

DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO DE
INFRAESTRUCTURAS PEATONALES APLICANDO ALGUNAS
METODOLOGÍAS EXISTENTES, UN CASO DE ESTUDIO PARA LA COMUNA
TRECE DE LA CIUDAD DE BUCARAMANGA.

INGRID PAOLA BLANCO MÉNDEZ

YESSICA BRIGITH CABALLERO LÓPEZ

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOMECHANICAS
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
BUCARAMANGA
2014

DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO DE
INFRAESTRUCTURAS PEATONALES APLICANDO ALGUNAS
METODOLOGÍAS EXISTENTES, UN CASO DE ESTUDIO PARA LA COMUNA
TRECE DE LA CIUDAD DE BUCARAMANGA.

INGRID PAOLA BLANCO MENDEZ
YESSICA BRIGITH CABALLERO LÓPEZ

Trabajo de grado para optar el título de
INGENIERA CIVIL

Director
YERLY FABIAN MARTINEZ ESTUPIÑAN INGENIERO CIVIL

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOMECHANICAS
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
BUCARAMANGA
2014

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a Dios, el escritor de mi vida, quien ha transformado mi presente y me guía hacia un excelente futuro.

A mis padres, quienes han sido mi apoyo incondicional, además de un gran ejemplo de perseverancia, constancia y sabiduría.

A Luis Eduardo Gualdrón, mi compañero, amigo y novio por sus consejos, amor y el apoyo que me brindó para culminar mi carrera profesional.

Finalmente, a mi familia, por todo el amor y la fe que han puesto en mí, queriendo ver cumplidos hasta los sueños más imposibles.

Yessica Brigith Caballero López

DEDICATORIA

A Dios primordialmente, porque ha sido él quien ha guiado mis caminos y el que me da la fortaleza, la fe y las capacidades para cumplir mis metas, todo esto como muestra de su infinito amor y de su bondad.

A mi madre, a quien le debo todo en la vida gracias por su incondicional apoyo, por su ejemplo de perseverancia, honestidad y responsabilidad, por infundirme constantemente los valores que hacen valioso al ser humano, pero sobre todo gracias por su amor.

A mis hermanos, que son mi motivación, y al resto de mi familia, gracias por su apoyo y confianza.

A mis profesores, por ser partícipes de este proceso de formación, en especial a nuestro director de proyecto gracias por el tiempo, la dedicación y la paciencia brindada.

Ingrid Paola Blanco Méndez

AGRADECIMIENTOS

A Dios.

A nuestro director de proyecto Yerly Fabián Martínez Estupiñán por su confianza y dedicación en el transcurso de la realización de este proyecto.

A nuestros padres a quienes debo mi formación personal y profesional. Así mismo por su apoyo económico y moral.

Al grupo de investigación de Geomática de la Universidad Industrial de Santander, quienes contribuyeron con este proyecto.

CONTENIDO

Pág.

INTRODUCCIÓN	14
1. ZONA DE ESTUDIO	17
1.1 TOMA DE INFORMACIÓN	19
2. VERIFICACIÓN DE LAS CONDICIONES ACTUALES DE LA ZONA DE ESTUDIO CON EL PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE BUCARAMANGA 2013- 2027.....	20
3. CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO DE LA ZONA ESTUDIO	28
3.1 MÉTODO COLOMBIANO PARA ESTIMAR LA CAPACIDAD Y CALIDAD DEL SERVICIO EN INFRAESTRUCTURAS PEATONALES –CCSP.....	28
3.2 NUEVO MODELO DE ESTIMACIÓN DE NIVEL DE SERVICIO PEATONAL EN CIUDADES DE GRECIA.....	37
4. ANALISIS DE RESULTADOS.....	40
CITAS BIBLIOGRAFICAS.....	43
BIBLIOGRAFÍA.....	45

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
FIGURA 1: Zona de estudio.....	17
FIGURA 2: Peatones invadiendo el carril vehicular	18
FIGURA 3: Estado de la superficie de un andén en la zona de estudio.	18
FIGURA 4: Infraestructuras peatonales estudiadas.....	19
FIGURA 5: Planta de franjas funcionales de los andenes.	21
FIGURA 6: Estado actual Cr. 23-30.....	24
FIGURA 7: Estado actual Cr. 22-31	24
FIGURA 8: Estado actual Cl. 34-23	25
FIGURA 9: Estado actual Cl. 35-21.	26

LISTA DE TABLAS

	Pág.
TABLA 1: Dimensiones mínimas de andenes.....	22
TABLA 2: Clasificación de la zona estudio según el Plan de Ordenamiento Territorial de Bucaramanga.....	22
TABLA 3: Comparación del estado actual de la Cr. 23-30 con el planteamiento del POT.	23
TABLA 4: Comparación del estado actual de la CI 34-23 con el planteamiento del POT.	24
TABLA 5 : Comparación del estado actual de la CI 34-23 con el planteamiento del POT.	25
TABLA 6 : Comparación del estado actual de la CI. 35-21 con el planteamiento del POT.	26
TABLA 7: Equivalente en hombre joven por diferentes edades y géneros.	29
TABLA 8: Factor de ajuste por pendiente y estado de la vía.	30
TABLA 9: Factores de equivalencia para peatones con acompañantes.	30
TABLA 10: Factores de ajuste por distribución direccional y tipo de vía.....	31
TABLA 11: Velocidad media ideal peatonal a flujo libre bajo diferentes pendientes UFL.	31
TABLA 12: Factores de corrección por efecto de utilización de la capacidad fv/C.	32
TABLA 13: Factores de equivalencia para peatones con objetos.	33
TABLA 14: Factor de ajuste por sector urbano.	33
TABLA 15: Factor de ajuste por ancho restringido.	34
TABLA 16: Velocidad peatonal para condiciones locales Ut.	34
TABLA 17: Parámetros de campo de la zona estudio, usados para aplicar la metodología Colombiana.	35
TABLA 18: Factores de ajuste, Capacidad y Nivel de servicio.	36
TABLA 19: Categorización de los parámetros considerados en la estimación del nivel de servicio.	38
TABLA 20: Calificaciones generales estimadas para el Nivel de Servicio peatonal.	39
TABLA 21: Nivel de Servicio obtenido a partir del Nuevo Modelo.	39
TABLA 22: Nivel de Servicio obtenido a partir del Nuevo Modelo.	39
TABLA 23: Análisis comparativo de los Niveles de Servicio.	40
TABLA 24: Análisis comparativo de los Niveles de Servicio.	40

RESUMEN

TITULO: DETERMINACION DE LA CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO DE INFRAESTRUCTURAS PEATONALES APLICANDO ALGUNAS METODOLOGIAS EXISTENTES, UN CASO DE ESTUDIO PARA LA COMUNA TRECE DE LA CIUDAD DE BUCARAMANGA.

