ESTUDIO DE VIABILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PICO Y PLACA EN LA CIUDAD DE MANIZALES CON OCASIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN DEL INTERCAMBIADOR VIAL SOBRE LA AVENIDA KEVIN ÁNGEL, EN EL SECTOR DE LA SALIDA A NEIRA.

Alcaldía de Manizales

MANIZALES +GRANDE

MOVILIDAD + Inteligente

TABLA DE CONTENIDO

	INTRODUCCIÓN	6
1.	LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO.	7
2.	DESCRIPCIÓN DE LA OBRA.	9
3.	CARACTERISTICAS DE LA ZONA DE INFLUENCIA.	11
4.	DISEÑO DEL PLAN DE MANEJO DE TRÁNSITO.	12
5.	ANÁLISIS DE LA MOVILIDAD	20
5.1	ANALISIS DE DEMANDA EN MANIZALES	21
5.2	CAPACIDAD VIAL	28
	Evaluación de la capacidad vial.	28
	Capacidad básica por carril CBC	29
	Corrección por ancho promedio de carril $\boldsymbol{fwi}$.	29
	Corrección por pendiente del arco.	29
	Corrección de la capacidad por estacionamiento $\boldsymbol{fpi}$.	29
	Corrección de la capacidad por efecto de bloqueo de los buses $\boldsymbol{fbbi}$.	29
	Corrección de la capacidad por el tipo de área $\boldsymbol{fai}$	30
	Estimación de la capacidad vial para la red vial	30
5.3	NIVEL DE SERVICIO	34
	Nivel de Servicio A	34
	Nivel de servicio B	34
	Nivel de servicio C	34
	Nivel de servicio D	34
	Nivel de servicio E	34
	Nivel de servicio F	35
	Resultado del Análisis del Nivel de Servicio	35
6.	PROPUESTAS DE INTERVENCIÓN	41
6.1	ALTERNATIVAS DE GESTIÓN DE LA DEMANDA	41

6.2 EVALUACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS DE IMPLEMENTACIÓN DE UNA MEDIDA DE PICO Y PLACA 44
6.3 CARACTERÍSTICAS RELACIONADAS CON CADA ALTERNATIVA: 47
COBERTURA 47
PROGRAMACIÓN DÍGITOS 49
HORARIO DE RESTRICCIÓN 49
PEDAGOGÍA Y DIFUSIÓN DE LA MEDIDA 49
CONTROL 49
EXCEPCIONES 50
SEÑALIZACIÓN REQUERIDA 52
7. CONCLUSIONES 57
BIBLIOGRAFIA 59

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Flujos vehiculares en las zonas de estudio. 25
Tabla 2 Matriz Origen Destino de la zona afectada. 26
Tabla 3 Comparación: Longitud de la red vial y la Velocidades de operación según la categoría de la vía del área urbana. 35
Tabla 4 Clasificación de niveles de servicio según v/c. 39
Tabla 5 Relación de la capacidad y el nivel de servicio de las principales vías de afectación. 39
Tabla 6 Relación de flujo vehicular desplazado por el cierre de la Avenida Kevin Ángel. 40
Tabla 7 Relación de la capacidad y el nivel de servicio de las principales vías de afectación con la asignación vehicular. 40
Tabla 8 Relación de la capacidad y el nivel de servicio de las principales vías de afectación con la restricción vehicular de 2 dígitos. 45
Tabla 9 Relación de la capacidad y el nivel de servicio de las principales vías de afectación con la restricción vehicular de 1 dígito. 45
Tabla 10 Matriz de análisis de las alternativas evaluadas, a nivel de la capacidad institucional requerida. 46
Tabla 11 Matriz de análisis de las alternativas evaluadas, a nivel del impacto generado. 46
Tabla 12 Resultado de la alternativa seleccionada. 47
Tabla 13 Relación de numeración de la restricción por días. 49

TABLA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Localización general del proyecto. 6
Ilustración 2 Localización Específica del proyecto 7
Ilustración 3 Localización detallada del proyecto 7
Ilustración 4 Plan Maestro de Tránsito. 10
Ilustración 5 Viajes en automóvil – Destinos. 22
Ilustración 6 Viajes en automóvil – Destinos. 22
Ilustración 7 Viajes en automóvil – Orígenes 23
Ilustración 8 Viajes en automóvil – Destinos. 24
Ilustración 9 Zonas afectadas con la construccion. 26
Ilustración 10 Capacidad corregida para la ciudad de Manizales 30
Ilustración 11 Relación Volumen / Capacidad de corredor central (Fuente estudio de Movilidad de Steer Davies) 31
Ilustración 12 Asignación general de automóviles del modelo calibrado de transporte privado (Fuente TRANSCONSULT ETLFS del SITPC de Manizales). 32
Ilustración 13 Velocidades de operación en la red Vial. 36
Ilustración 14 Relación velocidades del corredor central (Fuente estudio de Movilidad de Steer Davies 37
Ilustración 15 Restricción general sobre las Avenidas 47
Ilustración 16 Relación general de señalización requerida 51
Ilustración 17 Relación de señalización requerida 52
Ilustración 18 Relación de señalización requerida 52
Ilustración 19 Relación de señalización requerida 53
Ilustración 20 Relación de señalización vertical requerida 53
Ilustración 21 Relación de señalización vertical requerida 55

INTRODUCCIÓN

El municipio de Manizales, a través de la Secretaría de Obras Públicas, contrató mediante licitación pública con el CONSORCIO MECA CONSTRUCCIONES el CONTRATO: LP – 013 – 2021 que tiene por objeto la CONSTRUCCION DE LA INTERSECCIÓN VEHICULAR SOBRE LA GLORIETA DE LA SALIDA AL MUNICIPIO DE NEIRA EN LA AVENIDA KEVIN ÁNGEL - SECTOR BARRIO LOS CEDROS, SEGÚN LO ESTIPULADO EN LA NORMA SISMO RESISTENTE 2010 (NSR-10) Y EN EL CÓDIGO COLOMBIANO DE PUENTES CCP-14, EN EL MUNICIPIO DE MANIZALES.

