

**ANÁLISIS DE PRE FACTIBILIDAD TÉCNICA DE LAS PROPUESTAS DE
TRÁFICO CALMADO Y/O PEATONALIZACIÓN PLANTEADAS EN LA
SECCIÓN 5.3.1. DEL PLAN MAESTRO DE MOVILIDAD URBANA DEL
SOCORRO- PMMUS.**

DIEGO FERNANDO RANGEL CASTRO

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECHANICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA
2020**

ANÁLISIS DE PRE FACTIBILIDAD TÉCNICA DE LAS PROPUESTAS DE TRÁFICO CALMADO Y/O PEATONALIZACIÓN PLANTEADAS EN LA SECCIÓN 5.3.1. DEL PLAN MAESTRO DE MOVILIDAD URBANA DEL SOCORRO- PMMUS.

DIEGO FERNANDO RANGEL CASTRO

Proyecto de grado para optar al título de Ingeniero Civil

Director:

CLAUDIA PATRICIA BAEZ TRUJILLO

Ing. Civil- UIS

Co- director:

JULIO ALFONSO MARTINEZ MOLINA

Ing. Civil- UIS

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECAICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA**

2020

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de grado a Dios con mucho amor y gratitud por las oportunidades y cualidades que él me dio, a mis padres por su amor, entrega y paciencia en el proceso de formación, a mi hermana Diana por el apoyo incondicional y por los sacrificios que hizo por mí, a mis amigos por ser parte fundamental de mi vida y siempre estar ahí en los buenos y malos momentos, a mis profesores y colegas del grupo de investigación por su compromiso con la academia y por ayudarme en la formación del profesional que soy hoy en día.

Gracias.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	12
1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	13
1.1. BÚSQUEDA BIBLIOGRÁFICA.....	13
1.2. ANÁLISIS BIBLIOMÉTRICO.....	14
1.3. PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN.	16
2. PLANTEAMIENTOS DEL PMMUS Y SOPORTE LEGAL.....	18
2.1. PROPUESTAS PMMUS	18
2.1.1. Propuestas a corto plazo	20
2.1.2. Propuestas a mediano plazo.....	21
2.1.3. Propuestas a largo plazo	21
2.2. MARCO LEGAL EN MATERIA DE MOVILIDAD, ACCESIBILIDAD Y TRANSPORTE URBANO EN COLOMBIA.	23
2.2.1. Constitución Política de Colombia	23
2.2.2. Ley 1083 de 2006.	24
2.2.3. Ley 361 de 1997.	24
2.2.4. Ley 1811 de 2016.	25
2.2.5. Ley 1239 de 2008.	25
2.2.6. Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018 (Ley 1753 de 2015).....	25
2.2.7. Decreto 798 de 2010, Bogotá, Colombia.	26
2.2.8. Guía de ciclo-infraestructura del manual colombiano de diseño.....	26
2.3. REFERENCIA DE NORMATIVA INTERNACIONAL.....	27
2.3.1. Manual de seguridad vial para instancias decisorias y profesionales OMS.	27
3. PROYECTOS TIPO DE TRAFICO CALMADO Y PEATONALIZACIÓN (MARCO MUNDIAL).....	29
3.1. SELECCIÓN DE CIUDADES BASE.	29

3.2. PROYECTOS DE PACIFICACIÓN DEL TRÁFICO EN EL MUNDO.....	32
4. PROPUESTAS DE MEDIDAS A IMPLEMENTAR PARA LA REDUCCION DEL TRAFICO EN EL SOCORRO.	34
4.1. DEFINICIÓN DE RANGOS DE EVALUACIÓN DE LAS VARIABLES.	34
4.2. CALIFICACIÓN DE MEDIDAS.....	36
5. PRE FACTIBILIDAD TÉCNICA DE LAS MEDIDAS A IMPLEMENTAR.....	38
5.1. DIAGNOSTICO.....	38
5.2. IMPACTO AMBIENTAL.	39
5.3. CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN EN VÍAS PEATONALES.....	39
5.3.1. Señalización peatonal.	40
5.3.2. Mobiliario urbano peatonal.....	41
5.3.3. Pavimentación de la vía peatonal.	42
5.3.4. Diferencias de nivel.....	44
5.3.5. Nivelación de la calzada con los andenes	45
5.3.6. Elementos de drenaje.	46
5.3.7. Iluminación.....	46
5.4. CONDICIONES DE IMPLEMENTACIÓN PARA VÍAS DE TRÁFICO CALMADO.	47
5.4.1. Señalización para vías con tráfico calmado.	47
5.4.2. Mobiliario urbano para vías con tráfico calmado.....	49
5.4.3. Pavimentación para vías con tráfico calmado.....	51
5.4.4. Instalación de elementos en las esquinas.....	52
5.5. RESULTADOS.....	53
5.5.1. Tipología mapa base Socorro.	53
5.5.2. Perfiles viales.	55
6. CONCLUSIONES	57
BIBLIOGRAFÍA.....	59

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Segmento del ANEXO B.	17
Figura 2. Escenario a largo plazo de vías peatonales y de tráfico calmado.....	22
Figura 3. Mobiliario peatonal carrera 14.....	41
Figura 4. Pavimento en roca, calle 13, Socorro.	43
Figura 5. Pavimento en adoquín, carrera 14, Socorro.	43
Figura 6. Vista lateral del estoperol.....	49
Figura 7. Reducción de carril con pintura en Bogotá.	51
Figura 8. Tipología en planta con peatonalización vial.....	53
Figura 9. Tipología en planta con tráfico calmado en vía de doble sentido.....	54
Figura 10. Tipología en planta con tráfico calmado en vía de doble sentido con separador.	54
Figura 11. Tipología en planta con tráfico calmado en vía de único sentido.....	55
Figura 12. Corte del perfil tipo de sección vial peatonal.....	55
Figura 13. Corte del perfil tipo de sección vial de doble sentido con tráfico calmado.	56
Figura 14. Corte del perfil tipo de sección vial de doble sentido con separador, con tráfico calmado.....	56
Figura 15. Corte del perfil tipo de sección vial único sentido, con tráfico calmado.	56

LISTA DE GRÁFICAS

	Pág.
Gráfica 1. Número de publicaciones por año.	14
Gráfica 2. Número de publicaciones por país.	15
Gráfica 3. Porcentaje participación modal en Socorro.	19
Gráfica 4. Porcentaje de información encontrada para cada ciudad.....	31

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Ecuación de búsqueda.....	13
Tabla 2. Estrategias planteadas en el PMMUS.....	20
Tabla 3. Proyectos referentes de las ciudades escogidas.	32
Tabla 4. Definición de los rangos de las variables.	34
Tabla 5. Medidas con mejor calificación.	37
Tabla 6. Diagnóstico de las propuestas PMMUS.....	38
Tabla 7. Señales para vías peatonales.....	40
Tabla 8. Señales para vías tráfico calmado	48

LISTA DE ANEXOS

Ver documentos adjuntos en el CD y pueden visualizarlos en la base de datos la de Biblioteca UIS

Anexo A. Referencias bibliográficas.

Anexo B. Medidas de pacificación del tráfico.

Anexo C. Matriz de relación de ciudades y variables.

Anexo D. Proyectos referentes en el marco mundial.

Anexo E. Definición de rangos de variables.

Anexo F. Calificación de medidas de pacificación del tráfico.

Anexo G. Tecnicismos para la implementación de medias en el Socorro.

RESUMEN

Titulo. Análisis de pre factibilidad técnica de las propuestas de tráfico calmado y/o peatonalización planteadas en la sección 5.3.1. del plan maestro de movilidad urbana del Socorro- PMMUS. *

Autor: Diego Fernando Rangel Castro **

Palabras clave: Trafico calmado, peatonalización, seguridad vial, movilidad y transporte.

El Plan Maestro de Movilidad Urbana del municipio del Socorro (PMMUS) identifico y analizo las distintas problemáticas del municipio y la evaluación del desempeño del sistema de transporte urbano, determinando los aspectos a mejorar, recomendando acciones correctivas y generando políticas, regulaciones, planes, programas, fondos, inversiones y realizando recomendaciones institucionales para mejorar la movilidad del municipio.

La presente investigación busco profundizar los planteamientos expuestos en la sección 5.3.1. en la formulación del Plan Maestro de Movilidad Urbana del municipio del Socorro (PMMUS), generando las condiciones técnicas necesarias para la implementación de las propuestas de corredores peatonales y de tráfico calmado, basados en ejemplos de otras ciudades y la esencia de las medidas de pacificación del tráfico planteadas. Con esta investigación se buscó brindarles las herramientas y los conocimientos necesarios a los directivos de la ciudad para implementar adecuadamente los proyectos propuestos, generando soluciones rápidas y efectivas a las problemáticas de movilidad como lo son, los considerables índices de accidentalidad, infraestructura y señalización deficiente, todo esto para hacer del Socorro un mejor lugar para vivir.

* Proyecto de grado

** Facultad de Ingenierías fisicomecánicas Escuela de ingeniería Civil Director: Claudia Patricia Báez Trujillo

ABSTRACT

Title. Analysis of technical pre-feasibility of the proposals for calm traffic and / or pedestrianization raised in section 5.3.1. of the Socorro-PMMUS urban mobility master plan..*

Author: Diego Fernando Rangel Castro **

Keywords: Traffic calm, pedestrianization, road safety, mobility and transport.

The Urban Mobility Master Plan of the municipality of Socorro (PMMUS) identified and analyzed the different problems of the municipality and the evaluation of the performance of the urban transport system, determining the aspects to improve, recommending corrective actions and generating policies, regulations, plans, programs, funds, investments and making institutional recommendations to improve the mobility of the municipality.

This research seeks to deepen the approaches set forth in section 5.3.1. in the formulation of the Urban Mobility Master Plan of the municipality of Socorro (PMMUS), generating the necessary technical conditions for the implementation of the proposals for pedestrian corridors and calm traffic, based on examples from other cities and the essence of the pacification measures traffic raised. This research sought to provide the necessary tools and knowledge to city managers to properly implement the proposed projects, generating quick and effective solutions to mobility problems such as the considerable accident rates, poor infrastructure and signage, all this to make Socorro a better place to live.

* Proyecto de grado

** Facultad de Ingenierías fisicomecánicas Escuela de ingeniería Civil Director: Claudia Patricia Báez Trujillo

INTRODUCCIÓN

El presente artículo tiene como fin presentar las condiciones técnicas necesarias para la implementación de las propuestas de corredores peatonales y de tráfico calmado planteados en la sección 5.3.1. del Plan Maestro de Movilidad Urbana del municipio del Socorro (PMMUS).

Primero, se realizó una revisión bibliográfica y se recopiló información sobre la pacificación del tráfico y la peatonalización, seguido de esto, se realizó un diagnóstico de los planteamientos de la sección 5.3.1. del PMMUS y se recopiló información legal en materia de movilidad, accesibilidad y transporte, luego, se tomaron datos de la revisión bibliográfica como ciudades, con el fin de evaluarlas y comparar sus actuaciones para lograr calmar el tráfico, con esto se enunciaron proyectos en ciudades que son ejemplo en temas de movilidad, seguido a esto y del mismo modo, se calificaron medidas de pacificación del tráfico para escoger las más adecuadas para ser aplicadas en el Socorro. Por último, se enunciaron las condiciones técnicas para implementar estas medidas y se ilustraron en bosquejos y modelos sencillos. Todo esto hizo parte del análisis necesario para formular las correspondientes conclusiones

1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

La primera parte de la investigación consta de una revisión bibliográfica con el fin de identificar y reconocer los principales rasgos de las medidas de tráfico calmado y/o peatonalización a nivel mundial.