AUTOR(ES): INGRID PAOLA BLANCO MENDEZ**
YESSICA BRIGITH CABALLERO LÓPEZ**

PALABRAS CLAVE: PEATÓN, INFRAESTRUCTURA PEATONAL, NIVEL DE SERVICIO, CAPACIDAD PEATONAL.

DESCRIPCIÓN:

Caminar es una alternativa imprescindible dentro de las opciones de viajes a pie, especialmente en las zonas centrales, sin embargo, estas zonas no siempre son aptas para soportar el alto flujo peatonal, no es raro encontrar aceras en mal estado, angostas o con una variedad de obstáculos interpuestos, lo cual hace vulnerable al usuario, por tal motivo es fundamental garantizar accesibilidad al peatón para que pueda llegar, ingresar, usar, salir, de los espacios de origen o destino sin ningún problema de accesibilidad.

En el presente artículo se muestran los resultados de una revisión de las condiciones de la infraestructura peatonal de una zona de estudio ubicada en la comuna trece de la ciudad de Bucaramanga, así como la verificación del cumplimiento de dichas condiciones en cuanto a dimensionamiento y espacios según la normativa vigente, correspondiente al Plan de Ordenamiento Territorial de Bucaramanga 2013- 2027. A su vez, se estima la capacidad y nivel de servicio de la infraestructura peatonal comprendida por dicha zona, haciendo uso de la metodología colombiana desarrollada por la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC) y del Nuevo modelo de estimación de Nivel de Servicio peatonal en ciudades de Grecia desarrollado en el 2012, con el fin de realizar un análisis comparativo de los resultados y determinar la viabilidad de implementar una metodología internacional.

** Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.
Director: Yerly Fabián Martínez Estupiñán, Ingeniero Civil.

ABSTRACT

TITLE: DETERMINATION OF THE CAPACITY AND LEVEL OF SERVICE OF PEDESTRIAN INFRASTRUCTURES APPLYING SOME EXISTING METHODOLOGIES, TO MARRIED OF STUDY FOR THE COMMUNE THIRTEEN OF BUCARAMANGA'S CITY.

AUTHOR(S): INGRID PAOLA BLANCO MÉNDEZ**
YESSICA BRIGITH CABALLERO LÓPEZ**

KEYWORDS: PEDESTRIAN, PEDESTRIAN INFRASTRUCTURE, LEVELS OF SERVICE (LOS), PEDESTRIAN CAPACITY.

DESCRIPTION:

Walking is an indispensable alternative inside the options of trips afoot, especially in the central zones, nevertheless, these zones not always are suitable to support the high pedestrian flow, it is not rare to find sidewalks in poor condition, narrow or with a variety of interposed obstacles, Which turns vulnerable to user, for such a motive must be guaranteed accessibility to the pedestrians, in order that these could come, enter, use, go out, of the spaces of origin or destination without any problem of accessibility.

This paper shows the results of a review of the conditions of a pedestrian infrastructure of a study area of the commune thirteen for the city of Bucaramanga, as well as verification of compliance with those conditions in terms of sizing and space according to the regulations in force which corresponds to Plan de Ordenamiento Territorial of Bucaramanga 2013-2027. In turn, is estimated the capacity and service level of the pedestrian infrastructure including in the area of study, making use of some existing methodologies, in order to perform a comparative analysis of the results and determine the feasibility of implementing an international methodology.

**Industrial University of Santander. Faculty of Engineerings Physicist –Mechanics. School of Civil Engineering. Director: Yerly Fabian Martinez Estupiñán, Civil Engineer.

INTRODUCCIÓN

El crecimiento y desarrollo urbano es un proceso que resulta de la interacción de varios factores como: el sistema económico y político, el estado (políticas públicas), la industria, la dinámica de la economía, los intereses y necesidades individuales, etc. Dicho proceso se relaciona significativamente con el sistema de transporte y tránsito, debido a que el desarrollo urbano busca adaptar las ciudades para que su infraestructura ofrezca calidad de vida a sus habitantes y esto se traduce en gran medida en condiciones adecuadas para la movilidad de personas.

Sin embargo, en Colombia como producto de los procesos de urbanización, surgieron ciudades con un diseño que se basó primordialmente en los vehículos y no en las personas [1], ofreciendo así una limitada infraestructura peatonal que conlleva a serios problemas de movilidad para los peatones. Debido a la baja capacidad de estas infraestructuras destinadas al flujo peatonal, se induce a los usuarios a realizar acciones que comprometen su seguridad, como invadir el carril vehicular o hacer cruces en lugares que no están destinados para esto.

Por lo anterior, se considera importante que los espacios peatonales sean diseñados adecuadamente, garantizando seguridad, accesibilidad, conectividad, simplicidad, estética, funcionalidad y economía. [2]

En el mundo se han desarrollado diversas metodologías que tienen como objetivo estimar la capacidad y la calidad de operación de las infraestructuras peatonales, cada una de estas propone variables dependientes de las condiciones propias del entorno en el cual fueron desarrolladas [3]. En Colombia se desarrolló una metodología, realizada por la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia en el año 2011, según la cual sus principios técnicos se han aplicado a varias ciudades del resto del país.

No obstante, dicha metodología fue desarrollada para condiciones particulares de la ciudad de Tunja; Por lo cual se pretende investigar si esta metodología junto con el Nuevo modelo de estimación de Nivel de Servicio peatonal en ciudades de Grecia, funcionarían de forma adecuada para una zona de estudio de la comuna trece en la ciudad de Bucaramanga y además determinar si la infraestructura peatonal presente en dicho sector cumple con las condiciones adecuadas en cuanto a dimensionamiento y espacios.

Se define al peatón como cualquier persona que está en marcha o que utiliza una silla de ruedas o un medio de transporte propulsado por energía humana que no sea una bicicleta [4].

Se define como capacidad de una infraestructura de transporte al flujo máximo horario al que se puede razonablemente esperar que las personas o vehículos atraviesen un punto o sección uniforme de un carril o calzada durante un periodo de tiempo dado, bajo condiciones prevalecientes de la vía, del control y del tránsito [5]. El nivel de servicio se utiliza para evaluar la calidad del flujo. Es una medida cualitativa que descubre las condiciones de operación de un flujo de vehículos y/o personas, y de su percepción por los conductores o pasajeros [5].

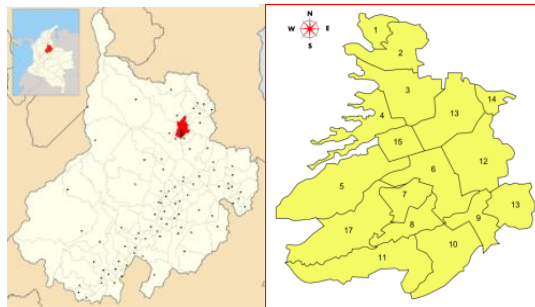
Existen dos categorías de infraestructuras de tráfico peatonal: infraestructuras de flujo continuo o ininterrumpido (aceras, senderos peatonales, escaleras, vías exclusivas), infraestructuras de flujo discontinuo o interrumpido (pasos de cebra en intersecciones semaforizadas y cruces peatonales en intersecciones no semaforizadas) [6].