El presente documento tiene por objetivo, estudiar la pertinencia de implementar una medida de pico y placa para el municipio de Manizales, dadas las implicaciones a las que se incurre en el área de influencia de la intervención. La obra consiste en la construcción de un intercambiador vial en la Avenida Kevin Ángel en el sector de la salida a Neira, que consiste en 2 puentes sobre la vía principal, uno de ellos con acceso al barrio Peralonso, para dar solución a los retardos que existen en la actualidad debido al gran flujo vehicular que intercepta los vehículos que deben ingresar a la ciudad desde el norte del departamento, con el flujo de la Avenida Kevin Ángel. La obra que se pretende construir es de gran importancia para Manizales, ya que se desarrolla en una de las principales vías de la ciudad, y el impacto de la obra sobre la movilidad vehicular se verá reflejado en gran parte del perímetro urbano.

Dentro del desarrollo de las obras que se construirán en la presente vigencia, como los son el intercambiador vial de la salida a Neira y la Glorieta de los Cámbulos, entre otros; la movilidad vial de la ciudad de Manizales sufrirá diferentes impactos derivados de los distintos procesos constructivos que se realizarán durante la ejecución de los trabajos, por lo que, a través del presente documento, se plantean unas soluciones temporales que puedan garantizar un flujo vehicular adecuado en toda la ciudad con énfasis en la restricción del tránsito de vehículos particulares.

Tenemos entonces, que de acuerdo a lo anterior el documento se desarrolla en 7 capítulos. El primero especifica la ubicación de la obra, el segundo apartado expone las principales características de la obra a ejecutar. En el tercer capítulo, se hace una descripción del área de influencia de la obra incluyendo las zonas que deberán ser tenidas en cuenta en la evaluación. El cuarto capítulo describe los componentes que se desarrollan en el Plan de Manejo de Tránsito que el contratista debe llevar a cabo con la ejecución de las obras. El quinto capítulo desarrolla el análisis del impacto sobre la movilidad desde tres perspectivas: desde el análisis de la demanda de viajes en transporte privado para la ciudad, desde el punto de vista de la capacidad vial y desde el punto de vista de los niveles de servicio sobre los corredores del área de influencia. Finalmente, en el capítulo 6, se exponen las alternativas con las que cuenta la administración para la gestión de la demanda de viajes, dentro de lo cual se describen las alternativas con las que se cuenta para una medida de pico y placa y cuál de estas es la más pertinente de aplicar. En el capítulo de conclusiones se resaltan los principales argumentos que muestran la clara necesidad de adoptar esta decisión.

1. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO.

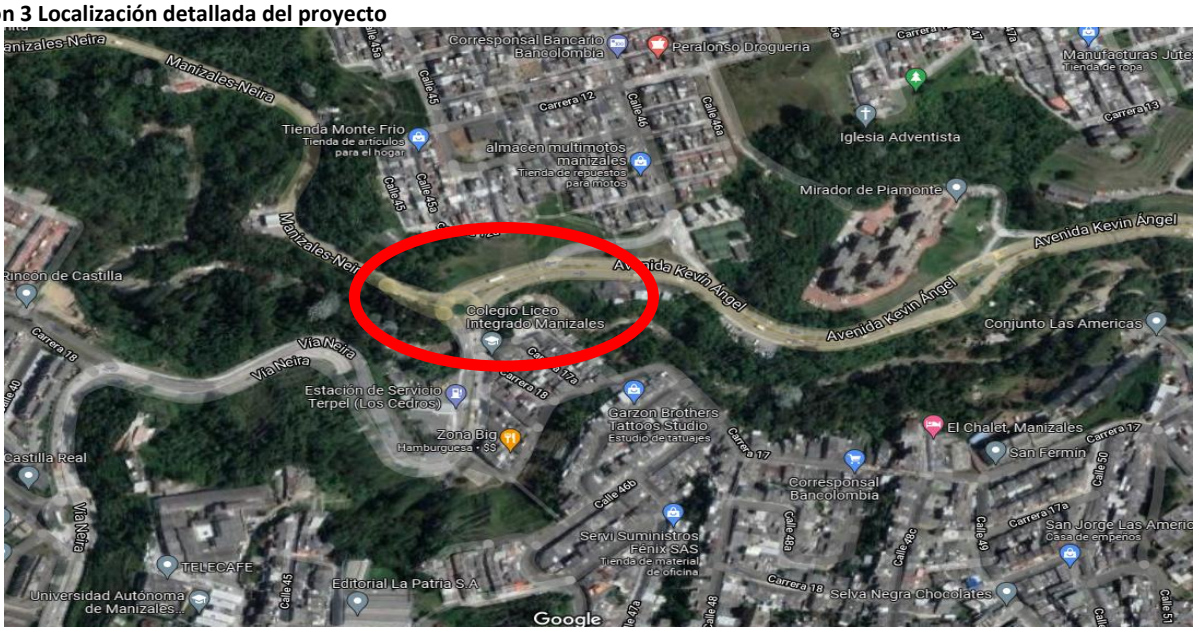
El proyecto se localiza en el norte del municipio de Manizales sobre una de las principales vías de la ciudad, en la Avenida Kevin Ángel en la intersección de la Salida al norte hacia los municipios de Neira, Aránzazu o Salamina.

Ilustración 1 Localización general del proyecto.

La Avenida Kevin Ángel es una de las principales vías que comunica el occidente y el oriente de la ciudad, por lo que todas las vías del perímetro urbano tendrán un impacto en la movilidad vehicular derivado de las variaciones del flujo que se plantean hacer durante la construcción del intercambiador, pero principalmente se tendrá el mayor impacto en las comunas Cumanday (3), La Estación (4), Ciudadela del Norte (5), comuna Ecoturístico Cerro de Oro (6), Palogrande (8) y Nuevo Horizonte (12).

Ilustración 2 Localización Específica del proyecto

Ilustración 3 Localización detallada del proyecto



2. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA.

A continuación, se describen las principales intervenciones propuestas en el diseño que contempla la construcción del intercambiador vial de los Cedros.