1.1. BÚSQUEDA BIBLIOGRÁFICA

Se realizó una búsqueda bibliográfica a partir de la definición de palabras claves enfocadas hacia el tema que compete a la presente investigación, con ayuda de las bases de datos SCOPUS, GOOGLE ACADEMICS y SCIENCE DIRECT.

Inicialmente se realizó una búsqueda general de términos relacionados con transporte activo, obteniendo de esta forma una perspectiva de lo que se abarcaría en la investigación, esta búsqueda genero un total de 38.547, resultados, entre los cuales se encontraron documentos de investigación, artículos y análisis de conferencias. Sin embargo, con el fin de sintetizar la búsqueda se limitó a las ecuaciones de búsqueda que se muestran en la Tabla 1, los cuales arrojaron mejores resultados.

Tabla 1. Ecuación de búsqueda.

Combinaciones empleadas	
1. traffic and calm and limit-to (subjarea)	engineering
2. pedestrianization and limit-to (subjarea)	engineering

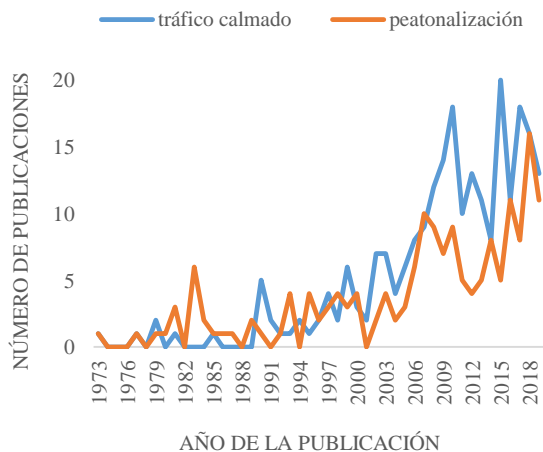
Con esta ecuación de búsqueda específica, se obtuvieron un total de 147 referencias, las cuales se dividen en 78 artículos, reportes o textos cuyo tema

principal es el tráfico calmado y 69 sobre peatonalización. Estas referencias están enunciadas en el ANEXO A. Cabe resaltar que, la principal fuente de búsqueda fue el buscador SCOPUS, sin embargo, se consultaron fuentes adicionales de las cuales no se hicieron hallazgos significativos de artículos, sino que se obtuvieron informes de municipalidades, noticias de interés, entre otros datos relevantes para el estudio. Se obtuvo un total de 89 referencias, las cuales están disponibles igualmente en el ANEXO A. La revisión realizada se realizó en el periodo comprendido entre octubre de 2019 y en enero del 2020.

1.2. ANÁLISIS BIBLIOMÉTRICO.

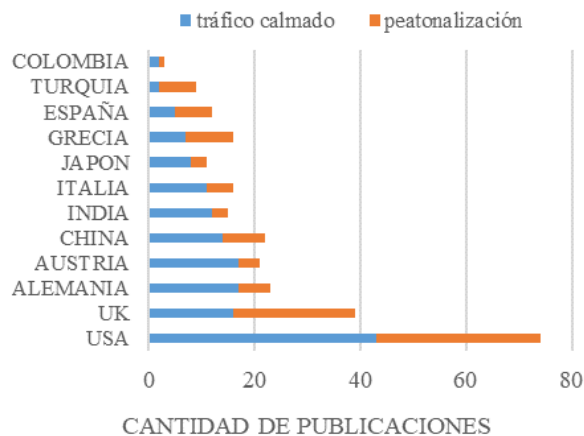
Para analizar el estado actual de los avances en investigación sobre tráfico calmado y peatonalización, se realizó un balance del total de los artículos publicados por año, encontrando que el año con mayor cantidad de publicaciones fue el 2018 con 32 publicaciones realizadas, seguido por el 2017 con 26 publicaciones, como se puede ver en el gráfico 1, en donde se muestra el comportamiento de las publicaciones por año.

Gráfica 1. Número de publicaciones por año.



En cuanto al grado de actualidad de las referencias, se evidencia que el 32% de todos los artículos, reportes y textos fueron publicados en los últimos 5 años, lo cual muestra un aumento significativo en el desarrollo de investigaciones relacionadas con este tipo de medidas.

Gráfica 2. Número de publicaciones por país.



Unos de los autores destacados y que presenta el mayor número de publicaciones es Solowczuk, A, quien cuenta con 12 publicaciones sobre el tráfico calmado entre el 2001 y el 2019, enunciado temas como efectos de la implementación de medidas de peatonalización y tráfico calmado en ciudades europeas ¹. Otro autor destacado es Hass-Klau, C quien realizó estudios sobre la importancia de la peatonalización de los centros urbanos, enfocado en casos de ciudades europeas ².

¹ SOLOWCZUK, A, "Effect of Traffic Calming Measures Implemented on the Approach to the Tempo-30 zone on the Degree of Speed Reduction" (Conference Paper), Szczecin, Poland, West Pomeranian University of Technology, 2019

² HASS-KLAU, C. "Solving traffic problems in city centres: The European experience", Wuppertal, Germany, 1997.

1.3. PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN.

La selección de los casos de interés consistió en revisar la literatura encontrada en diferentes idiomas, especialmente español e inglés en formato de libro, reporte, informe, noticia y artículo científico. En común, todos estos textos concluyen que la movilidad es uno de los mayores desafíos de la vida urbana contemporánea, es por esto, que las ciudades sin importar el tamaño están apostando por utilizar alternativas de movilidad sostenible y sustentable, que pueda beneficiar al peatón, los bici-usuarios, a los conductores y a su habitat.

La recopilación de esta información sobre temas relacionados a la pacificación del tráfico y la peatonalización se compilo en el ANEXO B, el cual contiene una tabla que relaciona las principales medidas para apaciguar el tráfico en una ciudad con su debida descripción, ilustración, características, ventajas y desventajas. Estos datos fueron seleccionados en su mayoría del “Manual de seguridad vial para instancias decisorias y profesionales”³ de la OMS, del “Manual de señalización vial”⁴ del Ministerio de Transporte de Colombia y del “Manual de pacificadores de velocidad en vías urbanas”⁵ por Socha V y Tapias C. En total, el ANEXO B contiene los detalles de 35 medidas, sub divididas de 7 grupos globales de medidas, los cuales son:

1. Medidas para peatones, con la peatonalización como medida principal.
2. Medidas pacificadoras que alteran la geometría de la vía, de las cuales hacen parte medidas como el baden, los chicanes, cojines reductores de velocidad, los estrechamientos, el estrechamiento diagonal, gargantas, las intersecciones realizadas, las mesetas y cruces peatonales realizados, las mini glorietas y mini

³ ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, “Seguridad peatonal: manual de seguridad vial para instancias decisorias y profesionales”, Ginebra, Suiza, 2013




⁴ MINISTERIO DE TRANSPORTE, “Manual de señalización vial – Dispositivos para la Regulación del Tránsito en calles, carreteras y ciclo rutas”, Bogotá, Colombia, 2015

⁵ SOCHA V Y TAPIAS C. “Manual de pacificadores de velocidad en vías urbanas”, Bogotá, Colombia, UPTC, 2010

- rotondas, las orejas o martillos, los refugios para peatones, el resalto los tachones y bordillos y los bolardos de concreto.
3. Medidas pacificadoras sonoras, como las franjas con estoperoles, las bandas sonoras, bandas transversales de alerta, el pavimento táctil y los sonorizadores.
 4. Medidas pacificadoras portátiles, tales como las bandas reductoras de velocidad, los bolardos móviles, el delimitador de calzada, los resaltos portátiles, el tope reductor de velocidad easy rider y el tope reductor de velocidad safety rider
 5. Medidas pacificadoras con pintura, como la ilusión óptica, las líneas reductoras de velocidad, la pintura con textura y el resalto virtual.
 6. Medidas para bici usuarios, tales como la cicloavía y la ciclo-banda.
 7. Medidas de señalización, basadas en señalización vertical y horizontal.

En la figura 1, se presenta una visualización general de lo que se puede encontrar en el ANEXO B, el cual contiene la descripción, ventajas y desventajas de cada medida encontrada, y que debido a la amplitud de la información y extensión del documento no es posible referenciarlo.

Figura 1. Segmento del ANEXO B.

Ítem	Grupo Global de la medida	Medida	Características	Ilustración	Ventajas	Desventajas
1	Medidas para peatones	Peatonalización	Es el proceso mediante el cual se restringe o restringe el acceso del tráfico motorizado a determinadas vías urbanas que se reservan para uso peatonal. Las calles peatonales no solo brindan una mayor seguridad y accesibilidad a los residentes, sino que contribuyen también a la reducción del ruido y de la contaminación atmosférica, y crean un entorno con mayor calidad de vida. Asimismo, es lo observado que los procesos de peatonalización conllevan beneficios económicos ya que aumenta el número de personas que entran en los comercios.		<ul style="list-style-type: none"> *Al restringir el acceso vehicular en la zona, disminuye la polución y el ruido del sector. *Se evitan todo tipo de problemáticas relacionadas al tráfico vehicular. *Permite la transpirabilidad de los peatones con total seguridad. *Aumenta los beneficios económicos al convertirse en una zona comercial. *Tiene un impacto positivo en la seguridad y el aspecto del sector. 	<ul style="list-style-type: none"> *Cortes variables dependiendo de que medidas se apliquen para restringir el tráfico vehicular. *Cambio en los usos del suelo del sector, promoviendo el comercio.
2		Badén	Es un dispositivo, que desde el punto de vista físico-constructivo, es el aspecto del resalto, es decir, un dispositivo estructural fijo consistente en la modificación del pavimento de la calzada con forma de dipán o concavidad, ubicada transversalmente con relación al eje de la vía.		<ul style="list-style-type: none"> *Reduce significativamente la velocidad de circulación. *Produce una derivación del tránsito a calles alternas. 	<ul style="list-style-type: none"> *Facilita la acumulación de agua, si la vía no cuenta con un adecuado sistema de drenaje. *Causa otros costos de construcción. *Sin una adecuada realización se puede convertir en un elemento generador de accidentes. *Aumenta los tiempos de reacción y mayores retrasos en los vehículos de emergencia. *Requiere frecuentes mantenimientos. *El dispositivo por su diseño, no es muy aceptado por la comunidad radicado en el sitio de instalación de la medida, debido a que afecta la estética y la apariencia de la calle.
3		Chicanes	También conocido como curvas reductoras o zigzag, son quiebres del eje de la calzada. Se simulan a los entrecruzamientos de la calzada, para reducir la velocidad de los vehículos.		<ul style="list-style-type: none"> *Cambian la apariencia y carácter visual de la calle, generando un cambio en la percepción de los conductores. *Pueden tener un efecto tranquilizante en las calles particularmente si se señalan. 	<ul style="list-style-type: none"> *Dificulta la circulación de buses y otros vehículos comerciales. *Dificultan el acceso a vehículos de emergencia como camión de bomberos y ambulancias. *Por su diseño requieren elevados costos. *Pueden ser problemáticos en diseño con respecto a la localización de los quiebres que conforman al chicane y la entrada de los vehículos.