1. ZONA DE ESTUDIO

En la ciudad de Bucaramanga el 31% de la malla vial urbana presenta un ancho promedio de andén inferior a 1.2m, el 41% de la malla presenta un ancho de andén entre 1.2 y 1.8 metros, el 25% de la malla con un ancho entre 1.8 y 3 metros y tan solo 3% de la malla vial cuenta con un ancho de andén superior a los 3 metros. Esta situación se convierte en crítica teniendo en cuenta que casi un 75% de la malla vial urbana no cumple con la dimensión mínima de andén de 2.00 metros. [7]

La anterior situación se puede ver reflejada en una de las zonas de la comuna trece de nuestra ciudad, específicamente en el barrio Antonia Santos Centro. Esta es una zona mixta, ya que es residencial con gran influencia de comercio, pero que presenta en su infraestructura peatonal algunas falencias. Es por esto que la presente investigación se enfocara en este barrio como zona de estudio.

FIGURA 1: Zona de estudio



Fuente: *Alcaldía de Bucaramanga, adaptada por los autores*

En la mayoría de los andenes de la zona de estudio, se observa que estos presentan un ancho insuficiente y que varía a lo largo de la acera, lo que induce a los peatones a invadir el carril vehicular, como se puede apreciar en la figura 2; además de tener varios obstáculos en medio de ella como lo son postes y señales de tránsito, por lo que se reduce la accesibilidad de personas en condición de discapacidad a estas infraestructuras. También, gran parte de estos andenes presentan irregularidades en su superficie como fisuras notables y huecos (figura 3).

FIGURA 2: Peatones invadiendo el carril vehicular



FIGURA3: Estado de la superficie de un andén en la zona de estudio.



1.1. TOMA DE INFORMACIÓN

La información de campo se obtuvo, una parte, proveniente de aforos peatonales hechos en la zona de estudio y otra fue proporcionada por el grupo de investigación Geomática, Gestión y Optimización de Sistemas de la Universidad Industrial de Santander.

Para la recolección de información del tráfico peatonal se realizaron aforos en los periodos y zonas de alta demanda de flujo peatonal, durante una hora (11:45 am – 12:45 pm) en subperiodos de quince minutos. Los sectores donde se realizaron dichos conteos se muestran en la figura 4 y corresponden a la carrera 23 entre calles 30 y 31, la carrera 22 entre 31 y 32, la calle 34 entre carrera 23 y 24 y por ultimo en la calle 35 entre carrera 21 y 22.

FIGURA4: Infraestructuras peatonales estudiadas.



2. VERIFICACIÓN DE LAS CONDICIONES ACTUALES DE LA ZONA DE ESTUDIO CON EL PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE BUCARAMANGA 2013- 2027.

El diseño de los espacios públicos peatonales debe cumplir los lineamientos en cuanto a diseño y construcción establecidos en el Manual para el Diseño y Construcción del Espacio público peatonal de Bucaramanga (MEPB), así como con lo siguiente:

- *Continuidad:* los andenes deben ser continuos, paralelos a la vía siguiendo la misma pendiente longitudinal de las calzadas; los accesos peatonales o vehiculares a predios deben respetar la continuidad y nivel de la franja de circulación peatonal. Las rampas de acceso vehicular a las edificaciones no pueden estar ubicadas dentro de las franjas del andén.

- *Tratamiento:* la superficie de los andenes debe ser dura, antideslizante y continua, no se permiten gradas o resaltos; la franja de amueblamiento y/o ambiental se tratara de acuerdo a la actividad del sector

- *Conexión a la red peatonal:* los proyectos de manzana o sector urbano debe garantizar al interior de las manzanas la incorporación de un sistema peatonal que articule los espacios públicos, comunales y de encuentro tales como equipamiento y parques, con la red de andenes existentes en el entorno.

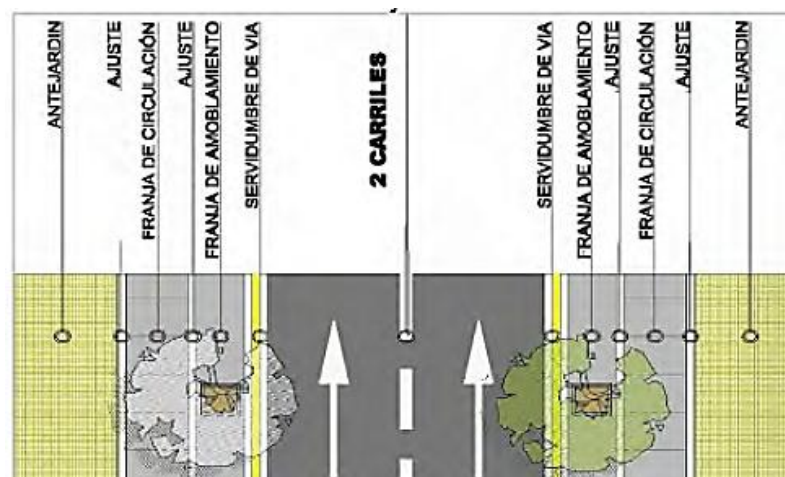
- *Accesibilidad:* los andenes deben responder a los requerimientos de accesibilidad para personas con movilidad reducida, problemas sensoriales, visuales o de otro tipo, a partir de las disposiciones establecidas en las normas vigentes sobre accesibilidad al medio físico y el Manual para el Diseño y Construcción del Espacio público peatonal de Bucaramanga – MEPB. [7]

Para la planificación, diseño, construcción y/o adaptación de los andenes de las vías urbanas del municipio, se adoptan los siguientes anchos mínimos y franjas funcionales:

Ancho mínimo de andenes: para áreas residenciales 2.00 m. incluida la servidumbre de vía, 2.40 m. cuando incluya franja de amueblamiento y 2.80 m. cuando incluya franja de amueblamiento con arborización.

Para áreas de actividad comercial, de servicios, Múltiple, industrial o dotacional, como mínimo tres metros (3 m) incluida la servidumbre de vía, tres metros con ochenta centímetros (3.80 m) cuando incluya circulación de dos metros con sesenta centímetros (2.60 m) y franja de amueblamiento con arborización de un metro con veinte centímetros (1.20 m), y cuatro metros con veinte centímetros (4.20 m) cuando la franja de circulación sea de tres metros (3.0 m).[7]

FIGURA5: Planta de franjas funcionales de los andenes.



Fuente: *Plan de Ordenamiento Territorial 2013-2027 (Documento técnico de soporte 3/14).* [7]

TABLA 1: Dimensiones mínimas de andenes.

