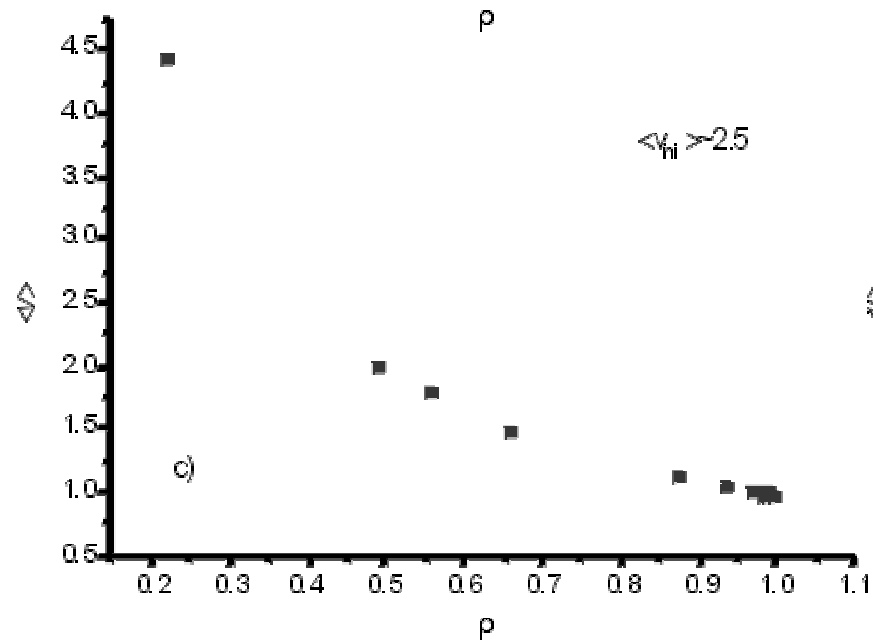
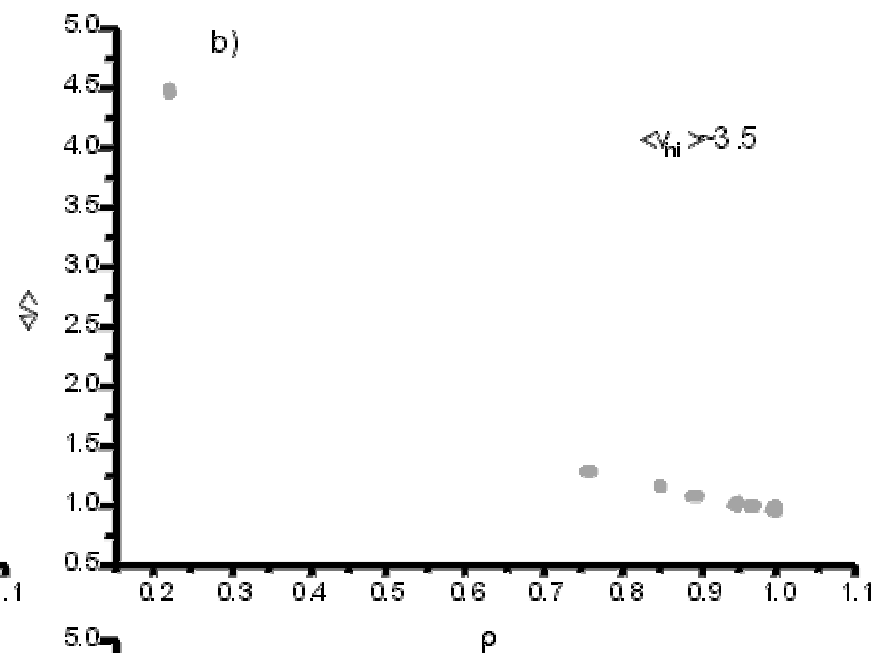
