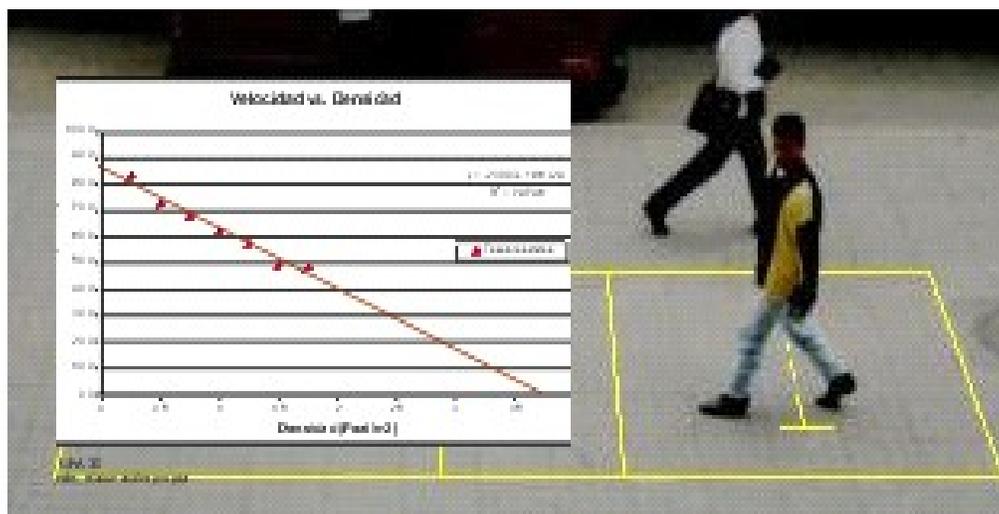




Fundación Colombiana de Peatones

Calibración y análisis de parámetros peatonales para Bogotá

Informe Final



Javier Torrado Alvarez
Antonio Valdivieso Jaimes

Bogotá, Agosto de 2000

CONTENIDO

	Pag
INTRODUCCIÓN	3
1. ANTECEDENTES	6
1.1 A CERCA DE LA RELACIÓN VELOCIDAD – DENSIDAD	6
1.2 A CERCA DEL NIVEL DE SERVICIO	8
1.3 A CERCA DEL ANCHO EFECTIVO	10
1.4 A CERCA DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL FLUJO PEATONAL	11
1.5 EL MANUAL DE CAPACIDAD DE CARRETERAS – HCM	11
2. MARCO TEÓRICO	13
2.1 GENERALIDADES	13
2.2 TERMINOLOGÍA EMPLEADA Y DEFINICIONES	20
2.3 RELACIONES ENTRE LOS PARÁMETROS DE FLUJO PEATONAL	21
2.3.1 Principios de la circulación peatonal	22
2.3.2 Relación entre la velocidad y la densidad	24
2.3.3 Relación entre la intensidad y la densidad	24
2.4 NIVEL DE SERVICIO PEATONAL	28
2.4.1 Ancho Efectivo	33
2.5 TIPOS DE PEATONES Y MOTIVOS DE VIAJE	36
3. METODOLOGÍA GENERAL DEL TRABAJO	38

4. OBTENCIÓN DE DATOS	41
4.1 DISEÑO DE LA MUESTRA	41
4.2 RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN DE CAMPO	47
4.3 REDUCCIÓN DE DATOS	54
4.4 DEPURACIÓN DE DATOS	56
5. DEDUCCIÓN Y OBTENCIÓN DE ECUACIONES DE LAS CURVAS QUE RELACIONAN LOS PARÁMETROS	65
5.1 VELOCIDAD – DENSIDAD	65
5.2 VELOCIDAD – SUPERFICIE	67
5.3 INTENSIDAD-DENSIDAD	68
5.4 INTENSIDAD – SUPERFICIE PEATONAL	69
5.5 INTENSIDAD-VELOCIDAD	71
6. ANÁLISIS DE RESULTADOS	73
6.1 NIVELES DE SERVICIO PARA SANTAFÉ DE BOGOTÁ	81
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	84
BIBLIOGRAFÍA	88
ANEXOS	