ÁREA DE ACTIVIDAD		DIMENSION TOTAL MÍNIMA
RESIDENCIAL	Circulación mínima + servidumbre de vía	2,0 m
	Circulación+ Servidumbre+ Mobiliario/Arborización	3,0 m
	Circulación óptima+ Servidumbre+ Mobiliario/Arborización	3,4 m
COMERCIAL Y SERVICIOS, MÚLTIPLE, INDUSTRIAL, DOTACIONAL	Circulación mínima+ servidumbre de vía	3 m
	Circulación+ Servidumbre+ Mobiliario/Arborización	4 m
	Circulación óptima+ Servidumbre+ Mobiliario/Arborización	4,4

Fuente: *Plan de Ordenamiento Territorial 2013-2027 (Documento técnico de soporte 3/14).* [7]

A continuación se muestra en la tabla 2, la clasificación para cada zona según el uso del suelo, planteado por el POT (ANEXO 1); y a su vez el tipo de perfil vial asociado a cada punto (ANEXO 2).

TABLA 2: Clasificación de la zona estudio según el Plan de Ordenamiento Territorial de Bucaramanga.

CLASIFICACIÓN POT.	CRA 23-30	CRA 22-31	CL 34-23	CL 35-21
AREA DE ACTIVIDAD	R3	C2	R3	C2
PERFIL VIAL	13,00 C	17,00 A	13,00 C	13,00 B

Fuente: *Plan de Ordenamiento Territorial 2013-2027 (Ficha Normativa 11/14), adaptada por los autores* [7]

- R3: Zona mixta: Vivienda, comercio y servicios
- C2: Zona comercial y de servicios livianos o al por menor.
- PERFIL 13,00 C: propone franja de circulación tanto izquierda (FC_I_) como derecha (FC_D_) de 3 metros.
- PERFIL 13,00 B: propone FC_I_ de 1,6 m y franja de amueblamiento izquierdo (FA_I_) de 1,4; lo mismos valores para la parte derecha.
- PERFIL 17,00 A: propone FC_I_ de 2,6 m y FA_I_ de 1,4 y se toman estos mismos valores para la derecha.

TABLA 3: Comparación del estado actual de la Cr. 23-30 con el planteamiento del POT.

ANTONIA SANTOS, BUCARAMANGA.	
CRA 23-30	
Descripción: Zona mixta: Vivienda, comercio	
ANDEN IZQUIERDO	
ESTADO ACTUAL	POT
Obstáculos (muros, superficies con diferentes texturas, postes), buena iluminación, ANCHO EFECTIVO = 0,18M	DIMENSIÓN TOTAL = 3 m.
ANDEN DERECHO	
ESTADO ACTUAL	POT
Obstáculos (cambio de texturas, desnivel), buena iluminación, ANCHO EFECTIVO = 0,26m.	DIMENSIÓN TOTAL = 3M.

FIGURA6: Estado actual Cr. 23-30



TABLA 4: Comparación del estado actual de la CI 34-23 con el planteamiento del POT.

CRA 22 - 31	
Descripción: Comercial y de servicios al por menor.	
ANDEN IZQUIERDO	
ESTADO ACTUAL	POT
Anden en regular estado, obstáculos (cambio de texturas, grietas), iluminación Regular, ANCHO EFECTIVO = 1,07M	DIMENSIÓN TOTAL = 4M
ANDEN DERECHO	
ESTADO ACTUAL	POT
Anden en regular estado, obstáculos a nivel de franjas de circulación peatonal , ANCHO EFECTIVO = 0,89 M	DIMENSIÓN TOTAL = 4M

FIGURA 7: Estado actual Cr. 22-31



TABLA 5 : Comparación del estado actual de la Cl 34-23 con el planteamiento del POT.

CL 34 - 23	
Descripción: Zona mixta: vivienda, comercio.	
ANDEN IZQUIERDO	
ESTADO ACTUAL	POT
Anden en estado regular, sin obstáculos, ANCHO EFECTIVO = 0,72M	DIMENSIÓN TOTAL = 3M
ANDEN DERECHO	
ESTADO ACTUAL	POT
Anden en mal estado, buena iluminación, obstáculos a nivel de franjas de circulación peatonal, grietas. ANCHO EFECTIVO = 0,8M	DIMENSIÓN TOTAL = 3M

FIGURA 8: Estado actual Cl. 34-23



TABLA 6 : Comparación del estado actual de la Cl. 35-21 con el planteamiento del POT.

CL 35 -21	
Descripción: área comercial, de servicios livianos o al por menor	
ANDEN IZQUIERDO	
ESTADO ACTUAL	POT
Anden en buen estado, obstáculos(cambio de texturas, desniveles), ANCHO EFECTIVO = 1,22M	DIMENSIÓN TOTAL = 3M
ANDEN DERECHO	
ESTADO ACTUAL	POT
Anden en estado regular, grietas, cambio de texturas, zona lisa, 2 árboles, ANCHO EFECTIVO = 1,18M	DIMENSIÓN TOTAL = 3M

FIGURA 9: Estado actual Cl. 35-21.



Para la zona de estudio seleccionada, se verificó que sus condiciones, en cuanto a dimensionamiento y cumplimiento de los lineamientos mencionados anteriormente, no obedece a lo planteado por el Plan de Ordenamiento Territorial de Bucaramanga 2013-2027 y se evidencia que no se acata el valor mínimo del ancho que es de 2m, ni se brindan las condiciones adecuadas para garantizar accesibilidad.

3. CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO DE LA ZONA ESTUDIO

Para determinar la capacidad y nivel de servicio de la infraestructura peatonal de la zona estudio, se hará uso de la metodología colombiana desarrollada por la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC) en el año 2011[8]. Adicionalmente se aplicará otra metodología, en la cual los parámetros que ésta considere, puedan ser aplicables a las condiciones particulares de la zona de estudio de la comuna trece de la ciudad de Bucaramanga.

Para la selección de dicha metodología, se hizo una revisión de las metodologías existentes que estiman la Capacidad y Nivel de Servicio en infraestructuras peatonales, las cuales se muestran en [3]. Los criterios que se tuvieron en cuenta para dicha selección fue en primer lugar, el tipo de infraestructura, que esta correspondiera a infraestructuras de flujo continuo, en segundo lugar que el nivel espacial en el que se aplica cada modelo correspondiera a aceras, y por último que los elementos o parámetros que involucre se puedan aplicar a la zona estudio; dando así como resultado la selección del Nuevo modelo de estimación de Nivel de Servicio peatonal en ciudades de Grecia [9], metodología desarrollada en el año 2012 como producto de la combinación de otras metodologías internacionales.

3.1. MÉTODO COLOMBIANO PARA ESTIMAR LA CAPACIDAD Y CALIDAD DEL SERVICIO EN INFRAESTRUCTURAS PEATONALES –CCSP.

La metodología considera variables asociadas a la infraestructura como su ancho efectivo, estado, pendiente, obstrucciones laterales, longitud del tramo y tipo de vía. En cuanto a las características del flujo peatonal se considera la velocidad de caminata como variable de decisión, el volumen peatonal, factor de periodo pico (calculado con base en intervalos de un minuto dentro del periodo de 15 minutos más cargados), también se considera el efecto de la distribución direccional del flujo. Las características de los peatones que se tienen en cuenta son: género, edad, acompañantes, paquetes o maletas, bloqueos por encuentro. En cuanto a las condiciones del entorno se considera el tipo de zona en función del uso del suelo del sector.