- Construcción de puente vehicular en la Avenida Kevin Ángel en dirección oriente – occidente desde cerca de la salida del barrio Peralonso hasta la salida de la estación de servicio Terpel, cruzando por encima de la glorieta actual
- Construcción de puente vehicular en la Avenida Kevin Ángel en dirección occidente - oriente desde el barrio los Cedros hasta inmediaciones de las instalaciones de Bomberos voluntarios
- Construcción de ramal de acceso al barrio Peralonso desde el puente vehicular en dirección occidente- oriente
- Modificación de la glorieta existente.
- Construcción de una variación del alineamiento horizontal y vertical de la Avenida Kevin Ángel en el sector donde se construirán los puentes
- Construcción de muros y obras de estabilidad requeridas en el proyecto de acuerdo con los movimientos de tierra que se realizaran para materializar el proyecto.
- Construcción de acceso al barrio los Cedros desde los lavaderos existentes en el sentido Autónoma-Cable
- Obras de urbanismo, andenes, iluminación y amoblamiento de acuerdo con lo planteado en el diseño.

Tiempo de ejecución.

El plazo de ejecución de las actividades será hasta el 30 de diciembre del año 2023.

Plan de manejo de tránsito

El objetivo general de un Plan de Manejo de Tránsito (PMT) es mitigar el impacto generado por las obras que se desarrollan en las vías públicas o privadas abiertas al público (rurales o urbanas) y en las zonas aledañas a éstas, con el propósito de brindar un ambiente seguro, ordenado, ágil y cómodo a los conductores, pasajeros, ciclistas, peatones, personal de la obra y vecinos del lugar, en cumplimiento a las normas establecidas para la regulación del tránsito información legal de los PMT categoría III.

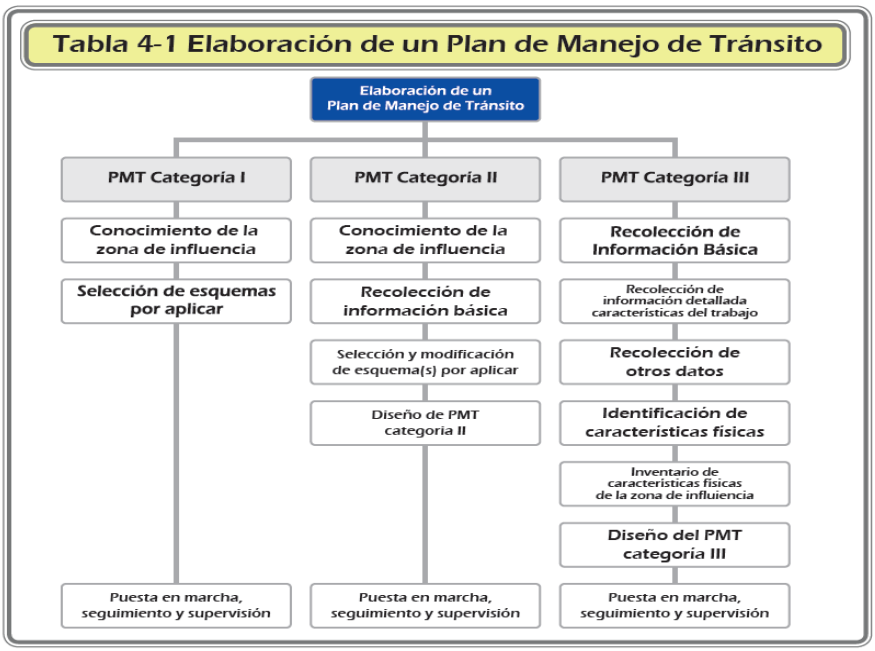
El PMT es una herramienta técnica que plantea las estrategias, alternativas y actividades necesarias para minimizar o mitigar el impacto generado en las condiciones normales de movilización y desplazamientos de los usuarios de las vías (peatones, vehículos, ciclistas y comunidad en general) causados por la ejecución de una obra vial o aquellas que intervengan el espacio público, de manera que siempre se favorezca la seguridad de los usuarios de la vía, de los ciudadanos en general y de quienes participan en la construcción de la obra. En el PMT además de los aspectos técnicos, se deben

definir los costos iniciales y operativos de su implementación, los cuales deben contemplarse en el presupuesto de la contratación.

Los responsables de la elaboración del proyecto de Plan de Manejo de Tránsito serán el contratista y la entidad responsable de la obra que interfiera el espacio público. Será la autoridad de tránsito la responsable de aprobar dicho plan, en el caso de obras en vías urbanas. En el caso de autopista y carreteras, el PMT será aprobado por la entidad responsable de la vía.[1]

Para el caso puntual de la obra en mención, se requiere un PMT Categoría III – Obras de interferencias altas o de gran impacto, ya que este tipo de obras normalmente implica cierres totales para el tránsito vehicular y/o peatonal. Su impacto supera y afecta las vías colectoras o arterias alrededor de las zonas de obras. Los vecinos tendrán un acceso modificado y a veces limitado para acceder a sus propiedades. Asi pues, se requiere en consecuencia plantear alternativas de desvíos, por lo que el área de influencia comprenderá el área que cubren las vías alternativas que serán utilizadas para los desvíos del tránsito. La señalización necesaria se puede lograr considerando los esquemas incluidos al final de este capítulo, pero con numerosos cambios durante la ejecución de obra tanto en esta como en las vías alternativas y/o de desvíos. El INVIAS cuenta con una metodología para el desarrollo de los Planes de Manejo de Tránsito que se presenta a continuación:

Ilustración 4 Plan Maestro de Tránsito.



[1] Manual de Señalización. Capítulo 4. Señalización y medidas de seguridad para obras e la vía (2015). INVIAS

3. CARACTERISTICAS DE LA ZONA DE INFLUENCIA.

Dado que la obra se realiza sobre un conector primario que conecta el oriente y el occidente de la ciudad de Manizales por el norte, a la salida hacia el norte del departamento, se deben contemplar 2 zonas de influencia: una zona de influencia directa conformada por los barrios Los Cedros, Peralonso y la vía a Neira donde predomina el uso de suelo residencial con algunos establecimientos comerciales en el sector de los Cedros, una estación de servicios y un lote institucional donde funciona el cuerpo de bomberos voluntarios así como un institución educativa.

La zona de influencia indirecta comprende el municipio de Neira, el corregimiento El Manantial y las comunas Cumanday, La Estación, Ciudadela del Norte, Nuevo horizonte, Palogrande y Ecoturística Cerro de Oro, la primera es el centro de la ciudad y las otras son de predominio residencial; por ser una Vía arteria principal, circulan todo tipo de vehículos durante todo el día, en especial en las primeras horas de la mañana (6:30 am a 8:00 am) cuando los usuarios transitan para llegar al destino de trabajo, y entre 6:00 pm y 7:30 pm cuando los usuarios regresan a sus hogares.