2. PLANTEAMIENTOS DEL PMMUS Y SOPORTE LEGAL

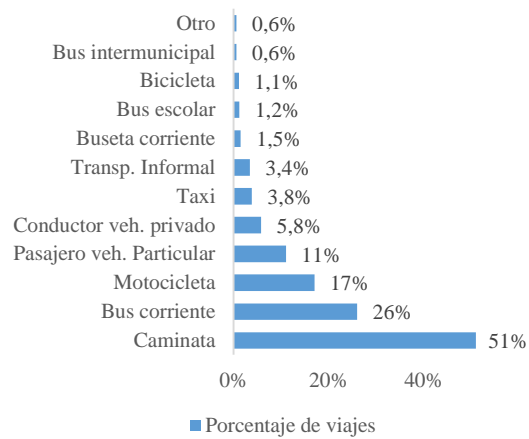
2.1. PROPUESTAS PMMUS

La formulación del Plan Maestro de Movilidad Urbana del municipio del Socorro (PMMUS), es el resultado de un estudio realizado en el municipio del Socorro, departamento de Santander, el cual identificó y analizó las distintas problemáticas de movilidad presentes en el municipio, evaluando el desempeño del sistema de transporte urbano. Uno de los datos arrojados tras los estudios realizados, fue que el modo de transporte más frecuentado en los viajes internos del municipio es la caminata con el 51% de estos. Por otro lado, los viajes en bicicleta registran un porcentaje muy bajo, con solo el 1,1 %⁶, aunque es importante considerar que la malla vial del municipio no cuenta con infraestructura apropiada para garantizar seguridad y comodidad en el tránsito de este tipo de vehículos, lo que restringe en gran medida su uso.

Debido a que la mayoría de viajes que se realizan involucran distancias cortas, el casco urbano del municipio podría ofrecer altos niveles de confort en los desplazamientos que se realizan a pie y en bicicleta, si, se mejora la infraestructura para el peatón.

⁶ UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER- Grupo de Investigación de Geomática & Alcaldía Municipal del Socorro, "Formulación del plan maestro de movilidad urbana municipio de Socorro", Bucaramanga, Colombia, facultad de ingeniería Civil – UIS, 2017.

Gráfica 3. Porcentaje participación modal en Socorro.



Fuente: UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER- Grupo de Investigación de Geomática & Alcaldía Municipal del Socorro, “Formulación del plan maestro de movilidad urbana municipio de Socorro”, Bucaramanga, Colombia, facultad de ingeniería Civil – UIS, 2017.

Considerando que los mayores déficits encontrados asociados a la caminata hacen referencia a la falta de conectividad para recorrer cómodamente el municipio, sus sitios históricos y de interés, el PMMUS incluyó la sección 5.3.1. donde se plantean propuestas de tráfico calmado y/o peatonalización como alternativas para mitigar el impacto negativo de estas problemáticas de movilidad. Por tanto, favorecer los desplazamientos peatonales para hacer el pueblo más caminable, se constituyó en uno de los principales objetivos de las políticas del PMMUS. La tabla 2 muestra la relación de las propuestas planteadas respecto a las soluciones relacionadas con tráfico calmado y peatonalización, con los plazos planteados en el estudio.

Tabla 2. Estrategias planteadas en el PMMUS.

PLAZO	TIEMPO A EJECUTAR	ESTRATEGIAS TRAFICO CALMADO Y PEATONALIZACION SOCORRO
CORTO PLAZO	0 a 2 años	Propuesta de tráfico calmado para la cl 13
		Continuación de la cr 14 como vía de tráfico calmado
		<i>Ampliación de la red vial peatonal</i>
		<i>Recuperación de los andenes intervención Prioritaria</i>
MEDIANO PLAZO	3 a 7 años	Propuesta de peatonalización para la cl 13
		Propuesta de tráfico calmado para la cl 16
		<i>Ampliación de la red vial peatonal</i>
		<i>Recuperación de los andenes intervención Mediano Plazo</i>
LARGO PLAZO	8 a 12 años	Propuesta de tráfico calmado para la cr 16
		Propuesta de tráfico calmado para la cl 12
		<i>Corredores Ecológicos</i>
		<i>Creación de ciclo carriles y red de ciclo rutas</i>
		<i>Accesibilidad a barrios periféricos</i>

Fuente: UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER- Grupo de Investigación de Geomática & Alcaldía Municipal del Socorro, “Formulación del plan maestro de movilidad urbana municipio de Socorro”, Bucaramanga, Colombia, facultad de ingeniería Civil – UIS, 2017.

2.1.1. Propuestas a corto plazo

- ✓ Propuesta de Tráfico calmado para la calle 13

La calle 13 comunica a los sectores residenciales del oriente del municipio cercanos al Parque de los Capuchinos con el centro del municipio. Este proyecto se propone para facilitar la movilidad de los habitantes y turistas del municipio, ampliando la zona de tránsito para los desplazamientos realizados en medios activos de transporte, dando un tratamiento tipo “tráfico calmado⁷” el cual inicia en la carrera 17, prolongándose por cerca de 680 metros hasta llegar a la carrera 8a (Capuchinos).

⁷ Tráfico calmado: hace referencia a la combinación de ciertas medidas físicas principalmente que reducen los efectos negativos del uso del vehículo automotor y alteran los comportamientos de los conductores, mejorando las condiciones de los usuarios de la vía no motorizados [33]

- ✓ Continuación de la carrera 14 como una vía de tráfico calmado

Actualmente la carrera 14 entre calles 10a y 14 está constituida como corredor peatonal, la propuesta contempla que esta carrera entre calles 19 y 14, 10a y la vía nacional se le asigne la tipología de corredor de tráfico calmado.

2.1.2. Propuestas a mediano plazo

- ✓ Propuesta de peatonalización para la calle 13

Con el ánimo de conformar un circuito peatonal con el fin de facilitar y dar prelación a los modos de transporte activo, se busca que a largo plazo este corredor se conforme como un eje peatonal del municipio, integrándose con la peatonal de la carrera 14.

- ✓ Propuesta de tráfico calmado para la calle 16

La calle 16 entre carreras 8 y 16, se plantea como un corredor de tráfico calmado esto para favorecer la conexión de los sectores aledaños al Terminal de Transportes y los barrios nororientales del municipio.

2.1.3. Propuestas a largo plazo

- ✓ Propuesta de tráfico calmado para la carrera 16

La carrera 16 entre calles 6 y 19, se plantea como un corredor de tráfico calmado esto para favorecer a los usuarios del sector centro del municipio a realizar sus actividades comerciales de una manera más cómoda y segura, fomentando el comercio organizado y la movilidad peatonal. Para este corredor vial debe restringirse (en lo posible) el transporte de carga.

- ✓ Propuesta de tráfico calmado para la calle 12

La calle 12 entre carreras 8 y 17, se plantea como un corredor de tráfico calmado esto para favorecer a los usuarios de los sectores aledaños al colegio I.T.I.S. a desplazarse hacia el centro del municipio de una manera más cómoda y segura, fomentando el tránsito ordenado de estudiantes. Para este corredor vial debe restringirse (en lo posible) el transporte de carga ⁸.

Figura 2. Escenario a largo plazo de vías peatonales y de tráfico calmado.



Fuente: UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER- Grupo de Investigación de Geomática & Alcaldía Municipal del Socorro, “Formulación del plan maestro de movilidad urbana municipio de Socorro”, Bucaramanga, Colombia, facultad de ingeniería Civil – UIS, 2017.

⁸ Ibíd

2.2. MARCO LEGAL EN MATERIA DE MOVILIDAD, ACCESIBILIDAD Y TRANSPORTE URBANO EN COLOMBIA.

Al hablar en Colombia de la existencia de leyes, no queda duda de que se trata de uno de los países con normas para regular casi toda clase de comportamiento, pues intervienen en cualquier aspecto de la relación social ⁹.

Centrados en la movilidad urbana en Colombia las normas en su mayoría están dictaminadas por la constitución política de Colombia y en su principal prefijo en cuanto a temas de movilidad y transporte el Código Nacional de Tránsito Terrestre¹⁰.

Todo colombiano tiene derecho a circular libremente por el territorio nacional, pero está sujeto a la intervención y reglamentación de las autoridades para garantía de la seguridad y comodidad de los habitantes, especialmente de los peatones y de los discapacitados físicos y mentales. Le corresponde al Ministerio de Transporte como autoridad suprema de tránsito definir, orientar, vigilar e inspeccionar la ejecución de la política nacional en materia de tránsito. Las autoridades de tránsito promoverán la difusión y el conocimiento de las disposiciones contenidas en el Código Nacional de Tránsito Terrestre ¹¹ 8]. Las siguientes hacen referencia a algunas de las principales normativas que rigen la movilidad en nuestro país:

2.2.1. Constitución Política de Colombia ¹². La Constitución Política como carta magna garantiza no solo los derechos de los ciudadanos, sino también sus deberes, así como los del Estado. En el artículo 13 y 24 define las disposiciones referentes a temas de movilidad. En primer lugar, el tema de protección del derecho fundamental

⁹ ANGARITA, J, "Colombia país donde abundan las leyes y escasea la legalidad", Bogotá, Colombia, Universidad Santo Tomas Colombia, 2017

¹⁰ SECRETARÍA DE TRÁNSITO Y TRANSPORTE, "Código de Tránsito de Colombia", Bogotá, Colombia, 2002

¹¹ *Ibíd.*

¹² ASAMBLEA NACIONAL CONSTITUYENTE DE COLOMBIA, "Constitución Política de la República de Colombia", Bogotá, Colombia, 1991

de usar el territorio por todos y cada uno de los ciudadanos y en especial “atención a las personas con discapacidad y/o movilidad reducida”. En segundo lugar, anota que la movilidad hace parte del derecho a la libre circulación por el territorio, además de la atención al saneamiento ambiental como servicio a cargo del Estado para la reducción de la contaminación ambiental, minimizando el riesgo generado por las emisiones contaminantes. En suma, la constitución recalca que la función del Estado consiste en garantizar el derecho fundamental a movernos libremente, y en un ambiente sano, en nuestro territorio ¹³.

2.2.2. Ley 1083 de 2006. Es conocida como ley de la movilidad sostenible en distritos y municipios con planes de ordenamiento territorial; Esta ley es de vital importancia para el urbanismo y la planeación ya que se sustenta en el marco de ciudades sostenibles, específicamente en el tema de movilidad urbana, que atiende a los modos alternativos, como el peatonal y andar en bicicletas, lo que obliga a que tanto los planeadores de la ciudad como los entes territoriales formulen planes para la sostenibilidad urbana en materia de movilidad, en la revisión y adopción de los planes de ordenamiento territorial ¹⁴.