La capacidad de una infraestructura peatonal, se mide en peatones para un periodo determinado de tiempo (15 minutos por ejemplo) y por metro lineal de ancho de sección transversal, según la ecuación 1:

$$C = C_I * A_e * f_{eg} * f_{pe} * f_{td} * f_{na} \quad (1)$$

Dónde:

C = Capacidad de la infraestructura analizada.

C_i= Valor máximo de flujo bajo condiciones ideales; se obtuvo 1.000 peat/15 minutos/m (según sea el periodo) partiendo de datos locales obtenidos de los modelos calibrados para la ciudad caso estudio.

A_e= Ancho efectivo utilizado por los peatones.

f_{eg}= Factor de ajuste por edad y género.

f_{pe}= Factor de ajuste por pendiente y estado de la vía.

f_{td}= Factor de ajuste por tipo de la vía y distribución direccional, y

f_{na}= Factor de ajuste por acompañantes.

Factor de ajuste por edad y género *f_{eg}*:

$$f_{eg} = \frac{1}{1 + [P_n(E_n - 1) + P_a(E_a - 1) + \dots]} \quad (2)$$

P_n = Proporción de niños en decimal

E_n = Equivalente de joven por niño. Tabla 7

TABLA 7: Equivalente en hombre joven por diferentes edades y géneros.

GÉNERO	EDAD	EQUIVALENTE
MASCULINO	Niño	1,165
	Joven	1
	Adulto	1,035
	Mayor	1,333
FEMENINO	Niño	1,096
	Joven	1,08
	Adulto	1,203
	Mayor	1,591

Fuente: *Método colombiano para estimar la capacidad y nivel de servicio en infraestructuras peatonales. UPTC [8]*

TABLA 8: Factor de ajuste por pendiente y estado de la vía.

Pend.	ESTADO		
	BUENO	REGULAR	MALO
SUAVE < 3	1	0,99	0,99
MEDIA 3-7	0,978	0,949	0,91
ALTA >7	0,933	0,905	0,868

Fuente: *Método colombiano para estimar la capacidad y nivel de servicio en infraestructuras peatonales. UPTC [8]*

Factor de ajuste por número de acompañantes f_{na} :

$$f_{na} = \frac{1}{1 + [P_1(E_1 - 1) + P_n(E_n - 1)]} \quad (3)$$

Dónde:

P_1 = Proporción de peatones con un acompañante, en decimal.

E_1 = Equivalente de peatones con un acompañante, en peatones sin acompañantes (tabla 9).

P_n = Proporción de peatones con más de un acompañante, en decimal.

E_n = Equivalente de peatones con acompañante, en peatones sin acompañantes, de la tabla 9.

TABLA 9: Factores de equivalencia para peatones con acompañantes.

TIPO DE VÍA	SOLO	ACOMPANADO
ACERA	1	1,1
EXCLUSIVA	1	1,5
SENDERO	1	1,5

Fuente: *Método colombiano para estimar la capacidad y nivel de servicio en infraestructuras peatonales. UPTC [8]*

Factor de ajuste por distribución direccional y pendiente de la vía *ftd*:

TABLA 10: Factores de ajuste por distribución direccional y tipo de vía.

ACERA		VÍA EXCLUSIVA	
DISTRIB.	FACTOR	DISTRIB.	FACTOR
50/50	1	50/50	1
60/40	0,87	60/40	0,9
70/40	0,78	70/40	0,82
80/20	0,7	80/20	0,75
90/10	0,64	90/10	0,69
100/0	0,58	100/0	0,64

Fuente: *Método colombiano para estimar la capacidad y nivel de servicio en infraestructuras peatonales. UPTC [8]*

El cálculo del Nivel de Servicio se basa en comparar la velocidad representativa de las condiciones estudiadas (URE) con la velocidad para los diferentes niveles de servicio y pendientes tabulada para condiciones locales (UT). Para ello se desarrollan los siguientes pasos:

Se define de la velocidad media bajo condiciones ideales a flujo libre: relacionada para una pendiente dada y una longitud de tramo, la correspondiente velocidad ideal a flujo libre UFL (tabla 11).

TABLA 11: Velocidad media ideal peatonal a flujo libre bajo diferentes pendientes UFL.

Pend.	LONGITUD DEL TRAMO					
	20	40	60	80	100	>100
SUAVE < 3	1,6	1,57	1,54	1,51	1,48	1,45
MEDIA 3-7	1,4	1,37	1,34	1,34	1,29	1,27
ALTA >7	1,2	1,18	1,15	1,15	1,11	1,08

Fuente: *Método colombiano para estimar la capacidad y nivel de servicio en infraestructuras peatonales. UPTC [8]*

Después se determina la velocidad de caminado a flujo predeterminado (U_{fp}) mediante la ecuación 4:

$$U_{Fp} = U_{FL} * \frac{V}{C} \quad (4)$$

El factor V/C es la relación entre el volumen de servicio y la capacidad. El volumen de servicio debe expresarse en términos de flujo, por lo que debe ser dividido por el factor de hora pico (FHP) calculado para periodos de 15 minutos y fluctuaciones dentro de ellos.

En la ecuación anterior, cabe aclarar que la velocidad a flujo libre esta multiplicada por el factor de corrección por efecto de la utilización de la capacidad ($f_{v/c}$) y no por la relación V/C , como lo da a entender esta expresión. Por lo que se modifica este término en la siguiente ecuación:

$$U_{Fp} = U_{FL} * f_{v/c} \quad (5)$$

Posteriormente se establece la velocidad representativa de las condiciones estudiadas o previstas URE., esta se calcula mediante la ecuación 5

$$U_{RE} = U_{FP} * \text{Factores de ajuste} \quad (5)$$

Factor de ajuste por efecto de la utilización de la capacidad $f_{v/c}$:

TABLA 12: Factores de corrección por efecto de utilización de la capacidad $f_{v/c}$.

V/C	0,05	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
Fv/c	1	0,99	0,98	0,95	0,92	0,87

V/C	0,6	0,7	0,8	0,9	0,95	1
Fv/c	0,82	0,75	0,68	0,59	0,55	0,5

Fuente: *Método colombiano para estimar la capacidad y nivel de servicio en infraestructuras peatonales. UPTC [8]*

Factor de ajuste por objetos:

$$f_o = \frac{1}{1 + [P_1(E_1 - 1) + P_n(E_n - 1)]}$$

P1 = Proporción de peatones con un objeto, en decimal

E1 = Equivalente de peatones con un objeto, en peatones sin objetos (tabla 13)

Pn = Proporción de peatones con más de un objeto, en decimal

En = Equivalente de peatones con objeto, en peatones sin objetos, de la tabla 13.

