

Multitudes

Estudio del Foro Sol y Estadio Azteca

Carlos Gershenson

IIMAS & C3, UNAM

<http://turing.iimas.unam.mx/~cgg/teach/Pamplona>





El problema del “control” de multitudes

Multitudes

Carlos
Gershenson

El Problema

Flujo

Observaciones

Sugerencias

Conclusiones

- Experiencia + teoría.
- Dinámicas caóticas (no siempre pasa lo mismo).
- Las personas tienen iniciativa, puede ayudar o perjudicar.
- No es posible un control total.
- Predicción insuficiente, adaptación deseable como complemento.
- Diseño y control de sistemas auto-organizantes, mediadores.



Flujo

Multitudes

Carlos Gershenson

El Problema

Flujo

Observaciones

Sugerencias

Conclusiones

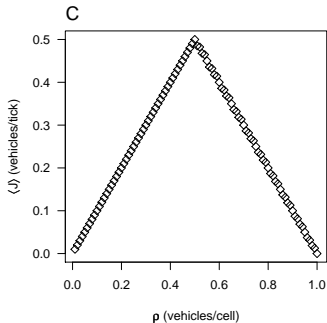
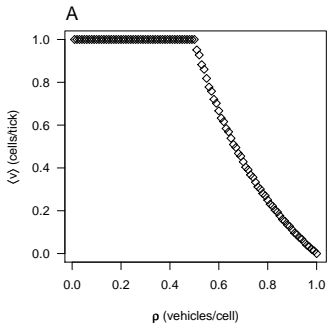


Figure: Resultados de autómata celular elemental regla 184: (A) velocidad $\langle v \rangle$ y (B) flujo $\langle J \rangle$ para distintas densidades ρ .



Problemas de Flujo de Multitudes

Multitudes

Carlos
Gershenson

El Problema

Flujo

Observaciones

Sugerencias

Conclusiones

- Saturación de flujo a densidades altas.
- Cuellos de botella: flujo reducido, presión alta. Si se reduce presión, aumenta el flujo. Obstáculos.
- Peligros: Presión, turbulencia (cambios de velocidad).
- Meta: Lograr flujo máximo constante, casi uniforme.

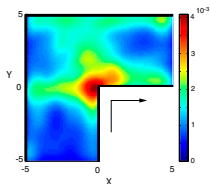


Fig. 54. Critical crowd conditions measured for a unidirectional flow in a corridor with a 90° turn. The color coding indicates the "crowd pressure" defined as local density times the local velocity variance, which determines the risk of falling and the likelihood of a crowd disaster (4). Here the occupancy level is 0.98. The black arrow indicates the direction of motion.



Observaciones Generales

Multitudes

Carlos
Gershenson

El Problema

Flujo

Observaciones

Sugerencias

Conclusiones

- Buena organización.
- Espacio suficiente en accesos generales.
- Disponibilidad de servicios, colecta de basura.
- La misma estrategia no funciona siempre.



Observaciones: Acceso

Multitudes

Carlos
Gershenson

El Problema

Flujo

Observaciones

Sugerencias

Conclusiones

- Primer día con algunos defectos, el segundo muy bien.
- Positivo: Hablar con la gente. Comunicación.
- 8-9 carriles, todos abren al mismo tiempo. 12 boleteros en puertas.
- Cateo antes o después de boleteros.
- Policías llevan a grupos con cuerda por pista.
- La mayoría del público empieza a llegar después de las 7, tiempo suficiente para que entren los que llegan temprano si se abren puertas a las 4-5.
- Para vaciar corrales llenos (6000 personas) en 1 hora se necesitaría flujo de 100ppm. A 8 carriles, 1 persona cada 5s es suficiente. Con una cuerda, tomó 5 mins por corral, como 140ppm.
- Retrasos en acceso por tráfico, no por boleteros.



Observaciones: Salida Puentes

Multitudes

Carlos
Gershenson

El Problema

Flujo

Observaciones

Sugerencias

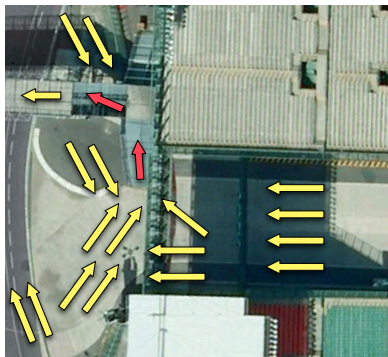
Conclusiones





Observaciones: Salida Puentes

- Escaleras, 6m ancho, flujo máximo de 300 ppm.
- Con saturación, flujo reducido a < 150 ppm, embotellamiento.
- Cuello de botella potencial al bajar del puente.