2.2.3. Ley 361 de 1997. Frente al tema de la discapacidad y movilidad en el territorio, la Ley 361 del 7 de febrero de 1997, también llamada Ley Clopatofsky, establece mecanismos que permiten la “integración a la sociedad para las personas con algún tipo de discapacidad”. La ley presenta un total de 73 artículos que mencionan los deberes y derechos con respecto a la discapacidad, pero dos de ellos son pertinentes en el tema de la movilidad y accesibilidad en el espacio público. Como principio fundamental dispone que “todo complejo vial y/o medio de transporte masivo incluidos puentes peatonales, túneles o estaciones que se construyan en el territorio nacional, se deberá facilitar” los elementos necesarios de

¹³ *Ibíd.*

¹⁴ CONGRESO DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA, "Ley planeación urbana sostenible, ley 1083 de 2006", Bogotá, Colombia, 2006

protección que “permitan movilizarse de un lugar a otro y deberán contar con la señalización respectiva para sus usuarios” ¹⁵.

Del mismo modo acota que “todos los sitios abiertos al público, de carácter recreacional o cultural, como teatros y cines deben tener por norma general espacios localizados al comienzo o al final de cada fila central, para personas en sillas de ruedas”. Esto además hace alusión a espacios abiertos en el espacio urbano de la ciudad, como plazas y parques o las aceras. Para resumir, esta norma garantiza el derecho a la ciudad por parte de todos y es indispensable tenerla en cuenta a la hora de promover normas, sistemas y modos de movilidad en la ciudad¹⁶.

2.2.4. Ley 1811 de 2016. Esta ley hace parte del paquete de normas relacionadas con los modos alternativos de movilidad en las ciudades, en especial las bicicletas como medio de transporte, e incluye que los sistemas de transportes públicos en el país “priorizarán el uso peatonal dentro de los sistemas y el uso de bicicletas”. De forma más específica, esta ley “plantea garantizar la seguridad y comodidad de los usuarios” ¹⁷.

2.2.5. Ley 1239 de 2008. En los artículos 106 y 107 se establecen los límites de velocidades en vías urbanas y carreteras municipales y los límites de velocidad en carreteras nacionales y departamentales ¹⁸.

2.2.6. Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018 (Ley 1753 de 2015). El Gobierno Nacional incluyó por primera vez a la bicicleta en el Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018 (Ley 1753 de 2015) Todos por un nuevo País, soportado por Ley en

¹⁵ MINISTERIO DE TRANSPORTE DE COLOMBIA, "Decreto 1079 de 2015", Bogotá, Colombia, 2015

¹⁶ COHEN, E, "Movilidad sostenible en centros históricos- caso de estudio, Sincelejo, Colombia.", Barranquilla, Colombia, Universidad del Norte, 2017.

¹⁷ MINISTERIO DE TRANSPORTE DE COLOMBIA, "Ley 1811 de 2016", Bogotá, Colombia, 2016

¹⁸ CONGRESO DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA, "LEY 1239 DE 2008", Bogotá, Colombia, 2008.

(Artículos: 31 y 32) Fomento de la movilidad en medios no motorizados y regulación de medios no motorizados y energías limpias ¹⁹.

2.2.7. Decreto 798 de 2010, Bogotá, Colombia. Establece los estándares urbanísticos básicos para equipamientos y espacios públicos, condiciones mínimas de perfiles viales en municipios y distritos que adoptaron plan de ordenamiento territorial, necesarios en la red peatonal y de ciclo-rutas para la movilidad. (Artículos 7, 8, 9,11) ²⁰.

2.2.8. Guía de ciclo-infraestructura del manual colombiano de diseño. La guía de ciclo-infraestructura para ciudades colombianas ofrece recomendaciones de diseño de infraestructura para incluir a las bicicletas de manera adecuada en las políticas urbanas y desplazamientos equitativos. Se busca que Colombia tenga ciudades ciclo-inclusivas, en las cuales, cualquier persona puede utilizar la bicicleta de manera segura y cómoda para sus desplazamientos ²¹. Los principales enfoques de la guía de ciclo-infraestructura son:

- ✓ Seguridad
- ✓ Directividad
- ✓ Coherencia
- ✓ Atractividad

¹⁹ CONGRESO DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA, "Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018 (Ley 1753 de 2015)", Bogotá, Colombia, 2015

²⁰ CONGRESO DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA, "Decreto 798 de 2010", Bogotá, Colombia, 2010

²¹ MINISTERIO DE TRANSPORTE DE COLOMBIA, "Guía de ciclo-infraestructura para ciudades colombianas", Bogotá, Colombia, 2016

2.3. REFERENCIA DE NORMATIVA INTERNACIONAL.

2.3.1. Manual de seguridad vial para instancias decisorias y profesionales

OMS. El Manual de seguridad vial para instancias decisorias y profesionales recomienda que las urbes deben enfocar la planificación del uso del suelo y el diseño vial a las necesidades de los que se desplazan a pie, no solo en pro de su seguridad, sino también para incrementar los accesos peatonales a servicios locales. Estas recomendaciones vienen con la formulación de estrategias para mejorar estos aspectos. Este enuncia un listado de medidas significativas para mejorar la seguridad vial, las cuales son:

- ✓ Control de la velocidad de los vehículos.
- ✓ Medidas de moderación del tránsito.
- ✓ Construcción de aceras amplias.
- ✓ Restricción de la circulación de vehículos en zonas residenciales.
- ✓ Observancia de las leyes de tránsito.
- ✓ Reducción de carriles en las vías.
- ✓ Instalación de topes y bandas sonoras a la entrada de las zonas residenciales.
- ✓ Peatonalización de los centros urbanos.
- ✓ Instalación de señales para los peatones.
- ✓ Construcción de pasajes subterráneos y pasos elevados.
- ✓ Creación de una red vial que separe los accesos a las carreteras de las vías que atraviesan zonas urbanizadas y permita que esos accesos tengan la menor densidad de tránsito posible.
- ✓ Reducción de los desplazamientos innecesarios.
- ✓ Fomento de los desplazamientos a pie y en bicicleta.
- ✓ Diseño de vías peatonales que faciliten el movimiento de las personas con problemas de movilidad.
- ✓ Ubicación de vías de circulación, zonas residenciales, lugares de trabajo y otras industrias de manera que se reduzca en la mayor medida de lo posible el volumen de tránsito y los recorridos.

- ✓ rediseño de espacios públicos para atender a las necesidades en materia de seguridad peatonal y fomentar los desplazamientos a pie.
- ✓ Integración de la planificación del transporte en los asuntos de salud como, por ejemplo, en programas de transporte activo y diseño.
- ✓ Formulación y aplicación de políticas sobre seguridad peatonal.

Una aplicación cabal de las estrategias mencionadas supra, conduce a comunidades sanas, eficaces y sostenibles, donde las personas pueden elegir caminar en un entorno ²².

²² ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, "Seguridad peatonal: manual de seguridad vial para instancias decisorias y profesionales", Ginebra, Suiza, 2013

3. PROYECTOS TIPO DE TRAFICO CALMADO Y PEATONALIZACIÓN (MARCO MUNDIAL).

Las actuaciones para reducir el tráfico y promover la movilidad no motorizada tienen un bagaje de antecedentes que datan desde los años 60. Hoy en día, ciudades en todo el mundo están enfocando esfuerzos para mejorar la movilidad de peatones y vehículos no motorizados. Este capítulo tiene como fin, relacionar proyectos, sus éxitos y fracasos, sirviendo como referencia para las actuaciones propuestas en el PMMUS para el municipio del Socorro.

3.1. SELECCIÓN DE CIUDADES BASE.

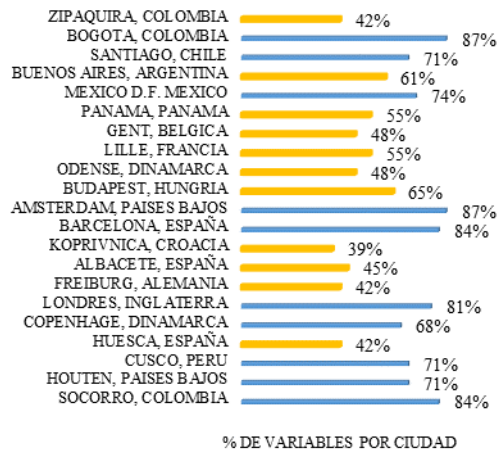
Con base en la revisión bibliográfica se seleccionaron 21 ciudades, incluyendo el municipio del Socorro, con el fin de caracterizar en términos de transporte, territorio y población los referentes escogidos. Para tal motivo se plantearon unas variables basados en los datos recopilados del municipio del Socorro e información de la revisión bibliográfica, las cuales permitieron evidenciar como estaba la ciudad en términos de movilidad y que tan accesible es la información para los ciudadanos. Las variables son las siguientes:

1. Población (habitantes)
2. Área de la ciudad (Km²)
3. Antigüedad de la ciudad (año de fundación)
4. Significado histórico/cultural para la región
5. Clasificación topográfica / pendiente critica (%)
6. Altura (msnm)
7. Clima (grados c)

8. Estadísticas de desplazamientos (%)
9. Media de viajes por persona (viajes/día)
10. No. de desplazamientos diarios totales
11. vías con andenes o vías urbanas sin andenes (km)
12. Ancho promedio de los andenes (m)
13. Vías de la red vehicular (km)
14. Vías peatonales (km)
15. Accidentalidad (cifras oficiales)
16. Número de vehículos particulares
17. Número de vehículos públicos
18. Disponibilidad de alternativas de transporte públicos
19. Costos de operación de los sistemas de transporte
20. Costo tiquete/viaje del sist. de transporte más usado
21. Tiempos promedios de viajes (horas)
22. Distancia promedio de viajes (km)
23. Tiempos de estacionamientos de vehículos (horas)
24. Vel. promedio de desplazamiento vehicular (km/h)
25. Velocidad promedio permitida (km/h)
26. Horas picos de la zona
27. Datos de entrada de turistas anual
28. Sanciones contra imprudencias vehiculares (si o no)
29. Se ha promovido la educación vial (si o no)
30. Km carriles exclusivos para el transp. público (km)
31. horas perdidas en congestión

Como resultado, se muestra en el gráfico 4, el porcentaje de información encontrada para cada una de las ciudades, toda la información consultada se presenta en el ANEXO C. el cual está formado por una matriz que relaciona las variables ya mencionadas con las 21 ciudades escogidas y debido a su dimensión, fue necesario presentarlo de esta manera.

Gráfica 4. Porcentaje de información encontrada para cada ciudad



De las 21 ciudades mencionadas en el grafico 4, se tomaron las ciudades con la mayor cantidad de información de las variables relacionadas, las cuales son:

- ✓ Socorro, Colombia.
- ✓ Bogotá, Colombia
- ✓ Ámsterdam, Países Bajos
- ✓ Barcelona, España

Cabe resaltar que ninguna de estas ciudades presenta una semejanza concreta al municipio del Socorro, exceptuando el mismo; es decir las dimensiones demográficas y topográficas no se ajustan a la ciudad, sin embargo, cada una de estas, tiene alguna característica de importancia para el municipio. En el caso de Bogotá, es el referente nacional, Barcelona, el contexto histórico y cultural de una ciudad patrimonio y Ámsterdam es un ejemplo para cualquier estudio de movilidad sostenible. El municipio de Zipaquirá era uno de los referentes que más se asemejaba a las condiciones del Socorro, pero lastimosamente no contó con la información suficiente y fue necesario descartarlo.