TABLA 13: Factores de equivalencia para peatones con objetos.

PENDIENTE	Equivalente	
	SIN OBJETOS	CON OBJETOS
SUAVE < 3%	1	1,045
MEDIA 3-7%	1	1,286
ALTA > 7%	1	1,543

Fuente: *Método colombiano para estimar la capacidad y nivel de servicio en infraestructuras peatonales. UPTC [8]*

Factor de ajuste por sector urbano: considera el tipo de zona en función del uso del suelo del sector:

TABLA 14: Factor de ajuste por sector urbano.

SECTOR	FACTOR
CENTRO	1
EDUCATIVO	1,266
OTROS	1,063

Fuente: *Método colombiano para estimar la capacidad y nivel de servicio en infraestructuras peatonales. UPTC [8]*

Factor de ajuste por ancho restringido:

TABLA 15: Factor de ajuste por ancho restringido.

ANCHO EFECTIVO	FACTOR	ANCHO EFECTIVO	FACTOR
>2,5	1	1,4	0,893
2,4	1,02	1,3	0,847
2,3	1,035	1,2	0,795
2,2	1,043	1,1	0,737
2,1	1,045	1	0,674
2	1,042	0,9	0,604
1,9	1,032	0,8	0,528
1,8	1,016	0,7	0,446
1,7	0,994	0,6	0,358
1,6	0,967	0,5	0,264
1,5	0,933	<0,5	0,2

Fuente: *Método colombiano para estimar la capacidad y nivel de servicio en infraestructuras peatonales. UPTC [8]*

Por último se compara la URE con la UT de la tabla 18 y se determina el Nivel de Servicio:

TABLA 16: Velocidad peatonal para condiciones locales Ut.

Vía/andén (Pendiente Longitudinal)	NIVELES DE SERVICIO					
	A	B	C	D	E	F
Suave (3%)	>1,35	1,3-1,35	1,23-1,3	1,15-1,23	0,9-1,15	< 0,9
Media (3<7%)	> 1,15	1,1-1,15	1,05-1,1	0,9-1,05	0,85-0,9	< 0,85
Alta (7<12%)	>0,95	0,9-0,95	0,85-0,9	0,75-0,85	0,7-0,75	< 0,7

Fuente: *Método colombiano para estimar la capacidad y nivel de servicio en infraestructuras peatonales. UPTC [8]*

A continuación se muestran los resultados de aplicar la metodología mencionada a la zona de estudio, específicamente a los puntos seleccionados para la toma de información. En base a la información de campo mostrada en la tabla 19, se

determinan los factores de ajuste para la Capacidad y Nivel de Servicio que se pueden observar en la tabla 20.

TABLA 17: Parámetros de campo de la zona estudio, usados para aplicar la metodología Colombiana.

PARÁMETROS DE CAMPO	CRA 23-30		CRA 22-31		CL 34-23		CL 35-21	
	IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ	DER
TIPO DE SECTOR	CENTRO	CENTRO	CENTRO	CENTRO	CENTRO	CENTRO	CENTRO	CENTRO
PENDIENTE LONGI. (%)	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3
ESTADO	REG	REG	REG	REG	REG	MAL O	BUE N.	REG
TIPO DE INFRAEST.	ACE RA	ACE RA	ACE RA	ACE RA	ACE RA	ACE RA	ACE RA	ACE RA
LONGITUD DEL TRAMO (m)	110,14	113,39	67	68,9	76,16	75,087	82,119	82,119
ANCHO EFECTIVO (m)	0,18	0,26	1,07	0,89	0,72	0,8	1,22	1,18
VOLUMEN PEATONAL [peat/h/m]	181	198	178	188	216	245	243	160
FACTOR HORA PICO	0,823	0,825	0,809	0,783	0,831	0,839	0,759	0,625
% H NIÑOS	12	7	0	3	2	1	1	3
% H JOVENES	19	29	14	16	15	9	11	7
% H ADULTOS	49	47	38	32	29	38	38	32
% H ADULTOS MAYORES	6	6	3	3	2	4	3	3
% M NIÑOS	8	6	0	2	1	2	0	3
% M JOVENES	30	26	8	16	13	15	9	14
% M ADULTOS	53	72	35	27	35	29	34	35
% M ADULTOS MAYORES	4	5	1	1	3	3	4	3
DISTRIBUCION POR SENTIDOS	50/50	50/50	60/40	60/40	60/40	60/40	60/40	60/40
% PERSONAS CON PAQUETES	19	23	19	18	16	13	19	14
% PERSONAS ACOMPAÑADAS	28	16	20	14	23	16	19	14

TABLA 18: Factores de ajuste, Capacidad y Nivel de servicio.

PARÁMETRO	CR 23-30		CR 22-31		CL 34-23		CL 35-21	
	IZ Q	DE R	IZ Q	DE R	IZ Q	DE R	IZ Q	DE R
Ancho efectivo (m)	0,1 8	0,2 6	1,0 7	0,8 9	0,7 2	0,8	1,2 2	1,1 8
Factor de ajuste por edad y genero	0,8 9	0,8 9	0,9 0	0,9 1	0,8 9	0,8 9	0,8 9	0,8 9
Factor de ajuste por estado y pendiente de la vía	0,9 9	0,9 9	0,9 9	0,9 9	0,9 9	0,9 9	1,0 0	0,9 9
Factor de ajuste por tipo de vía y distribución direccional	1,0 0	1,0 0	0,8 7	0,8 7	0,8 7	0,8 7	0,8 7	0,8 7
Factor de ajuste por acompañantes	0,9 7	0,9 8	0,9 8	0,9 9	0,9 8	0,9 8	0,9 8	0,9 9
CAPACIDAD DE LA INFRAESTRUCTURA [peat/h/m]	61 9	90 0	20 75	27 46	21 69	24 27	37 04	35 53
Velocidad media ideal (m/s)	1,4 5	1,4 5	1,5 4	1,5 1	1,5 1	1,5 1	1,5 1	1,5 1
Relación V/C	0,3 6	0,2 7	0,1 1	0,0 9	0,1 2	0,1 2	0,0 9	0,0 7
Factor de ajuste por efecto de la utilización de la capacidad	0,9 2	0,9 5	0,9 9	0,9 9	0,9 9	0,9 9	0,9 9	1,0 0
Factor de ajuste por objetos	0,9 9	0,9 9	0,9 9	0,9 9	0,9 9	0,9 9	0,9 9	0,9 9
Factor de ajuste por tipo de sector	1,0 0	1,0 0	1,0 0	1,0 0	1,0 0	1,0 0	1,0 0	1,0 0
Factor de ajuste por ancho restringido	0,2 0	0,5 3	0,6 7	0,6 0	0,4 5	0,5 3	0,8 0	0,8 0
Velocidad en las condiciones de la infraestructura (m/s)	0,2 6	0,2 7	1,0 2	0,9 0	0,6 6	0,7 8	1,1 8	1,1 9
NIVEL DE SERVICIO	F	F	E	E	F	F	D	D

Como se puede observar en la tabla anterior el Nivel de Servicio ofrecido por la infraestructura destinada al flujo peatonal de la zona de estudio, es muy bajo y esto se traduce en que el peatón percibe poco espacio para caminar. En gran parte de los puntos analizados, este espacio es menor a $0,8 \text{ m}^2/\text{peatón}$, con una velocidad de caminata menor a $0,9 \text{ m/s}$.