Para efectos del análisis que se realiza en este estudio, se contempla como unidad de medida las Zonas de Análisis de Transporte (ZAT), determinadas por el Plan Maestro de Movilidad desarrollado en el año 2017, a través de la cuales se evalúa la movilidad de la ciudad y se caracterizan los viajes que se hacen internamente. El impacto se evaluará para las ZAT que se ven afectadas en las comunas anteriormente mencionadas.

Cabe anotar que la zona no cuenta con vías alternas que pudieran comunicar el transito liviano y de servicio público por lo que se estima que la obra tendrá un impacto fuerte en las vías arterias principales como la Avenida Santander y la Avenida Paralela, además de las vías de la comuna La Estación. Todas las anteriores serán evaluadas más adelante como implementación del manejo de tránsito.

4. DISEÑO DEL PLAN DE MANEJO DE TRÁNSITO.

Para implementar el plan de manejo de tránsito se han planteado tres fases que se presentarán dentro del plazo contractual del proyecto y se exhiben a continuación:

FASE 1.

- Cierre para construcción de caisson, puente 1 estribo 1 (K0+195), eje 2 (K0+220), eje 3 (K0+245), eje 4 (K0+275) y estribo 2 (K0+300).
- Cierres para traslado de red de gas domiciliar entre abscisas K0+280 a K0+380.
- Cierre para traslado de red de media tensión de 13,2 Kva localizada entre calzada externa a Neira (abscisa de la rotonda K0+000) hasta k0+380 de la Av. Kevin Ángel en dirección a la ciudad de Manizales.
- Posterior a la cimentación del puente 1 se continuará con los cierres para la construcción de la superestructura del puente 1
- Cierres para traslado de red de gas domiciliar sobre el sendero peatonal de la av. Kevin Ángel entre abscisas K0+040a K0+380 k0+220.
- Cierre para cimentación profunda del puente 2 en los ejes 6 (abscisa K0+200), eje 7 (abscisa K0+225), eje 8 (Abscisa K0+245).
- Adicional a lo anterior se debe realizar cierre a un carril de Neira a Manizales
- Cierre para construcción de vía de acceso al barrio Los Cedros.
- Cierre de carril derecho de av. Kevin Ángel en dirección a la rotonda al centro de Manizales en tres abscisas K0+020 hasta k0+140.

FASE 2:

- Cierre de acceso a las viviendas del barrio Los Cedros (carrera 17A, carrera 18, carrera 18A y carrera 18B).
- Cierre de calzada sobre la Avenida Kevin Ángel para construcción de ejes 9, 10 y rampa de salida del puente 2 (K0+140 a K0+360).
- Cierre de media calzada de vía de acceso al barrio Peralonso.

FASE 3:

- Construcción de urbanismo.
- Cierre de glorieta para ampliación de la misma.

CONDICIONES Y METODOLOGÍA DE ELABORACIÓN DE UN PMT CATEGORÍA III[2]

Esta categoría requiere de un exhaustivo análisis para definir la zona de influencia de los trabajos. En dicha zona se debe identificar las características referentes a usos del suelo y ubicación de sitios especiales que requieran un manejo especial dentro del PMT.

Trabajos típicos para esta categoría podrían incluir reconstrucción o ensanchamiento de puentes, construcción de segunda calzada, construcción de vías nuevas en área urbana, construcciones, de vías nuevas en área urbana, de vías de buses urbanos y rehabilitación de vías urbanas.

a. Recolección de información básica

Para elaborar el PMT Categoría III se deben tomar en cuenta las condiciones de circulación vehicular, peatonal y/o de ciclo usuarios que prevalecen en la zona de influencia de las obras, al igual que su relación con las características físicas de su infraestructura de desplazamiento y su eventual relación con la infraestructura durante la ejecución de las obras.

La recolección de información es uno de los aspectos esenciales en la formulación del PMT Categoría III, ya que de ella depende la validez de los resultados y especialmente las predicciones del comportamiento del tránsito durante el desarrollo de las obras. El período escogido para ello debe ser tal que permita obtener un flujo continuo de observaciones representativas. Para las variables a estudiar, se debe recoger información de los períodos pico de operación, flujos nocturnos versus diurnos, y otros.

La cantidad y detalle de los datos de tránsito a tomar depende en gran medida del lugar de la obra (Rural o Urbano) y, en parte, de la información disponible y de la magnitud de las interferencias previstas. Tratándose de obras con interferencias altas que requieran análisis detallados de los impactos y estimación de indicadores de operación, la toma de datos está directamente relacionada con las herramientas y modelos de apoyo que se vayan a utilizar para evaluar el PMT Categoría III.

Como ejercicio mínimo y obligado, el profesional que elabora un PMT Categoría III debe revisar la información existente en estudios y proyectos previos realizados especialmente para la zona de influencia de las obras.

En los casos en que no exista información o que sea necesario complementar la disponible, es muy importante la determinación de los días y períodos en los que se van a tomar los datos. Estos deben corresponder a los períodos en los que se realizarán las obras o cubrir un horario que permita identificar los períodos en los que se puede trabajar sin causar mayores interferencias al flujo vehicular, peatonal

[2] Manual de Señalización. Capítulo 4. Señalización y medidas de seguridad para obras e la vía (2015). INVIAS

y de ciclo usuarios de la zona de influencia. La recolección de información debe abarcar el mismo período para la zona de influencia que puede absorber los desvíos.

b. Recolección de información detallada de las características del tránsito. El profesional encargado de la elaboración del PMT Categoría III debe conocer las variables básicas del comportamiento de la circulación vehicular, peatonal y/o de ciclo usuarios en la zona de influencia. De acuerdo con el tipo de interferencia de la obra (mínima, moderada o alta), se deben analizar las siguientes variables:

● Volúmenes de tránsito: los volúmenes vehiculares son los datos de mayor interés para la caracterización de la red vial de la zona de influencia del PMT. El funcionamiento global de la red es el reflejo de los volúmenes de tránsito. Las "horas pico" o de máxima demanda ponen a prueba la capacidad de la red. Para el PMT, en especial para la revisión y recomendación de los períodos de trabajo con menor impacto, conviene conocer los siguientes datos:

- ♦ Variación diaria del tránsito, identificada de alguna estación maestra de aforo o de TPDs de campo.
- ♦ Variación horaria del tránsito.
- ♦ Composición del tránsito (autos, buses, camiones, motos, ciclistas).
- ♦ Características del servicio de transporte público colectivo (rural o urbano).
- ♦ Otros datos del tránsito (zonas de cargue y descargue de mercancías, zonas de estacionamiento, rutas de transporte escolar).