Como se mencionaba anteriormente, dentro de las ciudades seleccionadas se tuvo en cuenta el Socorro, al tener un proyecto de peatonalización, que, con un promedio

de 350 m de longitud, conecta los dos parques principales, atravesando el centro de la ciudad. Esta calle es una de las principales del municipio comercialmente hablando, alberga varios negocios comerciales, el teatro de la ciudad, un club, oficinas, pero también tiene inmuebles residenciales como casas y apartamentos.

3.2. PROYECTOS DE PACIFICACIÓN DEL TRÁFICO EN EL MUNDO.

Teniendo claras las ciudades referentes tras la selección anteriormente realizada, se buscaron proyectos de pacificación del tráfico que mostraran la realidad de como estas actuaciones afectan el entorno del proyecto. La tabla 3, enuncia algunos proyectos de las ciudades escogidas.

Tabla 3. Proyectos referentes de las ciudades escogidas.

CIUDAD	PROYECTO
Bogotá (Colombia)	Avenida Jiménez
	Calle 10
	Calle 11
	Carrera 7 ^a
	Calle 59- carrera 9
	Carrera 71 ^a - calle 5
	Carrera 60- calle 4D
	Calle 70- carrera 10 A
Barcelona (España)	Boquería
	Avenida Portal del Angel
	Super Manzanas Barrio Poblenoue
	Calle Enric Granados
	Calle Londres
Ámsterdam (Países Bajos)	Carril bici- peatonal Rijksmuseum
	Rabat-Straat
	Estacionamiento subterráneo en Leidseplein
	Puente Nescio
Socorro (Colombia)	Carrera 14

El ANEXO D, presenta a detalle los datos en materia de la pacificación del tráfico, como el comportamiento de la movilidad, el comercio y otros factores tras la implementación de diferentes medidas de cada proyecto de las ciudades enunciadas en la tabla 3. Fue necesario presentar la información de esta manera debido a la extensión de esta, lo cual la hace imposible de adjuntar en el presente artículo.

4. PROPUESTAS DE MEDIDAS A IMPLEMENTAR PARA LA REDUCCION DEL TRAFICO EN EL SOCORRO.

Teniendo como base las medidas encontradas en la revisión de la bibliografía y los proyectos de las ciudades referentes de la tabla 3. se generó una matriz de calificación que buscó evaluar diferentes soluciones posibles con el fin de seleccionar las más óptimas para implementar en el municipio del Socorro.

4.1. DEFINICIÓN DE RANGOS DE EVALUACIÓN DE LAS VARIABLES.

Cada una de las variables de la tabla 4 fue evaluada de manera independiente, basados en la información de la revisión bibliográfica. Esta calificación consistió en dar un valor de 1 a 5, donde 5 hace referencia a la mejor situación posible y 1 es la menos deseada.

Tabla 4. Definición de los rangos de las variables.

	REDUCCION DEL VOL. DEL TRAFICO	REDUCCION DE LA VEL. VEHICULAR	REDUCCIÓN DE RUIDO Y POLUCIÓN	REDUCCIÓN DE LA ACCIDENTALIDAD
5	Total	Total	Total	Total
4	Considerable	Considerable	Considerable	Considerable
3	Parcial	Parcial	Parcial	Parcial
2	Baja	Baja	Baja	Baja
1	Nula	Nula	Nula	Nula

	COSTO	CONSTRUCCIÓN/ INSTALACIÓN	ESTETICA
5	Económico	Sencilla	Esplendido
4	Reducido	Practica	Agradable
3	Moderado	Moderada	Aceptable
2	Costoso	Dispendiosa	Poco agradable
1	Muy costoso	Complicada	Nada agradable

La descripción de las variables de evaluación es:

- Reducción del volumen del tráfico: Como su nombre lo indica hace referencia a la reducción del volumen del tráfico, la cual en la mejor condición posible restringe totalmente el tránsito de vehículos en la vía y en la condición más crítica la reducción generada con la medida es inexistente.

- Reducción de la velocidad vehicular: Esta variable se refiere a la reducción de la velocidad vehicular, que, en el caso más exitoso, se restringe totalmente el tránsito de vehículos en la vía generando que la velocidad en el tramo sea nula y en la condición más crítica la reducción generada con la medida es inexistente.

- Reducción de ruido y polución: Esta hace referencia a las posibles reducciones de contaminación ambiental y auditiva que una medida pueda generar. En el mejor de los casos, la medida aplicada se ve liada en la reducción total del ruido y en la condición más crítica la reducción generada con la medida es inexistente.

- Reducción de la accidentalidad: Esta variable se refiere a la reducción de la accidentalidad vehicular, que, en el caso más exitoso, se restringe totalmente el tránsito de vehículos en la vía y la accidentalidad se reduce en un 100% y en la condición más crítica la reducción generada con la medida es inexistente.

- Costo: Esta variable hace referencia a que tan onerosa pueda ser la aplicación de una medida, que, en el mejor de los casos, sea económica a la hora de aplicarse y en la condición más crítica la medida tiene costos exorbitantes en todo sentido.

- Construcción y/o instalación: Esta variable hace referencia a la complejidad de construcción y/o instalación de la medida, que en el mejor de los caos la construcción y la instalación es fácil y simple y en la condición más crítica estos procesos son complejos y requieren de un arduo trabajo.

③ Estética: Esta variable califica la armonía y belleza que cada medida le pueda brindar a su entorno, en el mejor de los casos la medida debe sobresalir en el entorno, combinando con este y mejorándolo positivamente y en la condición más crítica, la medida tiene un aspecto exterior desagradable, ausente de belleza y antiestética.

El ANEXO E muestra con mayor claridad la tabla 4 y muestra más a detalle la descripción de los rangos de evaluación de las variables.

4.2. CALIFICACIÓN DE MEDIDAS.

Las Medidas se calificaron considerando los valores definidos de los rangos de evaluación mencionados anteriormente. La creación de la matriz de calificación se desarrolló asignando en las filas las variables y en las columnas las medidas, así mismo dentro del cuerpo de la matriz, se colocaron los valores de calificación de 1 a 5, con esto se generó un valor promedio por medida basado en las calificaciones asignadas por los criterios establecidos según cada variable, el cual corresponde al resultado de esta calificación, sirviendo como referencia para seleccionar las medidas más adecuadas según nuestras variables para el municipio del Socorro. El ANEXO F expone la calificación asignada a cada medida para calmar el tráfico y los resultados generados en esta.

Tras concretar la matriz de calificación, se seleccionaron las medidas mejor valoradas. En total se escogieron 11 medidas las cuales superan el valor aceptable definido como 3,5. Estas medidas se muestran en la tabla 5, relacionando su respectiva calificación.

Tabla 5. Medidas con mejor calificación.

MEDIDAS	CALIFICACIÓN
PEATONALIZACION	4,1
BOLARDOS DE CONCRETO	3,9
CICLORUTA	3,7
ESTRECHAMIENTOS	3,6
EXTENSIÓN DE LA ACERA	3,6
MESETAS Y CRUCES PEATONALES REALZADOS	3,6
TACHONES Y BORDILLOS	3,6
BOLARDOS MÓVILES	3,6
ILUSIÓN ÓPTICA	3,6
SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL	3,6
SEÑALIZACIÓN VERTICAL.	3,6

Por ende, para determinar cuáles son las medidas más adecuadas a implementar en el municipio del Socorro se tuvieron en cuenta 3 factores:

- ✓ Medidas recomendadas planteadas en el PMMUS.
- ✓ Medidas utilizadas en los diferentes proyectos de las ciudades de referencia.
- ✓ Calificación de las medidas según variables establecidas.

Es por esto, que se propone como medidas más adecuadas, la peatonalización y la implementación de tráfico calmado usando tachones, bordillos, ilusión óptica y señalización, las cuales pueden llegar a funcionar en el contexto del municipio del Socorro. Sin embargo, se recomienda que, para la implementación de las medidas, se realice un estudio detallado que permita profundizar en las condiciones de movilidad de la zona.

5. PRE FACTIBILIDAD TÉCNICA DE LAS MEDIDAS A IMPLEMENTAR

5.1. DIAGNOSTICO

El transporte no motorizado, se caracteriza por el bajo uso del espacio público, su sostenibilidad ambiental, los beneficios en la salud humana, la generación de espacios de interacción social y es considerado el transporte más deseable en el sistema de movilidad. Es por esto que, el transporte no motorizado ocupa el primer lugar de importancia en la jerarquía de modos de transporte que se priorizaron en el PMMUS ²³.

Los proyectos específicos enfocados al beneficio de este modo de transporte se asignaron para los sectores con mayor demanda de viajes en el municipio ²⁴. Estos proyectos se presentan a continuación en la tabla 6, la cual muestra la propuesta del tramo vial planteado, con los detalles del tramo actual.

Tabla 6. Diagnóstico de las propuestas PMMUS

Propuesta	Tramo vial entre		Long. (m)	Pend. (%)	Topografía terreno	Uso actual	Material de la vía
Trafico calmado para la calle 13	carrera 17	carrera 8a	680	10,6	Escarpado	Vehicular	160 m pav. flexible 170 m pav. Rígido 350 m empedrado
Continuación con tráfico calmado para la carrera 14	calle 19	calle 14	350	2,9	Plano	Vehicular	270 m pav. Flexible 80 m. pav. Rígido
	calle 10a	vía nacional	400	2,5	Plano	Vehicular	400 m pav. Flexible
Peatonalización para la calle 13	carrera 17	carrera 8a	680	10,6	Escarpado	Vehicular	160 m pav. Flexible 170 m pav. Rígido 350 m empedrado
Tráfico calmado para la calle 16	carrera 8	carrera 16	600	12,3	Escarpado	Vehicular	280 m pav. Rígido 320 m pav. Flexible
Tráfico calmado para la carrera 16	calle 6	calle 19	1160	1,3	Plano	Vehicular	730 m pav. Flexible 260 m pav. Rígido 170 m empedrado
Tráfico calmado para la calle 12	carrera 8	carrera 17	720	10,1	Escarpado	Vehicular	320 m pav. Rígido 400 m pav. Flexible

²³ UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER- GRUPO DE INVESTIGACIÓN DE GEOMÁTICA & ALCALDÍA MUNICIPAL DEL SOCORRO Op. Cit.

²⁴ Ibíd..

5.2. IMPACTO AMBIENTAL.

Una de las principales razones por la cual las grandes urbes del mundo están reduciendo el tráfico en sus vías, es por el impacto ambiental positivo que estos proyectos conllevan. Existen dos tipos de contaminación relacionada con los automóviles: la contaminación ambiental, originada por los gases que expulsan los vehículos en el rodaje y otros contaminantes y la contaminación acústica, motivada por el ruido que producen. Se estima que reducir el tráfico en las vías de un sector puede disminuir en un 20% los niveles de CO₂ y reducir hasta 50 decibeles el ruido percibido ²⁵.

Para intentar disminuir en lo posible los efectos negativos, la legislación colombiana exige que antes de hacer una obra, se realice una evaluación de impacto ambiental, con el fin de aminorar dichos efectos. Esta evaluación no debe tener en cuenta sólo las consecuencias en el momento de la construcción, sino también sus efectos posteriores y las medidas que las pueden aminorar ²⁶.

5.3. CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN EN VÍAS PEATONALES.

En el proceso de implementación de medidas para vías peatonales es necesario tener en cuenta los factores que afectan el proyecto y sus posibles variables, es por esto que, en los siguientes sub capítulos se enuncian los mínimos a considerar en estos proyectos.