Multitudes

Carlos
Gershenson

El Problema

Flujo

Observaciones

Sugerencias

Conclusiones



Observaciones: Salida Puente

Multitudes

Carlos
Gershenson

El Problema

Flujo

Observaciones

Sugerencias

Conclusiones

Sábado 5 de mayo

- 8 mins después de fin de concierto, se satura el puente.
- 20 mins después, las gradas ya vacías, empiezan empujones, gritos, flujo reducido a 120-150ppm. Hay gente que quiere bajar del puente y bloquea flujo en 15%..
- 40 mins después, Gral B vacío, todavía puente saturado con gente de gradas. Hubo lesionados leves, retrasos.
- 45 mins después, se libera el acceso a puente.
- ¿Qué porcentajes de Acceso General B vs el resto van al puente?

Domingo 6 de mayo

- Se cierran puertas de gradas adyacentes a escaleras, se libera puente en 20 mins. Se evitó saturación. No porque la gente tuviese que caminar más, sino porque se redujo flujo de gradas.



Observaciones: Salida Pista Norte

- Puerta de 4m ancho, columnas, turbulencia.



Multitudes

Carlos
Gershenson

El Problema

Flujo

Observaciones

Sugerencias

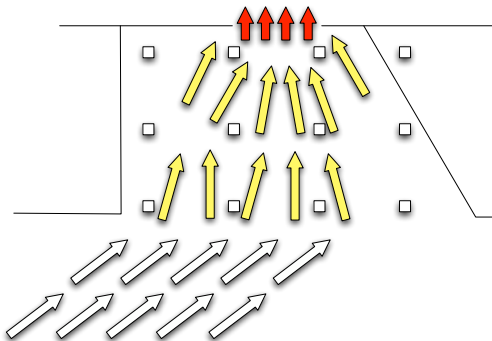
Conclusiones



Observaciones: Salida Pista Norte

6 de mayo

- 5 mins después de concierto, pista llena.
- 10 mins, se satura salida a puestos, pero mantiene flujo constante.
- Turbulencia por las columnas.



Multitudes

Carlos
Gershenson

El Problema

Flujo

Observaciones

Sugerencias

Conclusiones



Observaciones: Salida a Puerta 5

Multitudes

Carlos
Gershenson

El Problema

Flujo

Observaciones

Sugerencias

Conclusiones

- Pasando puestos, valla incompleta, se necesitaron granaderos para evitar problemas.
- Para salir a Viaducto, salida peatonal 3m ancho, seguida de camino sinuoso con púas, salidas de vehículos. Sin granaderos es problemático.
- Banqueta de viaducto 2m ancho, menos puestos...
- 5 de mayo: 1 hora después, todavía mucho flujo (puestos).
- 6 de mayo: Puerta 6 estuvo abierta, liberando carga de Puerta 5.



Observaciones: Salida de cancha, Estadio Azteca

Multitudes

Carlos
Gershenson

El Problema

Flujo

Observaciones

Sugerencias

Conclusiones

- Dos cuellos de botella por rampa, 40+ min.
- Seguridad presiona a público para que se vaya, contraproducente.
- Empujones, gritos.
- Pequeña rampa hacia gradas, ayuda poco.





Sugerencias Generales

Multitudes

Carlos
Gershenson

El Problema

Flujo

Observaciones

Sugerencias

Conclusiones

- Regular el flujo de personas con el número de puertas para entrar o salir de cada sección del Foro Sol, para evitar saturaciones más adelante.
- Usar obstáculos y suavizar vueltas para reducir presión y turbulencia antes de cuellos de botella: incrementan flujo y seguridad. Se pagan con publicidad.
- Información relevante: con altavoces y/o letreros.
- Puntos de encuentro (“Nos vemos abajo del puente”).
- La gente tranquila si se mueve, aunque lento. Desesperación cuando se detiene el flujo. Hay que mantenerlo constante.
- Cada concierto es diferente (artista, público, hora, día...). Siempre habrá algo que ajustar.