3.2 NUEVO MODELO DE ESTIMACIÓN DE NIVEL DE SERVICIO PEATONAL EN CIUDADES DE GRECIA.

Esta nueva metodología se desarrolló en el año 2012 y partió de la combinación de metodologías ya desarrolladas internacionalmente. En Grecia, la estimación del Nivel de Servicio peatonal se basaba en la metodología propuesta por el HCM, metodología cuantitativa que utiliza como parámetro fundamental la densidad de peatones. Sin embargo a través de investigaciones previas se demostró que la inclusión de parámetros cualitativos, da resultados de los servicios a un mejor reflejo de las condiciones reales de acuerdo a la percepción de los usuarios.

Con base en estas metodologías se buscó recoger los elementos y factores apropiados- más de uno de ellos cualitativos- que podrían contribuir en el desarrollo del modelo para la estimación del nivel de servicio peatonal aplicable a las aceras urbanas griegas. [9]

En este modelo los parámetros que se tienen en cuenta, se clasifican en tres categorías: parámetros de tráfico, geometría/parámetros ambientales/ parámetros de la acera y parámetros del movimiento peatonal. Cada una de estas categorías hace una contribución (expresada en porcentaje) a la evaluación del Nivel de Servicio.

Dentro de cada categoría hay seis subparámetros como se muestra en la tabla 19. Cada uno de estos está clasificado según su importancia, por lo que tienen una puntuación de peso de 1 a 6. Entonces la estimación del peso final de cada parámetro se obtiene multiplicando el peso anterior y el respectivo porcentaje de la categoría a la cual pertenece (Ver ANEXO 3).

TABLA 19: Categorización de los parámetros considerados en la estimación del Nivel de Servicio.

CATEGORÍAS	PARÁMETROS
PARÁMETROS DE TRÁFICO 30%	Distancia de tráfico
	Velocidad en el carril exterior
	Separación del tráfico
	Ruido del tráfico
	Volumen del tráfico
	Calles laterales (discontinuidades)
GEOMETRÍA/ PARÁMETROS AMBIENTALES/FACTORES DE LA ACERA 40%	Ancho total de la acera
	Altura libre(sin obstáculos p.e. Carpas, señales)
	Guía para los ciegos
	Estado del pavimento de la acera
	Rampas
	Árboles y plantas (dentro de la acera)
PARÁMETROS DE MOVIMIENTO PEATONAL 30%	Volumen de peatones
	Sensación de seguridad (p.e iluminación adecuada, otros peatones)
	Maniobras con el fin de evitar obstáculos
	Maniobras con el fin de evitar movimientos verticales en las entradas
	Formación de una cola en paradas de bus/intersecciones
	Reforzar el transporte multimodal

Fuente. Nuevo modelo de estimación de nivel de servicio peatonal en ciudades de Grecia, adaptada por los autores [9]

Por otra parte respecto al impacto de cada subparámetro en la evaluación del nivel de servicio, la metodología identifica 3 grados, 2, 1 y 0 (es decir, la máxima puntuación 2, se da cuando el parámetro considerado afecta de manera positiva el nivel de servicio, 1 cuando su impacto es moderado y 0 cuando es negativo). Dicha puntuación se multiplica por su correspondiente peso final. Aquí cabe señalar que los límites establecidos para el marcado de cada factor se basaron en las especificaciones griegas como se describen en el Reglamento General de Construcción [9].

Finalmente, con el fin de determinar el nivel de servicio peatonal se suman las puntuaciones finales de cada parámetro y se compara con los valores estipulados en la tabla 20.

TABLA 20: Calificaciones generales estimadas para el Nivel de Servicio peatonal.

NS	A	B	C	D	E	F
Calif.	$42 > x \geq 35$	$35 > x \geq 28$	$28 > x \geq 21$	$21 > x \geq 14$	$14 > x \geq 7$	$7 > x \geq 0$

Fuente. Nuevo modelo de estimación de nivel de servicio peatonal en ciudades de Grecia. [9]

Los Niveles de Servicio estimados para la zona de estudio a partir de la anterior metodología se pueden observar de manera detallada en el ANEXO 3 y de manera resumida en la tabla 21 y la tabla 22.

TABLA 21: Nivel de Servicio obtenido a partir del Nuevo Modelo.

ACERA	CRA 23-30		CRA 22-31	
	IZQ	DER	IZQ	DER
PUNTAJE FINAL	8,6	6,2	12,5	12,5
N.S	E	F	E	E

TABLA 22: Nivel de Servicio obtenido a partir del Nuevo Modelo.

ACERA	CLLE 34-23		CLLE 35-21	
	IZQ	DER	IZQ	DER
PUNTAJE FINAL	13,7	10,2	12,2	14,6
N.S	E	E	E	D

Según esta metodología, el 75 % de las zonas estudiadas ofrecen un nivel de servicio muy bajo (E), al no presentar secciones de andenes adecuadas, al existir obstáculos en medio de ellos, al propiciar sensación de inseguridad y al no brindar las condiciones adecuadas para los peatones en condiciones especiales, aspecto que resulta importante para esta metodología.

4. ANALISIS DE RESULTADOS

En la tabla 23 se muestra los Niveles de Servicio obtenidos para la zona de estudio, aplicando ambas metodologías. El que se muestra en la primera fila corresponde a la metodología desarrollada por la UPTC y el que aparece en la segunda corresponde al Nuevo Modelo desarrollado en Grecia.

TABLA 23: Análisis comparativo de los Niveles de Servicio.

ACERA	CRA 23-30		CRA 22-31	
	IZQ	DER	IZQ	DER
N.S (1)	F	F	E	E
N.S (2)	E	F	E	E

TABLA 24: Análisis comparativo de los Niveles de Servicio.

ACERA	CLLE 34-23		CLLE 35-21	
	IZQ	DER	IZQ	DER
N.S (1)	F	F	D	D
N.S (2)	E	E	E	D

De los cuatro puntos analizados, el más crítico, según ambas metodologías corresponde al de la Carrera 23 con 30, en el que se presentan valores muy bajos para el ancho efectivo del andén, además no se proporciona condiciones adecuadas para facilitar el desplazamiento de los peatones, ni las personas que presentan alguna discapacidad, esto en parte debido a la presencia de obstáculos tanto horizontales como verticales, irregularidades en la superficie de la acera, ausencia de rampas, etc.; y esto se vio reflejado en los resultados de ambas metodologías, al obtener el menor valor de velocidad de caminata para la primera metodología aplicada y el menor valor de la sumatoria de puntajes finales para el modelo desarrollada en Grecia.