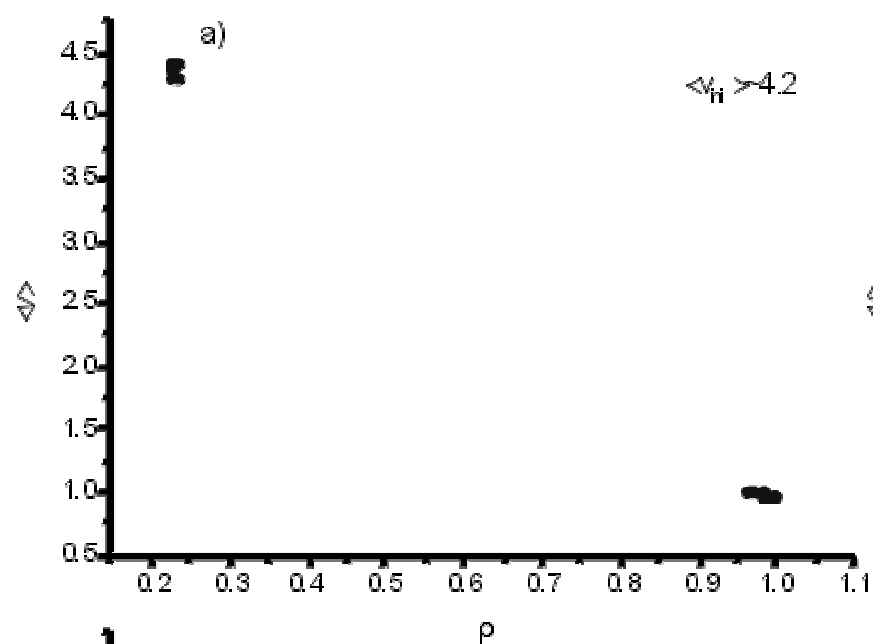
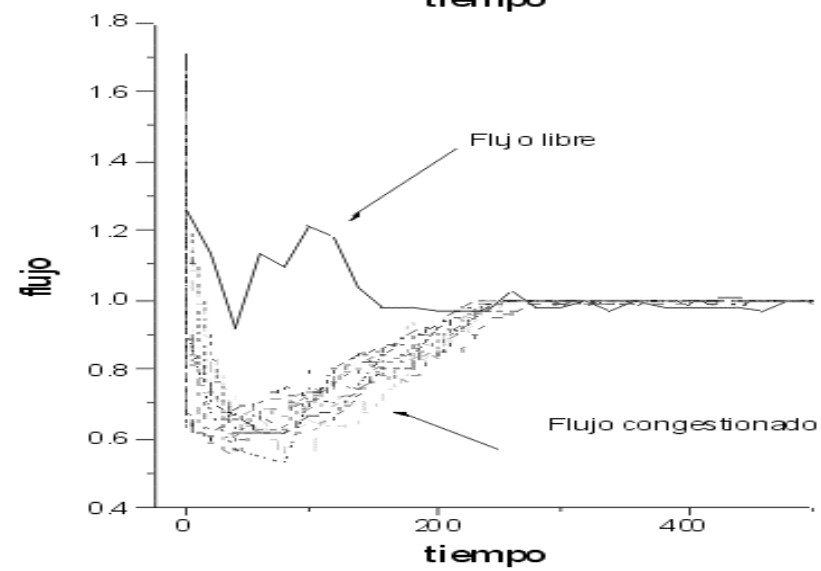
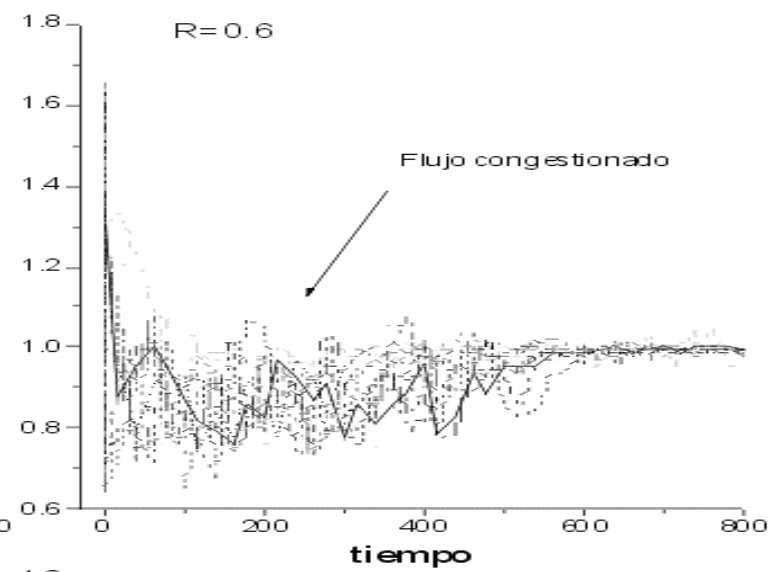