● Velocidad de operación del tránsito: Se debe conocer la velocidad de operación del tránsito en las vías principales de la zona de influencia de los trabajos. La velocidad sirve para definir aspectos básicos como:

- ♦ Velocidades permitidas en las zonas aledañas a las obras.
- ♦ Longitudes de transición de las reducciones de calzadas.
- ♦ Demoras adicionales o incremento de demoras en la zona de influencia.

● Características del servicio de transporte público de pasajeros: Para los PMT Categoría III, se debe tener en cuenta la importancia del transporte público. Este tipo de servicio necesita del mayor cuidado para minimizar los impactos en cuanto a recorridos, paraderos y accesibilidad en general. Los aspectos más relevantes que debe conocer el diseñador sobre los servicios de transporte público colectivo son:

- ♦ Inventario de rutas y empresas a las que pertenecen.
- ♦ Recorridos.
- ♦ Ubicación de paraderos.
- ♦ Localización de principales polos generadores de viajes de transporte público de pasajeros.
- ♦ Frecuencias de los servicios.
- ♦ Velocidad y demoras del transporte público.
- ♦ Períodos de prestación de los servicios.

c. Recolección de otros datos del tránsito.

Para elaborar el PMT Categoría III en la zona de influencia de las obras se deben conocer aspectos de regulación y control del tránsito que pueden afectar la circulación, tales como:

- Zonas y horarios de cargue y descargue de mercancías, restricciones de circulación para vehículos pesados, rutas y horarios de ciclovías recreativas, restricciones de circulación vigentes, datos de accidentalidad.
- En todos los casos en los que las obras viales en ejecución interfieran la normalidad del tránsito vehicular, deben proveerse corredores peatonales y de ciclousuarios, así como desvíos debidamente señalizados y con una capacidad acorde con el volumen de la demanda.
- Cuando la ejecución de la obra requiera del cierre total de un corredor peatonal existente (andén), deben proveerse guías peatonales provisorias debidamente señalizadas y demarcadas.
- La siniestralidad no se puede incrementar por las condiciones de obra. En caso de incrementarse el índice de esta en la zona de trabajos o en las vías.

d. Identificación de características físicas

Para elaborar los PMT Categoría III es importante contar con información básica de la infraestructura vial dentro de la zona influencia. En este sentido, el inventario vial se refiere especialmente a la recopilación de datos físicos de la infraestructura existente, como anchos de carril, gálibos, clasificación operacional, ubicación de estacionamientos, paraderos de buses, pasos peatonales, equipamientos, generadores de tránsito y dispositivos de control, entre otros.

El profesional que elabora el PMT Categoría III debe efectuar una inspección visual de la red vial de la zona de influencia con el propósito de verificar y complementar la información. Los trabajos de campo abarcan todos los tramos viales dentro de la zona de influencia, especialmente cuando se trata de complementar la información suministrada por parte de entidades nacionales, municipales y distritales.

La información de características físicas debe consignarse en planos y formatos de fácil consulta durante la elaboración del plan de manejo del tránsito. Para la zona de influencia general de la obra, se recomienda utilizar planos a escalas pequeñas (1:10.000, 1:5.000, 1:2.000) y, para la zona inmediata o detalles, planos a escalas mayores (1:500 y 1:250); esto con el fin de visualizar en forma clara aspectos de señalización, demarcación y secciones transversales.

e. Inventario de las características físicas de la zona de influencia

Dependiendo del proyecto se puede incluir, en lo posible y en términos generales, la siguiente información:

● Inventario de la señalización vial existente.
● Estado de la infraestructura vial que servirá como desvíos y de las vías a intervenir.
● Clasificación funcional o jerarquía de las vías.
● Número de carriles de cada tramo de la red.
● Longitud y número de carriles de las bahías de giro a izquierda y derecha.
● Utilización de carriles.
● Lugares de la red (intersecciones), donde existen isletas para independizar los giros a la derecha.
● Dispositivos de control en las intersecciones: señales de prioridad, glorietas, semáforos, pasos a desnivel.
● Sentidos de circulación del flujo vehicular.
● Rutas y paraderos del transporte público de pasajeros.
● Límites de velocidad.
● Restricción al estacionamiento en las vías.
● Restricciones existentes para vehículos pesados (circulación y zonas de cargue y descargue).
● Lugares de estacionamientos en la vía pública y fuera de ella. -452- CAPÍTULO 4 / SEÑALIZACIÓN Y MEDIDAS DE SEGURIDAD PARA OBRAS EN LA VÍA
● Tipo y estado del pavimento.
● Pasos peatonales existentes.
● Ubicación de zonas comerciales, institucionales, educativas o de salud, que concentren volúmenes vehiculares y peatonales considerables en determinados períodos o a lo largo del día.
● Sección vial del tramo afectado por las obras y del habilitado para la circulación vehicular y/o peatonal y/o ciclista.

f. Diseño del PMT Categoría III

A continuación, se describen los aspectos más relevantes a tener en cuenta por el diseñador del PMT, de tal manera que se puedan realizar todas las actividades propias del proyecto sin que generen mayores impactos en la comunidad en general y a la vez se garantice la seguridad de los trabajadores, los trabajos y los equipos de trabajo.

● Manejo del tránsito vehicular

Al elaborar los PMT en la zona de influencia de las obras, se debe tomar en cuenta que debido a las ellas, los usuarios podrán encontrar cambios de flujos, desvíos, situaciones inesperadas y nuevos tipos de conflictos, los que sumados a los problemas existentes pueden intensificar los riesgos.