INTRODUCCIÓN

Los movimientos peatonales en el ambiente urbano son vitales para sostener las relaciones sociales y económicas esenciales para la vida de la ciudad. Caminar permite a los individuos tener contacto directo con el ambiente y con otras personas, habilita el paso de las personas de un lugar a otro y hace posible el acceso peatonal a las áreas donde el movimiento vehicular no es posible o no es deseable ya sea por seguridad o por razones ecológicas.

Para habilitar y promover la acción de caminar según diferentes propósitos, los medios físicos deben estar disponibles para apoyar las necesidades fisiológicas, psicológicas y sociales de los peatones y asegurarlos contra la fatiga excesiva, interferencias por otros peatones, accidentes y, en general, la conveniencia de la circulación que se requiera. En todo caso, para planear y llevar a cabo tales facilidades se requiere de la comprensión de las características de tráfico peatonal.

Con base en informes publicados, la teoría existente y nuestras propias investigaciones de campo, en este trabajo* se analizan los parámetros del tránsito peatonal, los cuales permiten definir los niveles de servicio apropiados, para la

* Este trabajo surge por iniciativa y con el apoyo de la **Fundación Colombiana de Peatones**, ante la carencia de parámetros propios para cálculos de ingeniería en estudios peatonales en Bogotá.

planificación o el diagnóstico de pasos peatonales bajo condiciones seleccionadas.

Las principales características de los flujos peatonales son investigadas y determinadas cuantitativamente usando los datos obtenidos en las aceras de varias calles comerciales en Santafé de Bogotá. De esta forma, surgen para nuestra ciudad parámetros peatonales propios, acordes justamente con nuestra idiosincrasia, medio físico y antropometría.

De acuerdo con la teoría de la circulación peatonal, tanto los principios peatonales como las relaciones entre velocidad, densidad, intensidad y superficie, son análogos a los establecidos para los vehículos. De otra parte, el análisis estadístico permite ajustar las parejas de datos de dichas relaciones a un modelo de regresión lineal, ya que ha demostrado ser el modelo que mejor representa la tendencia¹.

Es así como a partir de las filmaciones realizadas en este estudio y su posterior trabajo de reducción de datos, fue posible determinar las relaciones básicas que describen el flujo peatonal de los bogotanos, calibrar las curvas correspondientes, obtener los parámetros y deducir las fórmulas que finalmente dotarán de las

¹ CAL Y MAYOR Asociados, Manual de Estudio de Tránsito y Transporte, consultoría para la preparación del manual de planeación y diseño para la administración de tránsito. Secretaría de tránsito y Transporte de Santafé de Bogotá. Tomo II, Agosto de 1998.

herramientas adecuadas a los ingenieros interesados en labores de planeación o diseño involucradas con la circulación peatonal en nuestra ciudad.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se presentan a continuación las ecuaciones obtenidas para Bogotá que relacionan las principales variables de su flujo peatonal:

✓Velocidad - Densidad: $v = 86.429 - 23.003k$

✓Intensidad - Superficie: $I = \frac{b}{M} - \frac{a}{M^2} = \frac{86.429}{M} - \frac{23.003}{M^2}$

✓Intensidad - Velocidad: $v = 43.2145 \pm \sqrt{1867.493 - 23.003 * I}$

✓Superficie - Velocidad: $v = 86.429 - \frac{23.003}{M}$

Partiendo de la primera ecuación, fue posible determinar los siguientes parámetros propios para la ciudad:

∅Densidad máxima en el momento en que la velocidad se vuelve cero:

$$K_e = 3.757 \text{ Peat/m}^2.$$

∅Velocidad a flujo libre: $v_f = 86.429 \text{ m/min}$

∅Superficie mínima disponible que permite la circulación: $M_{I=0} = 0.267 \text{ m}^2$

∅Superficie correspondiente a la intensidad máxima: $M_c = 0.532 \text{ m}^2$

∅Velocidad de marcha correspondiente a la intensidad máxima: $v_c = 43.214$
m/min

∅Superficie peatonal correspondiente a la velocidad nula: $M_{v=0} = 0.2661 \text{ m}^2$

Dada su importancia, transcribimos a continuación los parámetros resultantes de la investigación para el cálculo de los niveles de servicio en vías peatonales de Bogotá, los cuales ya se había presentado en la Tabla 11 del capítulo 6:

Niveles de Servicio en Vías Peatonales de Santafé de Bogotá

NIVEL DE SERVICIO	SUPERFICIE (m ² /Peat)	INTENSIDADES Y VELOCIDADES ESPERADAS		
		Velocidad Media V (m/min)	Intensidad I (Peat/min/m ²)	Relación I/c
A	≥ 13.03	≥ 85	≤ 6	≤ 0.08
B	≥ 3.58	≥ 80	≤ 22	≤ 0.28
C	≥ 2.37	≥ 77	≤ 32	≤ 0.40
D	≥ 1.45	≥ 70	≤ 48	≤ 0.60
E	≥ 0.53	≥ 43	≤ 81	≤ 1.00
F	≤ 0.53	≤ 43	Variable	Variable

Fuente: Elaboración Propia

La intensidad máxima o capacidad de las vías peatonales en Bogotá equivale a 81 Peat/min/m, valor similar al mostrado por el Highway Capacity Manual. Esto se debe a que si bien las características y factores que afectan a los peatones de Nueva York y a los de Bogotá son diferentes, tomados en conjunto hacen que los peatones de ambas ciudades se comporten de manera similar en este aspecto.

Después de medir el grado de asociación entre las variables numéricas de velocidad-densidad con diferentes modelos de ajuste, se comprobó que el mejor modelo es el lineal. Si bien los datos mejoran bondad de ajuste, encontrándose coeficientes de correlación mayores con otro modelo diferente al lineal, esta

mejora es tan pequeña que no justifica el cambio de modelo y, además, eliminaría el soporte teórico ya explicado ampliamente por el modelo de Greeshields.

Los peatones bogotanos se ven afectados por diferentes factores psicológicos, fisiológicos, sociales y ambientales propios. De acuerdo con lo observado, presentan una dualidad en cuanto a permitir el acercamiento de otros; de una parte, tienen tendencia a caminar en grupo y pareciera que no quisieran sentirse solos pero de otra parte, sólo permiten que los acercamientos se hagan lateralmente, sin acercarse mucho uno tras otro. Esto posiblemente por las condiciones de desconfianza imperantes en Bogotá por sus condiciones de inseguridad urbana.

Este estudio demuestra que la velocidad de flujo libre de los bogotanos es mayor a la de los peatones de Nueva York (USA), Londres (Gran Bretaña), Singapur (Singapur) y Haifa (Israel). Con respecto a la capacidad, resulta similar a la de Nueva York, menor que la de Singapur y mayor que las de Londres y Haifa.

Nótese que los parámetros peatonales obtenidos para Bogotá difieren individualmente de sus correspondientes en otros países. No obstante, tomados en conjunto para explicar globalmente el fenómeno, no presentan diferencias significativas con las propuestas del HCM, excepto para niveles de servicio intermedios. Obsérvese, por ejemplo, que para Bogotá los niveles de servicio C y D difieren sustancialmente.

Por último, conviene continuar esta línea de estudios para la capital y otras ciudades colombianas, especialmente en lo referente a efectos sobre el ancho efectivo peatonal y calibración de parámetros para motivos específicos de viaje y tipos de peatón involucrado.