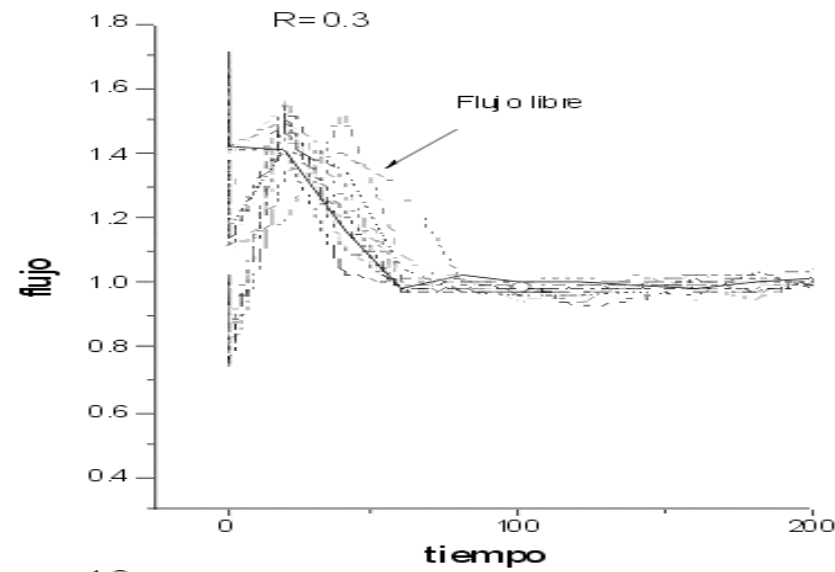
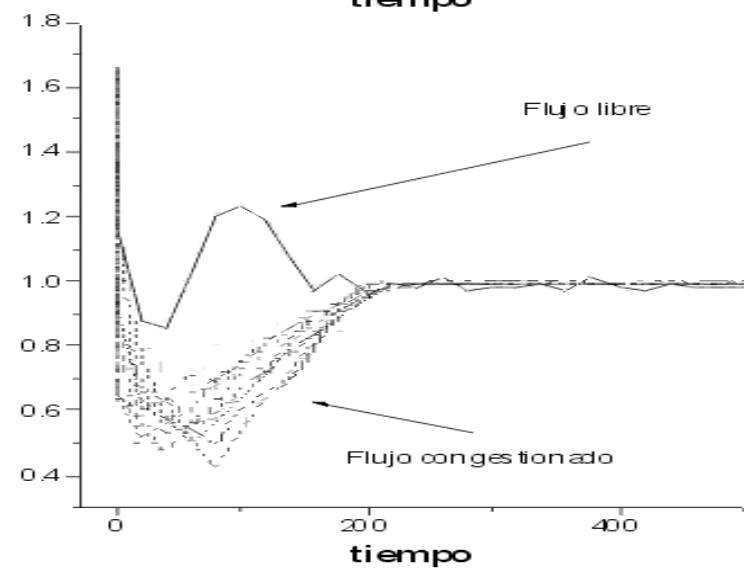