Para definir el manejo del tránsito vehicular en la zona de influencia de la obra, se parte del análisis inicial de las características del proyecto y las condiciones de circulación que prevalecen. De este modo, se podrán prever los conflictos que deberán afrontarse y por tanto definir cómo se van a controlar las interferencias que son inevitables en la implantación de las obras civiles.

Las alternativas de manejo del tránsito en la zona de influencia de las obras buscan controlar los impactos negativos para la circulación vehicular que puedan derivarse, especialmente por la reducción en la capacidad, disminución de la velocidad e incomodidades a vecinos y usuarios de las vías. En lo posible, se deben utilizar los esquemas presentados al final de este capítulo para el manejo del tránsito.

● Manejo de transporte público

Dada la importancia que tiene el transporte público en la movilización de las personas en las ciudades, el PMT debe asegurar el menor impacto posible para este tipo de servicio. En caso de requerirse desvíos de las rutas de éstos, debe indicarse claramente el (los) desvío(s) propuesto(s) para cada ruta afectada. En todo caso, se recomienda no desviar más de 500 metros el recorrido normal de la ruta e implementar sobre la nueva ruta los paraderos provisionales, debidamente señalizados, a que haya lugar.

● Manejo de vehículos de carga

Con el fin de mitigar el impacto vial generado por la obra se debe limitar el suministro de los materiales para esta, el transporte de escombros saliendo de ella, el estacionamiento de vehículos de los supervisores y equipos de inspección, y el movimiento de trabajadores. Las restricciones de circulación a vehículos pesados en la zona son importantes de considerar en el PMT.

En caso de ser desviado el tránsito pesado, se debe garantizar que la capacidad de las vías objeto del desvío (geométrica y estructuralmente) soporte este tipo de tránsito. Para el transporte de maquinaria, se deberá tener en cuenta los protocolos y/o disposiciones del Ministerio de Transporte y de la jurisdicción de tránsito correspondiente.

Se debe tener especial cuidado en el movimiento de maquinaria pesada y de la carga extrapesada y extradimensionada. Este no deberá realizarse en horarios del día que coincidan con los horarios de entrada y salida de algunas zonas generadoras y atractoras de viajes identificadas en la zona de influencia de la obra.

● Manejo de peatones y ciclousuarios

El manejo peatonal y de ciclousuarios es un factor de suma relevancia en el diseño del PMT, dado que

este componente es el más vulnerable en la vía, especialmente en la zona adyacente a las obras y en condiciones de tráfico anormales. Se necesita entonces que el PMT incorpore los elementos y dispositivos necesarios para brindar condiciones de seguridad y accesibilidad, teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

♦ Disponer de pasos seguros, convenientemente construidos y señalizados.
♦ Ajustar los semáforos peatonales y habilitación de fases especiales para peatones y/o ciclo usuarios.
♦ Considerar la separación de los movimientos peatonales y/o de ciclousuarios, tanto de las actividades de la obra como del tránsito vehicular.
♦ Los peatones y ciclousuarios deben ser canalizados mediante señales y dispositivos que les indiquen dónde se debe cruzar. Las señales deben ser instaladas estratégicamente para evitar que entren a la zona de obra o realicen cruces indebidos a mitad de cuadra.

● Consideración de desvíos

Como ya se ha mencionado, las obras afectan en mayor o menor grado la capacidad disponible de la malla vial. En los casos de obras con interferencias moderadas y altas se debe recurrir a la implementación de desvíos de tránsito y su señalización debe corresponder a la de los esquemas mostrados al final de este capítulo. La identificación de la necesidad de implementar desvíos de tránsito, parte de la evaluación de aspectos como los siguientes:

♦ ¿Cuánto se afecta la capacidad existente?
♦ ¿Cómo se administra de manera eficiente la capacidad remanente?
♦ ¿Cómo impacta la capacidad el manejo de los equipos y maquinarias para la obra?
♦ ¿Cuáles son las rutas alternativas para el tránsito vehicular?
♦ ¿Cuál es el estado de la circulación en las rutas alternativas?
♦ ¿Qué tipo de restricciones al tránsito afectan el PMT?

Cuando la magnitud de las obras obliga a un cierre total de las vías, o cuando se ejecuten obras que requieren cierres parciales, pero que su capacidad restante en condiciones de obra no sea suficiente para atender la demanda del tránsito, o en su defecto, la afectación del flujo vehicular sobrepase los parámetros de control establecidos para los indicadores de tránsito, se deben plantear alternativas de desvíos con distribución y manejo del tránsito dentro de la red vial de la zona de influencia.

La elaboración de las alternativas de desvíos estará basada en los estudios de tránsito realizados, en el inventario físico, y en los dispositivos de control de la red vial de la zona de influencia del proyecto. La mejor forma de realizar la evaluación de los impactos de los desvíos en la malla vial es a través de procesos de simulación que permitan determinar los principales indicadores del comportamiento del

tránsito en la zona de influencia de las obras.

Una vez obtenidos los parámetros del comportamiento del tránsito en la malla vial para cada alternativa de desvío, se pueden comparar resultados para seleccionar la mejor y definir los puntos críticos que justifiquen atención especial.

● Señalización temporal:

El uso y el lugar de las señales temporales descritos en este capítulo deben ser especificados en el PMT Categoría III incluyendo:

- Señalización de todos los desvíos y su relación a las etapas constructivas de la obra.
- Señalización de la obra en cada etapa (zonas preventivas, zonas de transición, zonas de obras y zonas de final de obras).
- Señalización de la parte de vía que queda habilitada para el tránsito, incluyendo el aislamiento de la zona de obra, senderos peatonales, paraderos y señalización de las vías de acceso. En adición, a veces conviene colocar señalización informativa general (pasavías en tela) que se ubican en diferentes puntos de la ciudad sobre las vías principales de acceso al corredor intervenido, informando sobre la obra en forma general. Se deben instalar como mínimo 15 días antes de iniciar las obras y se deben remover una vez que el tránsito se note acostumbrado a los cambios. Esta señalización se debe entender como señalización provisional de la obra, la cual tiene como fin poner en conocimiento de la comunidad la obra a iniciar; solamente deberá contener información relacionada con la obra y no deberá llevar avisos publicitarios de ninguna índole. El PMT Categoría III debe indicar el mensaje y el lugar de aplicación de cada una de estas señales y su relación con el proceso constructivo.