Sugerencias: Acceso

Multitudes

Carlos
Gershenson

El Problema

Flujo

Observaciones

Sugerencias

Conclusiones

- Sombra, entretenimiento, publicidad.
- Ventas en corrales?
- Si el flujo es regulable, no se necesitaría cuerda.
- Cuidar acceso a General B, se juntó demasiada gente en la cuerda, mejor no usarla, o hacer que con General A (varios corrales).



Alternativas de Jaulas

Multitudes

Carlos
Gershenson

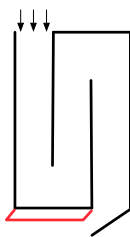
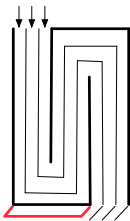
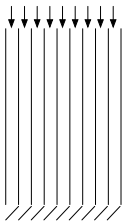
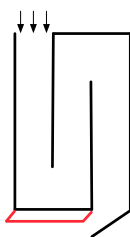
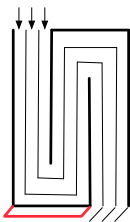
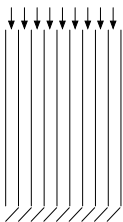
El Problema

Flujo

Observaciones

Sugerencias

Conclusiones





Sugerencias: Salida Puente

Multitudes

Carlos
Gershenson

El Problema

Flujo

Observaciones

Sugerencias

Conclusiones

- No abrir todas las puertas, e.g. de Acceso D para que no se sature el puente, y éste pueda tener flujo máximo. Habría que poner vallas antes de puertas que sí están abiertas y obstáculos para reducir presión.
- Similar para otros Accesos (Gradas, General A).
- Policías sobre puente deben de restringir el acceso a la gente que quiera bajar.
- Ampliar área para peatones bajando del puente (vallas del estacionamiento en Palacio)



Sugerencias: Salida Puente

Multitudes

Carlos
Gershenson

El Problema

Flujo

Observaciones

Sugerencias

Conclusiones





Sugerencias: Puerta 5

Multitudes

Carlos Gershenson

El Problema

Flujo

Observaciones

Sugerencias

Conclusiones

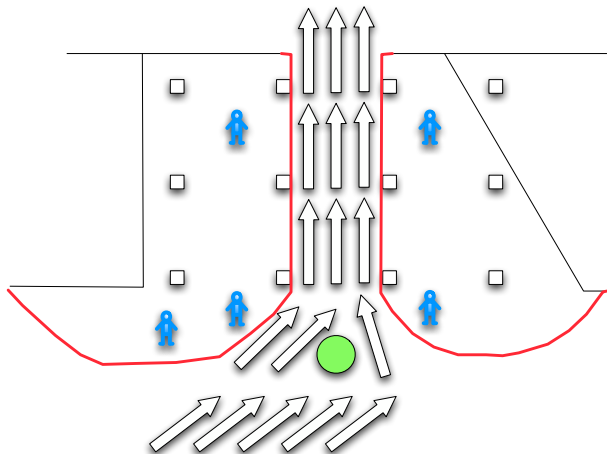
- Cd. Deportiva: Comunicación con la delegación: vallas, granaderos, púas, infraestructura. Se puede trabajar en propuesta.





Sugerencias: Salida Pista Norte

- Vallas y obstáculos para reducir turbulencia en cuello de botella.



Multitudes

Carlos
Gershenson

El Problema

Flujo

Observaciones

Sugerencias

Conclusiones



Sugerencias: Salida de cancha, Estadio Azteca

Multitudes

Carlos
Gershenson

El Problema

Flujo

Observaciones

Sugerencias

Conclusiones

- No apresurar al público a salir.
- Obstáculos antes de entrar a puentes.
- Que no haya cambios de ancho de puentes.
- Posibilidad de más salidas con puentes, vía gradas.
- Información, comunicación con el público.



Conclusiones

Multitudes

Carlos
Gershenson

El Problema

Flujo

Observaciones

Sugerencias

Conclusiones

- Regulación de multitudes es un problema complejo.
- No hay una solución, se necesitan ajustes constantes.
- Teoría y simulaciones apoyan a experiencia.
- Balance para alcanzar flujo máximo: Poca gente, buena velocidad, poco flujo. Mucha gente, poca velocidad, bajo flujo.
- Flexibilidad necesaria para adaptarse a situaciones inesperadas.