²⁵ MINISTERIO DEL INTERIOR, "El impacto medioambiental del tráfico", Madrid, España, 2014

²⁶ MINISTERIO DE AMBIENTE, "Criterios técnicos ambientales para la priorización de vías" Bogotá, Colombia, 2018. P. 16-23

5.3.1. Señalización peatonal. Las señales informativas, preventivas, reglamentarias y de otros tipos para vías peatonales deben ser claras, de fácil comprensión, en número suficiente y sin saturar el espacio público, su ubicación no debe invadir la franja de circulación y cruces peatonales, ni las zonas de acceso a edificaciones, manteniendo la visibilidad ²⁷.

Tabla 7. Señales para vías peatonales

NOMBRE	ILUSTRACIÓN	ESPECIFICACIONES
SP-46 ZONA DE PEATONES		Para vías peatonales, se recomienda como mínimo colocar una a cada extremo de la vía (inicio y fin) con el fin de avisarle a los usuarios del uso de esta.
SR-16 PROHIBIDA CIRCULACIÓN DE VEHÍCULOS AUTOMOTORES		Esta señal se emplea para prohibir la circulación de vehículos motorizados. Su uso obviamente se restringe a áreas peatonales y a vías para vehículos de tracción animal y/o bicicletas.
SIC-06 ZONA COMPARTIDA BICICLETAS – PEATONES		Esta señal se emplea para informar al usuario que transita por una zona compartida bicicletas-peatones con prioridad para el peatón.
SEÑALES REGLAMENTARIAS CON HORARIO DE RESTRICCIÓN		Estas señales tienen como fin informar la franja horaria en la que los residentes del sector peatonalizado pueden movilizar sus vehículos con el fin de evitar que estas personas pierdan el acceso a su residencia. Del mismo modo informa la franja horaria en la que los comerciantes tienen permitido la carga y descarga de mercancía.

Fuente. MINISTERIO DE TRANSPORTE, “Manual de señalización vial – Dispositivos para la Regulación del Tránsito en calles, carreteras y ciclo rutas”, Bogotá, Colombia, 2015.

La tabla 7 presenta las señales viales que son indispensables en una calle peatonal, estas permitirán informar a conductores y peatones de las restricciones presentes en ella. Como dato relevante, la señal SIC-06 permite el tránsito de bicicletas en el

²⁷ ALCALDÍA DE BUCARAMANGA, Universidad Pontificia Bolivariana, “Plan Maestro de espacio público Bucaramanga” editorial UPB, Bucaramanga, Colombia, 2018

carril peatonal y la señal reglamentaria de horario dará acceso a los garajes de las casas y permitirá la carga y descarga de mercancías en los locales comerciales.

5.3.2. Mobiliario urbano peatonal. El mobiliario urbano para las vías peatonales es de gran importancia, debido a que avisa a los conductores de las restricciones para la circulación por la calle o zona.

☞ **Los bolardos:** Este elemento tiene como objeto organizar el espacio público, sirviendo de ayuda para proteger el tránsito de peatones. Su uso debe ser regulado pues cuando se utiliza en forma densa no ayuda a la circulación, sino que la obstaculiza. La distancia mínima entre bolardos debe ser de 0.90 m. con el fin de dejar espacio suficiente para el paso de peatones (incluyendo personas con movilidad reducida) ²⁸.

Siguiendo la estética actual de la peatonal de la carrera 14, es posible reemplazar el uso de bolardos por macetas, esto con el fin que reducir gastos, ya que estas fueron donadas por las empresas locales, además de brindar un ambiente natural que embellece las calles del municipio.

Figura 3. Mobiliario peatonal carrera 14.



Fuente Vanguardia Liberal

²⁸ WELLE, B. LU, Q. “Ciudades más seguras mediante el diseño” Washington, DC, USA, 2014.

El proyecto impulsado en el 2016 por la alcaldía Municipal, tenía como fin embellecer el pasaje de la Insurrección, adecuando este escenario con la magia y belleza de la naturaleza, enalteciendo así el sentido de pertenencia de las empresas con el municipio del Socorro ²⁹.

Teniendo en consideración los garajes y los comercios presentes en la zona donde se quiere peatonalizar, los bolardos solo serán instalados en un costado de la calle, siendo específicos, en la parte de la vía donde inicia el tránsito vehicular (según el sentido del flujo), permitiendo el ingreso de vehículos exclusivamente a los garajes de las viviendas y el cargue y descargue de mercancía en los locales de la zona, exclusivamente en horarios establecidos por la secretaria de tránsito. Del mismo modo, dejar un costado de la calle abierto permitiría el ingreso de vehículos de emergencia como ambulancias, camiones de bomberos, entre otros.

Otra opción son los bolardos móviles, los cuales pueden ser quitados cuando sea necesario. Estos elementos tienen a ser más costosos debido a su gran utilidad.

5.3.3. Pavimentación de la vía peatonal. En la pavimentación de las zonas peatonales se utilizan materiales como adoquinados y baldosas, por coherencia con el entorno urbano histórico y para incrementar el significado urbanístico de ese espacio público al diferenciarlo claramente del resto de vías del municipio, del mismo modo estos materiales son más seguros, generando mayor fricción entre el suelo y el peatón ³⁰.

²⁹ MARTÍNEZ, L, “Embelliecieron el Paseo de la Insurrección en Socorro”, Vanguardia Liberal, Bucaramanga, Colombia, 2016

³⁰ FUNDACIÓN RACC, “Criterios de movilidad- Las zonas peatonales”, Barcelona, España, 2008, P. 19-22.

Figura 4. Pavimento en roca, calle 13, Socorro.



Fuente: Vanguardia Liberal.

En el caso de la calle 13, esta cuenta con un empedrado como pavimento en 350 m de la vía, un poco más de la mitad. Este material podría continuarse a lo largo de la calle, dándole un aspecto colonial, adecuado a la esencia del municipio. Con un correcto mantenimiento de limpieza, las rocas de la calle no resguardaran moho, lo que evitara que estas sean resbalosas, generándole seguridad y confort a los transeúntes.

Figura 5. Pavimento en adoquín, carrera 14, Socorro.



Otra opción, es continuar con el diseño de la peatonal ya existente, la carrera 14, en la cual utilizaron adoquín de concreto de 3500 psi, esto con el fin de darle uniformidad a las calles del municipio.

5.3.4. Diferencias de nivel. Las diferencias de nivel representan un verdadero problema para los peatones. Los desplazamientos grandes en subida o bajada requieren más esfuerzo, una actividad muscular adicional y una interrupción del ritmo de la marcha. En consecuencia, la gente tiende a sortear o evitar los problemas de los cambios de nivel.

El Municipio del Socorro no tiene una normativa propia para el diseño de vías, andenes, entre otros, es por esto que fue necesario buscar como soporte normativas de otras ciudades para tener como base los lineamientos básicos de diseño. Según la guía de diseño peatonal para la ciudad de Bogotá, las zonas para que transiten los peatones no deben tener una pendiente longitudinal mayor al 6%³¹. Por otro lado, según el plan maestro del espacio público de Bucaramanga, las franjas de circulación peatonal deberán diseñarse con una pendiente longitudinal entre el 3% y el 5%, del mismo modo afirma que cuando ocurran pendientes mayores del 5% estos tramos de vías deben tener descansos de por lo menos 1.50 metros de longitud cada 50 metros³².

En el caso del Socorro, la pendiente de la vía en la cual se proyecta la peatonalización supera el 10%, es por esto que se deben tomar medidas para facilitar la transpirabilidad a los peatones, en pro del confort y su seguridad. Basados en el plan maestro del espacio público de Bucaramanga³³, se deberán disponer descansos de por lo menos de 1.50 metros de longitud cada 50 metros.

Del mismo modo, se puede considerar como alternativa disponer a lo largo de la vía peatonal, bancos para sentarse, en este caso, aprovechando los descansos ubicados a lo largo de la vía, dejando un espacio considerable entre banca y banca de 100 metros, lo cual brindaría no solo buenas oportunidades para sentarse, sino

³¹ SECRETARIA DE TRÁNSITO Y TRANSPORTE, “Manual de Planeación y Diseño para la Administración del Tránsito y el Transporte”, Bogotá, Colombia, 2005

³² ALCALDÍA DE BUCARAMANGA Op. Cit.

³³ Ibíd.

que, prepararía el entorno para numerosas actividades en los espacios públicos como comer, leer, dormir, descansar, jugar al ajedrez, tomar el sol, observar el tránsito de otras personas, charlar, etc. Así mismo, la instalación de estos brinda accesibilidad, ya que, da pie al descanso de transeúntes con discapacidad o adultos mayores ³⁴.

Las escaleras mecánicas al aire libre son otra opción, que a futuro se podría contemplar para el municipio; Estas permiten la conexión entre dos tramos de la red peatonal interrumpidos por un desnivel topográfico. Su principal beneficio está en la accesibilidad que genera a los adultos mayores a diferentes zonas de la ciudad, pero en este estudio no se contemplan, debido a los elevados costos que su instalación y mantenimiento generan, según estudios de las escaleras eléctricas instaladas en Éibar España, por metro de desnivel, las escaleras tienen un costo de 30.000 euros, unos 120 millones de pesos colombianos ³⁵.

5.3.5. Nivelación de la calzada con los andenes Actualmente en la calle 13, la cual se tiene planteada la peatonalización, la altura de los andenes varía entre los 20 y los 40 cm, esto debido a la topografía escarpada de la calle. Según el plan maestro del espacio público de Bucaramanga ³⁶, la altura máxima entre el andén y la calzada debe ser de 20 cm, con el fin de permitir que los descensos tengan pendientes menores y que exista mayor accesibilidad. Es por esto que para la implementación de la peatonal es necesario nivelar la calzada con los andenes; la opción más viable es aumentar la rasante en unos 20 cm en diferentes tramos de la vía.

Del mismo modo se deberán adaptar los vados y rampas para permitir el fácil acceso a las viviendas y locales de la Calle 13. Para el diseño y la construcción de vados y

³⁴ GEHL, J. "la humanización del espacio urbano" Copenhague, Dinamarca, 2004.

³⁵ ECHAVARRI J. LAMIQUIZ, F. PORTO, M. "La ciudad paseable" Centro de estudios y experimentación de obras públicas, Madrid, España, 2013. P. 110-111

³⁶ ALCALDÍA DE BUCARAMANGA Op. Cit.

rampas se aplicará en lo pertinente la Norma Técnica Colombiana NTC 4143 “Accesibilidad de las personas al medio físico. Edificios, Rampas Fijas”. La pendiente de estas rampas deberá ser de 8%, con un máximo de 12% ³⁷.

5.3.6. Elementos de drenaje. Los elementos de drenaje no deben obstaculizar ni generar afectación a las condiciones de operación vehicular, ya sea por disminución física o aparente del ancho de calzada ³⁸. Algunas recomendaciones a tener en cuenta son:

- ✓ Las obras de drenaje deben contar con una capacidad tal que se eviten las concentraciones de agua en la vía, las cuales generan disminución en la velocidad de los vehículos, y en casos críticos accidentes.
- ✓ El diseño de obras de captación superficial, como es el caso de las cunetas, debe permitir la conformación de una sección transversal segura y cómoda.
- ✓ Las estructuras de drenaje deben permitir que en condiciones de funcionamiento normal no se presente acumulación de sedimentos ni residuos que propicien su colmatación.
- ✓ En zonas de cruce de peatones se debe tener precaución en que las aguas de esorrentía no afecten el paso de éstos; por tal razón se deben ubicar estructuras de captación aguas arriba de los cruces.
- ✓ Se debe tener especial cuidado en los sitios de descarga de las estructuras de drenaje a fin de no generar daños en las propiedades adyacentes a la vía.