● Adecuación temporal de dispositivos de control y apoyo en la gestión del tránsito durante la ejecución de la obra

Una vez se haya definido la alternativa definitiva para el manejo y/o desvío provisional del tránsito, deberán realizarse en las vías alternas los ajustes necesarios, tanto en los dispositivos de control del tránsito (semáforos, señales, estacionamientos) como adecuaciones de la superficie del pavimento o adecuaciones geométricas, con el fin de utilizar de manera óptima la capacidad que ofrecen para atenderlas solicitaciones temporales del tránsito reasignado.

● Modificación a intersecciones semaforizadas existentes

Cambios en la operación, cualquier modificación en la programación de un control semafórico existente, por situaciones propias de la obra, será autorizado y realizado por la autoridad de tránsito o por quien esta delegue, dado que dichas modificaciones implican cambios en la programación semafórica.

● Información y divulgación

La información y divulgación del plan de manejo del tránsito es muy importante, ya que permite que los usuarios tomen las precauciones necesarias al plan diseñado. La información debe referirse a las condiciones del tránsito (congestión), a la obra y a la necesidad de apoyo y colaboración de la población. La información comprende tres etapas importantes:

♦ Antes de las obras: duración y tipo de obra, desvíos y precauciones a tomar.
♦ Durante las obras: desvíos y precauciones.
♦ Durante el período de ambientación de las obras: se refieren a mensajes informativos de la obra y de agradecimiento de la comprensión y colaboración ciudadana.
♦ La divulgación del plan de desvíos y apoyo necesario de la población puede realizarse a través de:
♦ Vallas informativas
♦ Pasa-vías en tela
♦ Avisos de prensa
♦ Medios de comunicación
♦ Volantes de información de la obra al inicio y finalización de la misma
♦ Volantes de desvíos y cortes de servicios

Para las campañas de divulgación, podrán emplearse los medios de comunicación masiva, con la debida preparación con antelacion de los mensajes que se pretendan difundir. Los folletos deben estar dirigidos a conductores de vehículos particulares, de servicio público y a los habitantes de la zona de influencia de las obras, entre otros.

5. ANÁLISIS DE LA MOVILIDAD

El presente estudio de movilidad busca evaluar el impacto generado por la intervención contemplada en la glorieta del barrio Los Cedros y su posible impacto; dado la posibilidad de que se llegase a implementar una medida de pico y placa para los vehículos automotores. Para el análisis se cuenta con información del Plan Maestro de Movilidad de Manizales realizado por la firma inglesa Steer Davis Gleeve en 2017 y otra información primaria de la Secretaría de Movilidad a partir de los cuales se hacen las diferentes estimaciones y cálculos. A continuación, se presenta el análisis desarrollado, el cual se divide en tres capítulos: Análisis de demanda, análisis de capacidad vial y análisis de niveles de servicio

a través de los cuales se evalúan diferentes enfoques desde los que se puede abordar el pico y placa en la ciudad.

5.1 ANALISIS DE DEMANDA EN MANIZALES

Para realizar un análisis exhaustivo de la movilidad que se da en el municipio de Manizales es importante resaltar las características principales en términos de cómo y en que se mueven diariamente las personas en la ciudad. Es por esto que a continuación se presenta la partición modal de Manizales En esta sección, se presenta la distribución geográfica de las principales zonas generadoras y atractoras de viajes

El municipio de Manizales presenta un total de 749.634 viajes según el Plan Maestro de Movilidad de Manizales (PMMM) realizado en el año 2017 en todos los modos de transporte.

La partición modal de los viajes realizados en Manizales antes mencionados es:

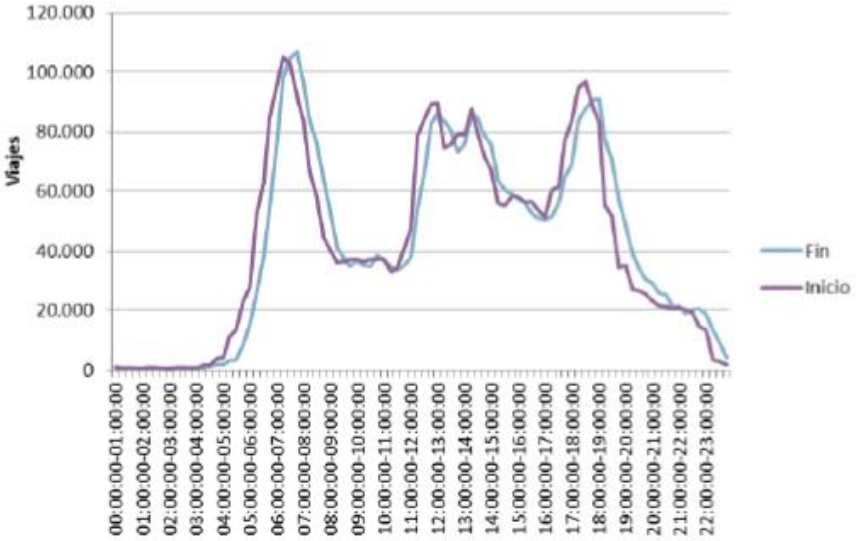
Modo de transporte	Porcentaje
A pie	28,99%
Bicicleta	0,64%
Bicicleta pública	0,02%
Bus	2,56%
Bus escalera/chiva	0,01%
Bus intermunicipal	0,28%
Bus privado/de compañía	0,53%
Buseta	23,87%
Cable aéreo	0,46%
Campero/jeep	0,13%
Microbús-Colectivo	1,02%
Motocarro de pasajeros y/o carga	0,03%
Motocicleta como conductor	11,02%
Motocicleta como pasajero	1,53%
Mototaxi	0,02%
Taxi	5,60%
Transporte escolar	2,71%
Vehículo privado como conductor	14,28%
Vehículo privado como pasajero	6,28%

Fuente: Plan Maestro de Movilidad de Manizales, 2017

Se tiene que la mayor cantidad de viajes se realizan a pie, siendo este un 28.99% del total de los viajes realizados en un día. Lo sigue la buseta, como transporte público colectivo con 23.87% y finalmente el vehículo privado en sus variantes (como conductor y pasajero) con una participación de 20.56%.