Tabla del comportamiento del AC

Configuración inicial	Edos. libres	Edos. congestionados	Mezcla
$R \leq 0.5$	x		
$R=0.6, \rho_{ini} \geq 0.5, \langle v \rangle_{ini} < 4$	x		
$R=0.8, \rho_{ini} > 0.25, \langle v \rangle_{ini} < 4$	x		
$R=0.8, \rho_{ini} \geq 0.8, \langle v \rangle_{ini} > 4$	x		
$R=0.9, \rho_{ini} \leq 0.5, \langle v \rangle_{ini} > 4$	x	x	
$R=0.6, \rho_{ini} < 0.5, \langle v \rangle_{ini} < 3$	x	x	x
$R=0.6, \rho_{ini} < 0.8, \langle v \rangle_{ini} > 4$	x	x	
$R=0.8, \rho_{ini} \leq 0.25$	x	x	
$R=0.8, \rho_{ini} < 0.8, \langle v \rangle_{ini} > 4$	x	x	
$R=0.9, \rho_{ini} > 0.5$		x	

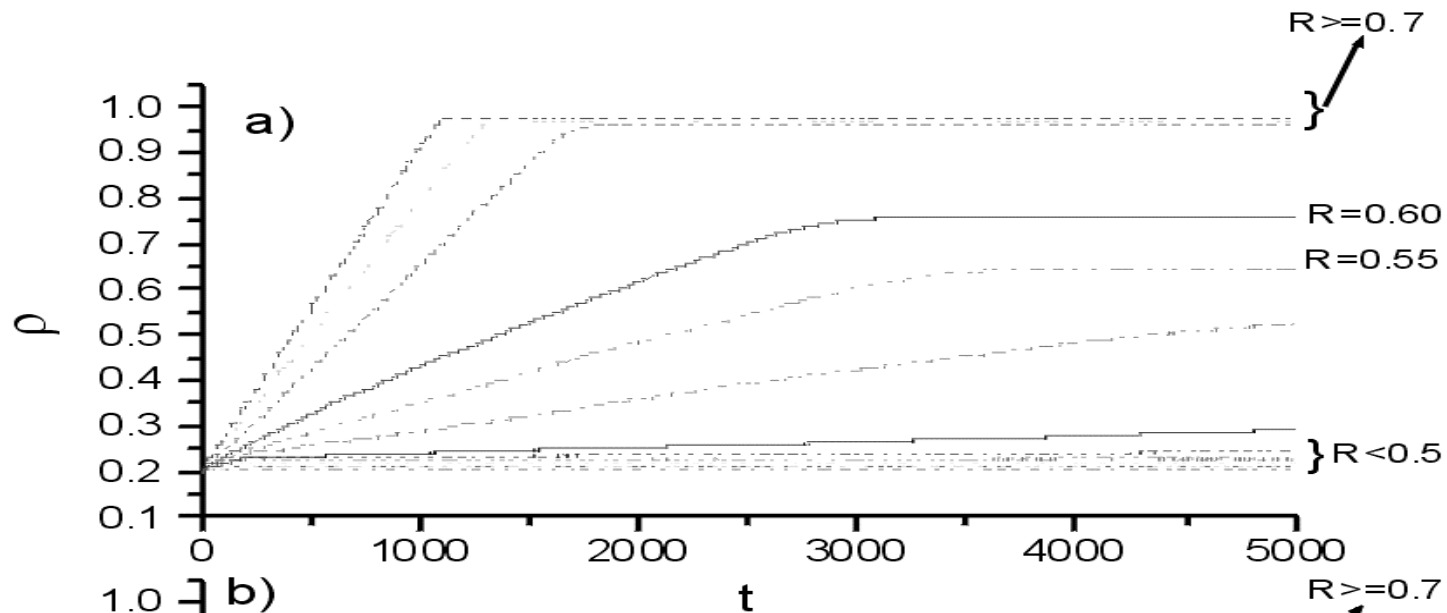


$R=0.8$