5.3.7. Iluminación. La iluminación constituye uno de los principales elementos para garantizar la operación segura en la vía durante la noche ³⁹. Para la instalación de luminarias en las vías se debe tener en cuenta:

³⁷ *Ibíd.*

³⁸ MINISTERIO DE TRANSPORTE, “Manual de diseño geométrico de carreteras” INVIAS, Bogotá, Colombia, 2008

³⁹ *Ibíd.*

- ✓ No deben interferir la visibilidad, ni por deslumbramiento ni por la ubicación de los postes soporte.
- ✓ No deben implementarse luminarias de gran potencia en zonas pobladas por la afectación que estas generan a los residentes.
- ✓ La separación entre luminarias debe ser la máxima que provea condiciones de intensidad lumínica admisible y por consiguiente económica.

5.4. CONDICIONES DE IMPLEMENTACIÓN PARA VÍAS DE TRÁFICO CALMADO.

En el proceso de implementación de medidas para vías con tráfico calmado es necesario tener en cuenta los factores que afectan el proyecto y sus posibles variables, es por esto que, en los siguientes sub capítulos se enuncian los mínimos a considerar en estos proyectos.

5.4.1. Señalización para vías con tráfico calmado. Las señales en vías donde se aplican medidas de tráfico calmado tienen la principal función de percatar a los conductores de la presencia de los peatones, donde son la prioridad.

Tabla 8. Señales para vías tráfico calmado

NOMBRE	ILUSTRACIÓN	ESPECIFICACIONES
SR-30 VELOCIDAD MÁXIMA PERMITIDA		Esta señal se utiliza para indicar la velocidad máxima a la que pueden circular los vehículos a partir del lugar donde está instalada. Debe ser repetida con un espaciamiento entre 2 y 5 km de no haber un cambio de velocidad.
SR-18 PROHIBIDA CIRCULACIÓN DE VEHÍCULOS DE CARGA		Esta señal se emplea para notificar a los conductores de vehículos de carga que está prohibida la circulación de este tipo de vehículos en el tramo de vía que sigue a la señal.
SR-28 PROHIBIDO PARQUEAR		Esta señal se usa para indicar la prohibición de parquear a partir del sitio mismo donde ella se encuentra hasta la siguiente intersección.
SP-46 ZONA DE PEATONES		Esta señal advierte al conductor la probable presencia de peatones en la vía
SP-30 Y SP- 31 REDUCCIÓN DE LA CALZADA A LA IZQUIERDA Y A LA DERECHA		Estas señales deben ser usadas para advertir al conductor la proximidad de una reducción del ancho de la calzada con desplazamiento del eje (a la derecha o izquierda respectivamente). Esta reducción puede ser del número de carriles o simplemente de las dimensiones de la calzada.
SEÑALES REGLAMENTARIAS CON HORARIO DE RESTRICCIÓN		Estas señales tienen como fin informar la franja horaria en la que los comerciantes tienen permitido la carga y descarga de mercancía, con el fin de evitar la congestión generada por vehículos de carga en los horarios más transitados.
OTRAS SEÑALES	SR-01 	Cabe resaltar que la aplicación de estas medidas no restringe el paso de los vehículos, por ende, es necesario continuar con las señales previamente establecidas especialmente en los cruces, tales como pares, cebras, líneas de giro, entre otras.

Fuente: MINISTERIO DE TRANSPORTE, “Manual de señalización vial – Dispositivos para la Regulación del Tránsito en calles, carreteras y ciclo rutas”, Bogotá, Colombia, 2015

La tabla 8 presenta las señales viales que son indispensables en calles con tráfico calmado, estas permitirán informar a conductores de la presencia de peatones y de las restricciones presentes en ella, como la velocidad máxima permitida, el estrechamiento de las vías, entre otras. Como dato relevante, la señal reglamentaria

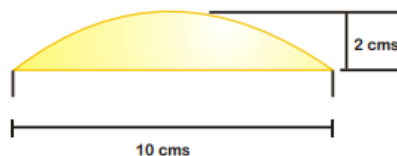
de horario permitirá la carga y descarga de mercancías en los locales comerciales a pesar de que el tráfico de vehículos de carga se restrinja en la vía.

5.4.2. Mobiliario urbano para vías con tráfico calmado. Como no existe restricción total a la circulación de vehículos en la vía, el mobiliario urbano resulta indispensable. Su disposición debe realizarse delimitando parte del carril de circulación.

➤ **Estoperoles:** Se diseñarán franjas de estoperoles, en los accesos a las intersecciones sin control semafórico, que tengan la prioridad e irán acompañados de la demarcación de senderos peatonales. Los estoperoles siempre irán dispuestos después de la demarcación, en el sentido de circulación vehicular ⁴⁰.

Estos dispositivos deberán ser construidos a todo lo ancho de la calzada, por parejas de bandas de 50 cm de longitud, espaciadas entre sí 1 m. Dichas parejas estarán separadas en progresión logarítmica, para generar en el conductor un efecto óptico sonoro de aceleración del vehículo, que lo induzca a reducir la velocidad de operación ⁴¹.

Figura 6. Vista lateral del estoperol.



Fuente: Alcaldía de Medellín

➤ **Tachas reflectivas y bordillos:** En implementaciones de Tráfico Calmado a lado interno de las líneas de separación de carril (reducciones de calzada) se diseñarán

⁴⁰ SECRETARIA DE TRÁNSITO Y TRANSPORTE Op. Cit.

⁴¹ ALCALDÍA DE MEDELLÍN, “Dispositivos para la regulación del tránsito”, Medellín, Colombia, 2016. P 205-209.

tachas reflectivas con una cara blanca para el sentido del flujo y la otra cara roja para la contravía, la separación de las tachas será de 1 metro en todo caso cuando exista dispositivos tipo tachón, también será factible proponer su agregado. Del mismo modo, en la delimitación de la zona donde inicia la reducción del carril se instalarán bordillos consecutivos con el fin de retribuir parte del espacio vial al uso de los peatones, estas medidas se pueden complementar pintando el pavimento para mejorar la estética y ampliar la visibilidad del sector segregado. Estas medidas son las más utilizadas a la hora de canalizar el flujo de una vía ⁴².

➤ **Bolardos:** Los bolardos flexibles son elementos que ayudan mejorar la seguridad vial en las zonas de tráfico calmado, estas medidas son utilizadas para evitar giros indebidos, segregación en tráfico y generar zonas seguras para peatones. Del mismo modo, los bolardos también tienen la intención de mejorar la imagen y la escena urbana de los sectores donde se instalan. En el caso del municipio del Socorro, los bolardos se encargarán de darle mayor visibilidad a los espacios destinados al tráfico calmado y del mismo modo generarán una guía a la segregación de la vía, evitando así la invasión de estos espacios ⁴³.

➤ **Ilusión óptica:** En implementaciones de Tráfico Calmado la canalización del flujo vehicular se puede ejecutar mediante los estrechamientos de calzada, el cual recorta el ancho de una calle. La demarcación con pintura en el pavimento como ilusión óptica es una de las mejores alternativas en reducciones de los anchos de los carriles vehiculares, generando ampliaciones de las zonas de tránsito peatonal, lo que proporciona espacios más seguros a los peatones. Esta medida debe ir acompañada de algunas medidas de señalización como la de la reducción de la velocidad y del carril ⁴⁴

⁴² SECRETARIA DE TRÁNSITO Y TRANSPORTE Op. Cit.

⁴³ *Ibíd.*

⁴⁴ GIRALDO, M. “Las calles de Tunjuelito son más seguras gracias a nuevas intervenciones viales” Secretaría de movilidad, Bogotá, Colombia, 2018

Figura 7. Reducción de carril con pintura en Bogotá.



Fuente: Secretaria de Movilidad de Bogotá.

5.4.3. Pavimentación para vías con tráfico calmado. La utilización de pavimentos adoquinados es una de las medidas más utilizadas para calmar el tráfico en poblaciones y entornos urbanos. Al circular por una vía con este tipo de pavimento, el conductor reduce considerablemente la marcha por dos motivos. En primer lugar, el conductor del vehículo percibe que ha entrado en una zona diferente a la anterior, las condiciones de circulación han cambiado y este hecho se verá reforzado con otras medidas complementarias como mobiliario urbano, señalización vertical, arbolado, etc. En segundo lugar, la conducción se hace más incómoda para el conductor a medida que aumenta la velocidad, por lo que no superará un determinado límite ⁴⁵

Para el municipio del Socorro, lo ideal sería utilizar pavimento tipo empedrado, debido a que este genera un efecto similar al adoquín, pero al mismo tiempo recupera la esencia histórica y cultural del municipio. Otra de las opciones es darle continuidad al pavimento ya existente (sea rígido o flexible) y adaptarle las medidas de tráfico calmado, esto con el fin de reducir costos que generarían el cambio del pavimento en el tramo vial y el tiempo de instalación, el cual inhabilitaría la vía si se cambia el pavimento por completo.

⁴⁵ AYUNTAMIENTO DE LORCA, “Manual de seguridad vial para entornos urbanos, Lorca, España, 2014

5.4.4. Instalación de elementos en las esquinas. Las esquinas son uno de los puntos más importantes de la red vial local de un municipio, estos son los puntos donde las vías convergen, esto implica que los vehículos deben tener suficiente espacio para maniobrar y total visibilidad ⁴⁶; algunos de los parámetros a tener en cuenta al momento de instalar elementos cerca o en las esquinas son:

- ✓ La velocidad de diseño de operación sirve para marcar la trayectoria de un vehículo en una esquina y no debe superar los 10 Km/h
- ✓ La maniobra de giro debe garantizar que el vehículo no invada el andén o sardinel en su trayectoria.
- ✓ Se recomienda diseñar con curvas compuestas de dos y tres radios, con el fin de dibujar una trayectoria acorde a las condiciones de los actores del espacio público.
- ✓ El diseño debe garantizar la visibilidad de cruce, manteniendo el ancho de andén en la esquina. La maniobra de giro que se debe ajustar según la trayectoria del vehículo para favorecer al peatón y permitir conservar mayor área de andén, obligando a los vehículos a reducir su velocidad y que los cruces peatonales sean más cortos, seguros y directos.
- ✓ Se debe garantizar el giro de vehículos de emergencia, teniendo en cuenta que su presencia es ocasional y que pueden utilizar toda el área de la intersección para el giro.

La implementación de medidas de tráfico calmado favorece a las condiciones anteriormente expuestas, ya que amplía el espacio en las esquinas para los peatones, generando así mismo mayor visibilidad a los conductores, del mismo modo, al reducir el espacio obliga al conductor a reducir la velocidad.

⁴⁶ SECRETARIA DE TRÁNSITO Y TRANSPORTE, “Anexo técnico para el diseño de esquinas para vías de la malla vial arterial”, Bogotá, Colombia, 2017

5.5. RESULTADOS

Tras tener claridad de las medidas a implementar y las condiciones necesarias, se generaron unos bosquejos de la malla vial del municipio con estas medidas.