La infraestructura peatonal de la zona de estudio que presenta el mayor Nivel de Servicio, es la que está comprendida por la Calle 35 -21, al tener un mayor ancho efectivo de acera y un mejor estado de la superficie, a comparación de los otros puntos. Sin embargo, este nivel de servicio obtenido por las dos metodologías, no es el ideal, ya que nos indica que la infraestructura no proporciona accesibilidad para cualquier tipo de peatón y la suficiente seguridad.

A partir de la tabla anterior se puede observar que el Nivel de Servicio obtenido por el Nuevo Modelo coincide en un 50% con los valores arrojados por la metodología colombiana. Y en el resto de los casos proporciona un nivel muy cercano aunque superior al que se obtiene por el método de la UPTC.

5. CONCLUSIONES

La infraestructura peatonal de las cuatro áreas analizadas, representativas de la zona de estudio, presentan serias deficiencias tanto cualitativas como cuantitativas en el espacio público peatonal, lo que conlleva al incumplimiento de la normativa vigente, que es el Plan de Ordenamiento Territorial de Bucaramanga 2013-2027, al no presentar las dimensiones mínimas exigidas, al tener irregularidades que obstaculizan el paso y restan comodidad y seguridad a los peatones, como lo son las gradas, desniveles, postes, diferentes texturas de la superficie de la acera, y sobre todo la ausencia de espacios públicos adecuados para las personas con algún tipo de discapacidad.

El Nivel de Servicio ofrecido por la infraestructura peatonal de la zona de estudio es limitado, debido a las condiciones desfavorables que brindan estas infraestructuras, y que restringen la facilidad de realizar viajes a pie. Según los resultados de la metodología desarrollada por la UPTC, para un 50% de la infraestructura estudiada se presentan velocidades de caminata inferiores a 0,9 m/s y para el resto velocidades entre 0,9 m/s y 1,15 m/s.

El Nuevo modelo de estimación de Nivel de Servicio peatonal desarrollado en Grecia, se pudo aplicar con facilidad a las condiciones de la zona de estudio, proporcionando resultados muy cercanos a la realidad a partir de diferentes parámetros, tanto cualitativos como cuantitativos, que desde otra óptica dan una buena aproximación de la percepción del usuario para evaluar el servicio de la infraestructura.

Por último, cabe resaltar la importancia del peatón dentro del sistema de transporte urbano, ya que este es el más vulnerable al estar desprovisto de defensa física contra el tránsito. Es por esta razón, que se le debe proporcionar una infraestructura que ofrezca las condiciones adecuadas para que se pueda desplazar con seguridad y comodidad. Además, los espacios públicos peatonales también deben proporcionar. Accesibilidad a los peatones con restricciones en su movilidad, limitaciones sensoriales, motrices, entre otros; ya que hoy en día para estas personas los viajes a pie se convierten en algo tortuoso e inseguro, al ver la necesidad de transitar sobre las calzadas vehiculares.

CITAS BIBLIOGRAFICAS

[1] Fredy Alberto Guío Burgos. Flujos peatonales en infraestructuras continuas: marco conceptual y modelos representativos. "Revista Virtual Universidad Católica del Norte". No. 29, (febrero – mayo de 2010, Colombia), acceso: [<http://revistavirtual.ucn.edu.co/>], ISSN 0124-5821 - Indexada Publindex-Colciencias, Latindex, EBSCO InformationServices y Actualidad Iberoamericana. [pp. 179-203].

[2] American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO). Guide for the Planning, Design and Operation of Pedestrian Facilities. Washington, DC. 2001.

[3] Araque García Laura Carolina. Díaz Jaime Mónica Alexandra. Estado del arte de metodologías existentes para la estimación de la capacidad y calidad de operación en infraestructuras peatonales. Pregrado. Universidad Industrial de Santander, 2014.

[4] Pedestrian Facilities Guidebook. Washington State Department of Transportation. 1997.

[5] Cerquera Escobar Flor Ángela. Capacidad y niveles de servicio de la infraestructura vial. Universidad Pedagógica de Colombia. 2007.

[6] Guío Burgos Fredy Alberto. Caracterización y modelación de flujos peatonales en infraestructuras continuas. Tunja- Colombia. Revista facultad de Ingeniería. UPTC, Vol. 1, No 25, pp. 75-88. 2008.

[7] Bucaramanga. Plan de Ordenamiento Territorial de Bucaramanga 2013-2027. Disponible en Internet: <http://www.bucaramanga.gov.co/Contenido.aspx?param=56>

[8] Domingo Ernesto Dueñas Ruiz. Fredy Alberto Guío Burgos. Método colombiano para estimar la capacidad y calidad del servicio en infraestructuras peatonales – CCSP. 2011

[9] ParaskeviChristopouloua, MagdaliniPitsiava – Latinopopouloub. Development of a model for the stimulation of pedestrian level of service in Greek urban areas. TransportResearch Arena- Europe. 2012.

[10] Fredy Alberto Guío Burgos. Flujos peatonales en infraestructuras continuas: marco conceptual y modelos representativos. “Revista Virtual Universidad Católica del Norte”. No. 29, (febrero – mayo de 2010, Colombia), acceso: [<http://revistavirtual.ucn.edu.co/>], ISSN 0124-5821 - Indexada Publindex-Colciencias, Latindex, EBSCO InformationServices y Actualidad Iberoamericana. [pp. 179-203]

BIBLIOGRAFÍA

BUCARAMANGA. ALCALDÍA DE BUCARAMANGA. Plan de ordenamiento Territorial 2013-2027. (En línea) Alcaldía de Bucaramanga, Noviembre 2014. [Bucaramanga, Colombia] [citado 22 Sept. 2014]. Disponible en: <http://www.bucaramanga.gov.co/Contenido.aspx?param=56>

----- Manual para el Diseño y construcción del Espacio Público de Bucaramanga. (En línea) Alcaldía de Bucaramanga, Noviembre 2014. [Citado 26 Sept. 2014]. Disponible en: http://www.bucaramanga.gov.co/documents/dependencias/Manual_Espacio_Publico.pdf

GUIO BURGOS Fredy Alberto. Caracterización y modelación de flujos peatonales en infraestructuras continuas. Tunja- Colombia. Revista facultad de Ingeniería. UPTC, 2008. Vol. 1, No 25, PP. 75-88.

GUÍO Y DUEÑAS. Capacidad y niveles de servicio en infraestructuras peatonales en HCM. 2010.

PARASKEVI Christopoulou, MAGDALINI Pitsiava – Latinopoulou. Development of a model for the estimation of pedestrian level of service in Greek urban areas. Transport Research Arena- Europe. 2012.

TRANSPORTATION RESEARCH BOARD, National Research Council. Highway Capacity Manual. Washington D.C. 2000. Special Report 209.