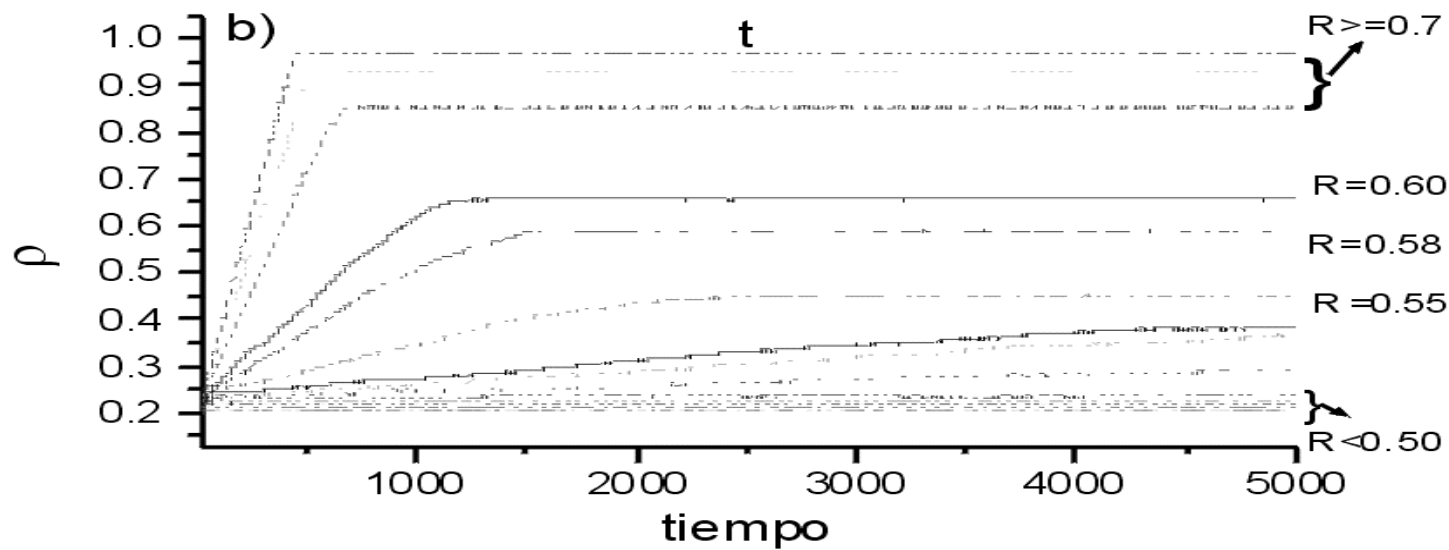


$R=0.9$

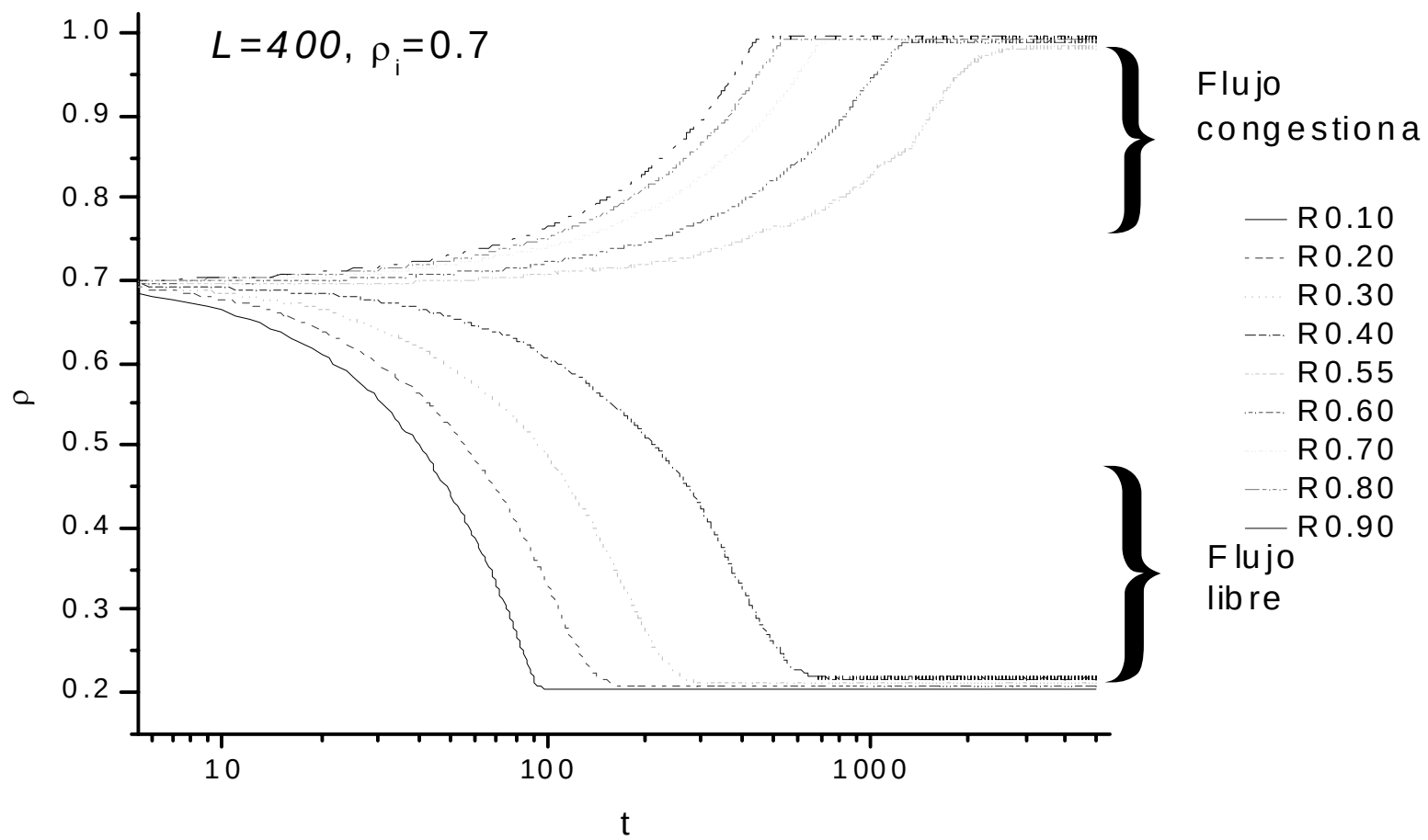
El comportamiento promedio

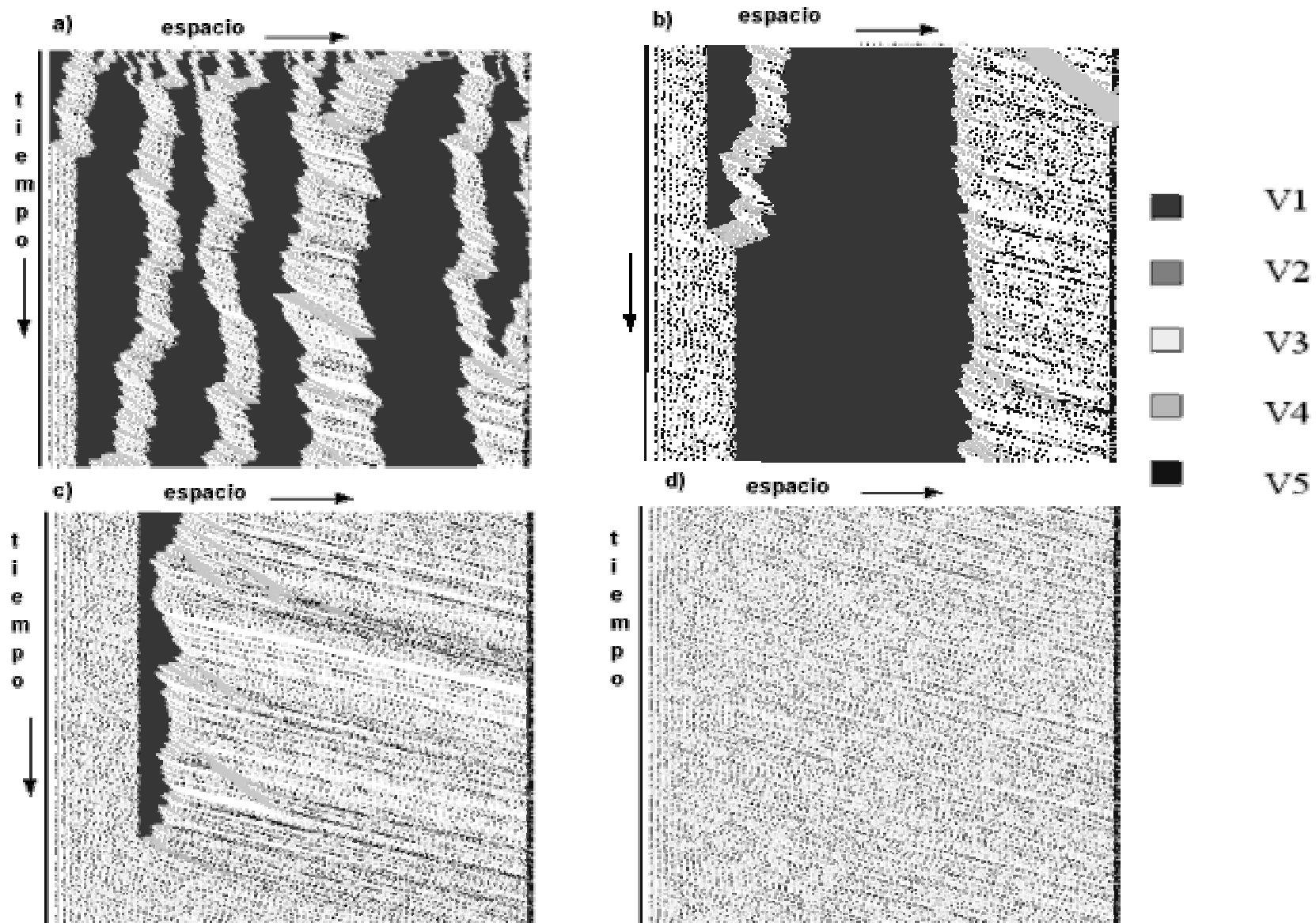


$\rho_{\text{ini}} = 0.2$
 $L = 1000$



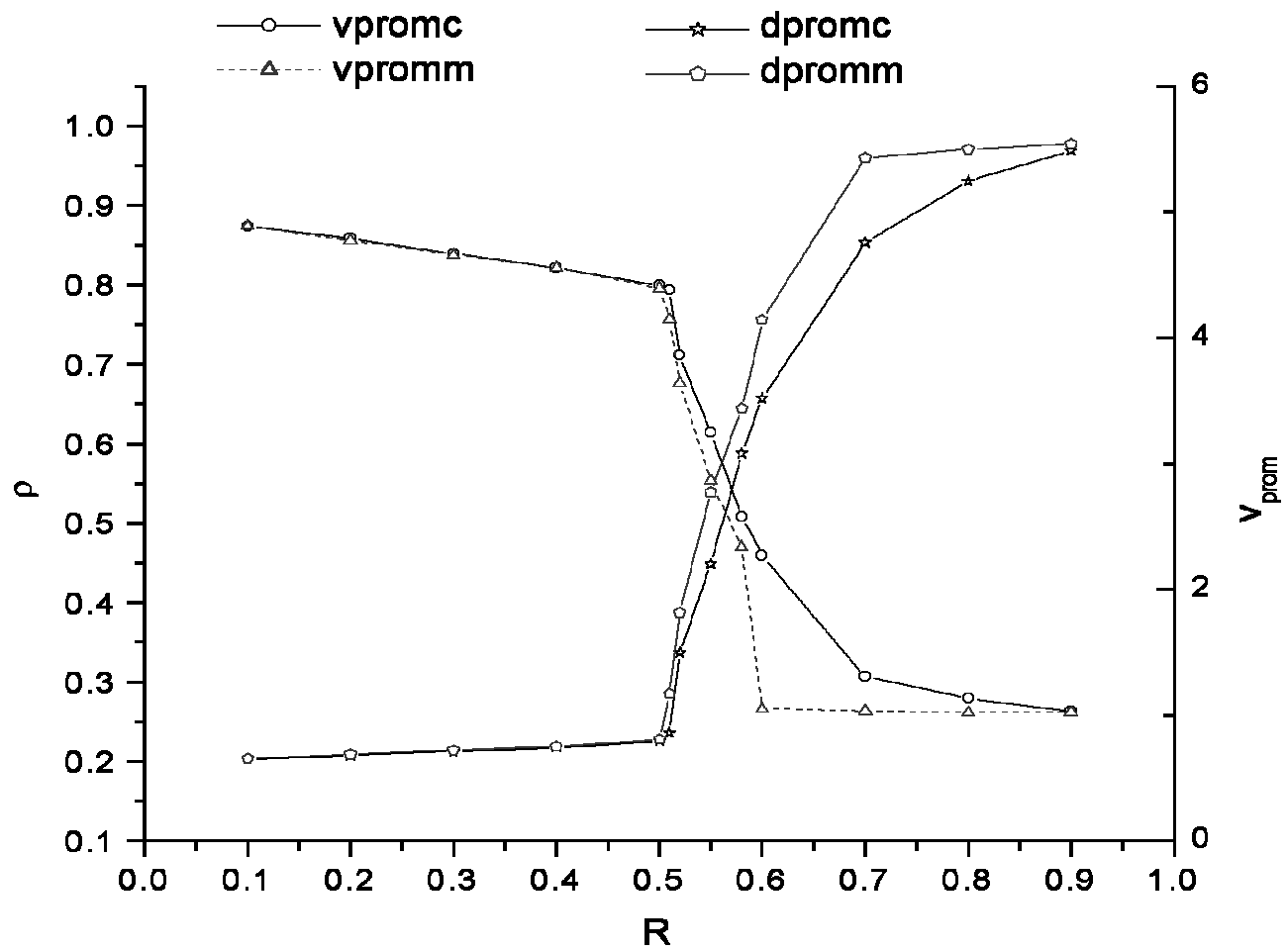
$\rho_{\text{ini}} = 0.2$
 $L = 400$



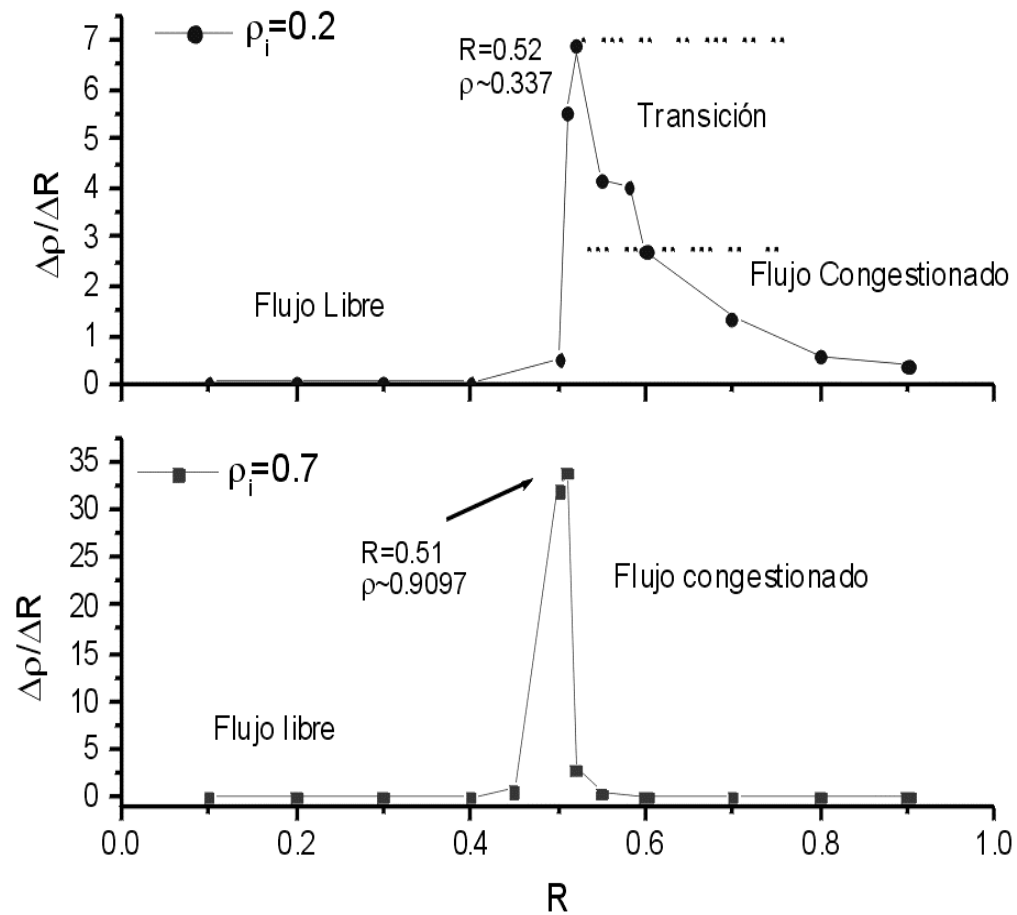


$L=300, R=0.5, \rho_{\text{uni}}=0.7$

Transición de fase



Relación $\Delta\rho/\Delta R$



Conclusiones

En el caso de AC de anillo:

- La capacidad de carreteras aumenta.
- Reforzamos el esfuerzo de la Automatización Vehicular para solucionar el problema de tránsito

Para el AC con fronteras abiertas:

- Al realizar las simulaciones individuales del AC encontramos una fuerte dependencia de las condiciones iniciales
- Determinamos una clara transición de fase.
- El modelo de AC es minimal, pero es un punto de partida para simulaciones a gran escala.

Ref. Physca A, Lárraga, del Río y Mehta (2002), <http://arXiv.org/abs/cond-mat/0112102>,
<http://arXiv.org/abs/cond-mat/0112231>