5.5.1. Tipología mapa base Socorro. Utilizando herramientas del software Q gis y la ortofoto del municipio del Socorro generada por la UIS, se establecieron tipologías en planta de los diferentes escenarios posibles con la implementación de medidas de tráfico calmado y peatonalización en el Socorro, las cuales se presentan en las siguientes imágenes:

Figura 8. Tipología en planta con peatonalización vial.



Figura 9. Tipología en planta con tráfico calmado en vía de doble sentido.



Figura 10. Tipología en planta con tráfico calmado en vía de doble sentido con separador.



Figura 11. Tipología en planta con tráfico calmado en vía de único sentido



5.5.2. Perfiles viales. Con ayuda del software AutoCAD se generaron unos perfiles viales tipo, basados en las secciones de la tipología en planta de los escenarios con implementaciones de medidas de tráfico calmado y peatonalización en el municipio del Socorro.

Figura 12. Corte del perfil tipo de sección vial peatonal.

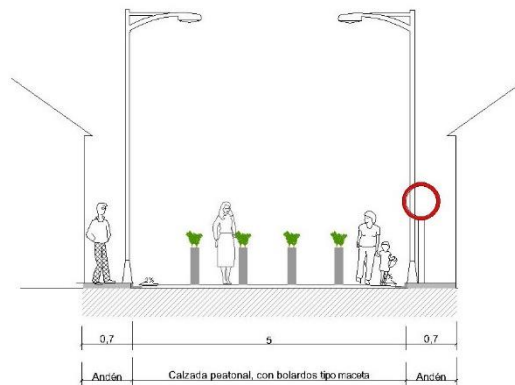


Figura 13. Corte del perfil tipo de sección vial de doble sentido con tráfico calmado.

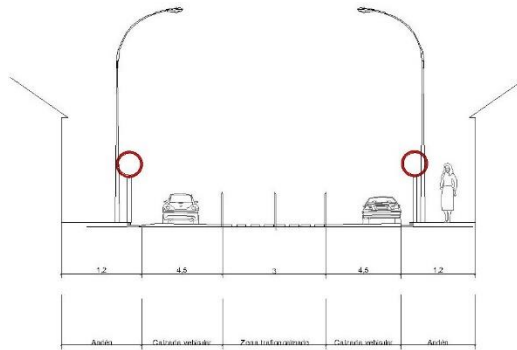


Figura 14. Corte del perfil tipo de sección vial de doble sentido con separador, con tráfico calmado.

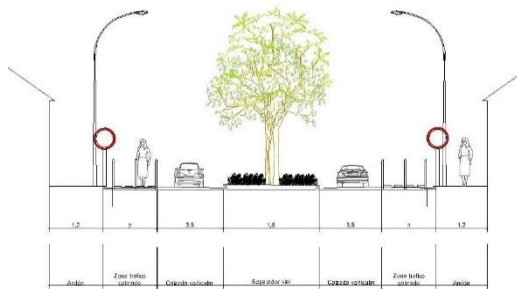
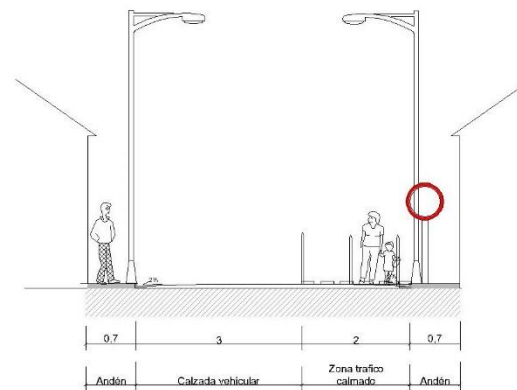


Figura 15. Corte del perfil tipo de sección vial único sentido, con tráfico calmado.



6. CONCLUSIONES

- ✓ A pesar de la gran cantidad de información encontrada en el análisis bibliográfico y al evidente aumento del interés por los estudios relacionados al tráfico en los últimos años, es conveniente realizar más estudios enfocados en las actuaciones locales, para así, seguir contribuyendo a la mejora de la movilidad en la región.
- ✓ La legislación colombiana apoya la implementación de medidas en pro de la sostenibilidad urbana en materia de movilidad, lo cual es un motivo para continuar implementando este tipo de medidas en pro de los ciudadanos.
- ✓ Ninguna de las ciudades presenta una semejanza concreta al municipio del Socorro, exceptuando el mismo; es decir las dimensiones demográficas y topográficas no se ajustaron a la ciudad, sin embargo, cada una de las ciudades escogidas, tiene alguna característica de importancia para el municipio. En el caso de Bogotá, es el referente nacional, Barcelona, el contexto histórico y cultural de una ciudad patrimonio y Ámsterdam es un ejemplo para cualquier estudio de movilidad sostenible.
- ✓ El municipio de Zipaquirá era uno de los referentes que más se asemejaba a las condiciones del Socorro, pero lastimosamente no contó con la información suficiente y fue necesario descartarlo.
- ✓ Las medidas más adecuadas, seleccionadas tras la calificación de estas, la comparación de proyectos en ciudades ejemplo en movilidad y las recomendaciones presentes en el PMMUS fueron la peatonalización y la

implementación de tráfico calmado usando tachones, bordillos, ilusión óptica y señalización.

- ✓ Para mejorar la efectividad de la decisión tomada sobre las medidas seleccionadas, es recomendable realizar un estudio mucho más amplio que incluya estudios econométricos, sociales, entre otros.
- ✓ Los tecnicismos para la implementación de las medidas fueron expuestos en el capítulo 6, dándole viabilidad a las propuestas planteadas; del mismo modo estos fueron compilados en el ANEXO G tras ser con el fin de mostrar con claridad cada uno de estos.
- ✓ Se generaron tipologías en planta y perfil de las implementaciones de tráfico calmado y peatonalización para el municipio del Socorro, basados en los lineamientos técnicos de cada medida.
- ✓ Con el fin de conservar la esencia histórica y cultural presente en el municipio se hicieron recomendaciones, tales como continuar con el empedrado como pavimento.
- ✓ Los estudios sobre impacto ambiental muestran que, tras la implementación de medidas de tráfico calmado y peatonalización en los municipios, los niveles de contaminación podrían reducirse considerablemente, generando mejores hábitats para locales y visitantes.

BIBLIOGRAFÍA

ALCALDÍA DE BUCARAMANGA, Universidad Pontificia Bolivariana, "Plan Maestro de espacio público Bucaramanga" editorial UPB, Bucaramanga, Colombia, 2018.

ALCALDÍA DE MEDELLÍN, "Dispositivos para la regulación del tránsito", Medellín, Colombia, 2016. P 205-209.

ANGARITA, J, "Colombia país donde abundan las leyes y escasea la legalidad", Bogotá, Colombia, Universidad Santo Tomas Colombia, 2017.

ASAMBLEA NACIONAL CONSTITUYENTE DE COLOMBIA, "Constitución Política de la República de Colombia", Bogotá, Colombia, 1991.

AYUNTAMIENTO DE LORCA, "Manual de seguridad vial para entornos urbanos, Lorca, España, 2014.

COHEN, E, "Movilidad sostenible en centros históricos- caso de estudio, Sincelejo, Colombia.", Barranquilla, Colombia, Universidad del Norte, 2017.

CONGRESO DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA, "Decreto 798 de 2010", Bogotá, Colombia, 2010.

CONGRESO DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA, "LEY 1239 DE 2008", Bogotá, Colombia, 2008.

CONGRESO DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA, "Ley planeación urbana sostenible, ley 1083 de 2006", Bogotá, Colombia, 2006.

CONGRESO DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA, "Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018 (Ley 1753 de 2015)", Bogotá, Colombia, 2015.

ECHAVARRI J. LAMIQUIZ, F. PORTO, M. "La ciudad paseable" Centro de estudios y experimentación de obras públicas, Madrid, España, 2013. P. 110-111.

FUNDACIÓN RACC, "Criterios de movilidad- Las zonas peatonales", Barcelona, España, 2008, P. 19-22.

GEHL, J. "la humanización del espacio urbano" Copenhague, Dinamarca, 2004.

GIRALDO, M. "Las calles de Tunjuelito son más seguras gracias a nuevas intervenciones viales" Secretaría de movilidad, Bogotá, Colombia, 2018.

HASS-KLAU, C. "Solving traffic problems in city centres: The European experience", Wuppertal, Germany, 1997.

MARTÍNEZ, L, "Embellecieron el Paseo de la Insurrección en Socorro", Vanguardia Liberal, Bucaramanga, Colombia, 2016.

MÉNDEZ, L, "La cualificación del espacio público mediante las medidas de tráfico calmado: caso de Bogotá 2008-2010", Universidad la Salle, Bogotá, Colombia, 2011.

MINISTERIO DE AMBIENTE, "Criterios técnicos ambientales para la priorización de vías" Bogotá, Colombia, 2018. P. 16-23.

MINISTERIO DE TRANSPORTE DE COLOMBIA, "Decreto 1079 de 2015", Bogotá, Colombia, 2015.

MINISTERIO DE TRANSPORTE DE COLOMBIA, "Guía de ciclo-infraestructura para ciudades colombianas", Bogotá, Colombia, 2016.

MINISTERIO DE TRANSPORTE DE COLOMBIA, "Ley 1811 de 2016", Bogotá, Colombia, 2016.

MINISTERIO DE TRANSPORTE, "Manual de diseño geométrico de carreteras" INVIAS, Bogotá, Colombia, 2008.

MINISTERIO DE TRANSPORTE, "Manual de señalización vial – Dispositivos para la Regulación del Tránsito en calles, carreteras y ciclo rutas", Bogotá, Colombia, 2015.

MINISTERIO DEL INTERIOR, "El impacto medioambiental del tráfico", Madrid, España, 2014.

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, "Seguridad peatonal: manual de seguridad vial para instancias decisorias y profesionales", Ginebra, Suiza, 2013.

SECRETARIA DE TRÁNSITO Y TRANSPORTE, "Anexo técnico para el diseño de esquinas para vías de la malla vial arterial", Bogotá, Colombia, 2017.

SECRETARÍA DE TRÁNSITO Y TRANSPORTE, "Código de Tránsito de Colombia", Bogotá, Colombia, 2002.

SECRETARIA DE TRÁNSITO Y TRANSPORTE, "Manual de Planeación y Diseño para la Administración del Tránsito y el Transporte", Bogotá, Colombia, 2005.

SOCHA V Y TAPIAS C. "Manual de pacificadores de velocidad en vías urbanas", Bogotá, Colombia, UPTC, 2010.

SOLOWCZUK, A, “Effect of Traffic Calming Measures Implemented on the Approach to the Tempo-30 zone on the Degree of Speed Reduction” (Conference Paper), Szczecin, Poland, West Pomeranian University of Technology, 2019.

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER- GRUPO DE INVESTIGACIÓN DE GEOMÁTICA & ALCALDÍA MUNICIPAL DEL SOCORRO, “Formulación del plan maestro de movilidad urbana municipio de Socorro”, Bucaramanga, Colombia, facultad de ingeniería Civil – UIS, 2017.

WELLE, B. LU, Q. “Ciudades más seguras mediante el diseño” Washington, DC, USA, 2014.