Teniendo en cuenta la distribución de los viajes a lo largo del día, el PMMM, se evidencian dos grandes picos, al inicio de las labores diarias y al final de estas, siendo por la mañana el horario de 6:30 a 7:30 y por la tarde entre las 17:30 y 18:30. Adicionalmente se presentan dos picos al medio día entre las 11:45 y 12:45 y posteriormente 13:30 y 14:30.

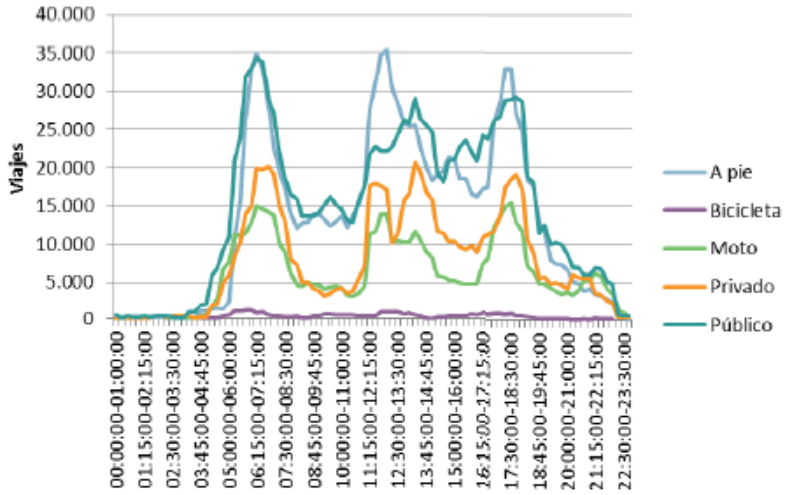
Ilustración 5 Viajes en automóvil - Destinos



Fuente: Plan Maestro de Movilidad de Manizales, 2017

Si se tiene en cuenta el automóvil privado únicamente se evidencian los mismos 4 picos presentados anteriormente siendo la hora pico el periodo entre las 6:45 y 7:45. En la gráfica se puede evidenciar de color naranja el fenómeno antes descrito.

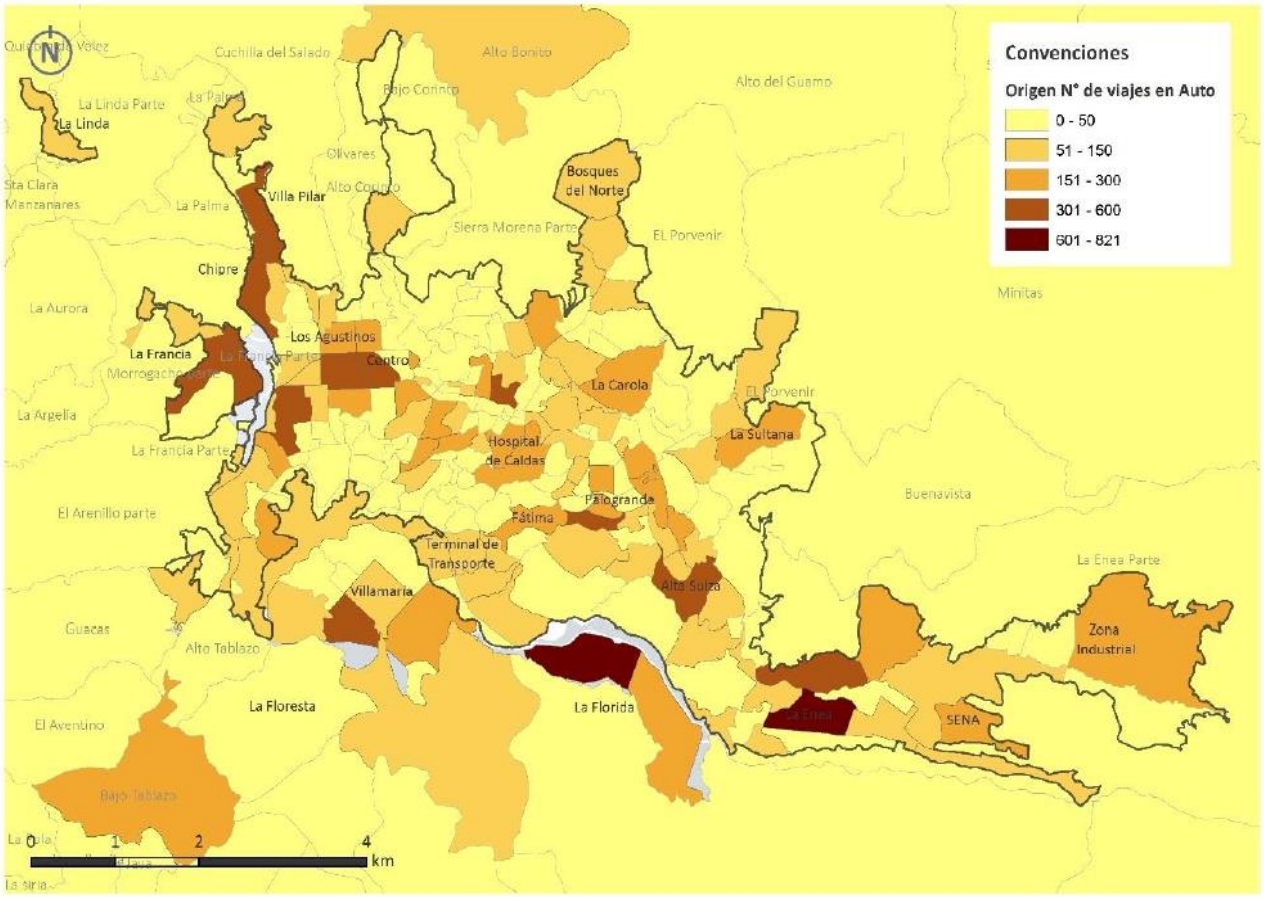
Ilustración 6 Viajes en automóvil - Destinos



Fuente: Plan Maestro de Movilidad de Manizales, 2017

Por otro lado, un insumo muy importante del PMM es la matriz origen-destino de Manizales. Este instrumento permite identificar la cantidad de viajes y sus modos que se hacen desde las Zonas de Análisis de Transporte (ZAT) como unidad básica de medida de viajes a nivel municipal. La matriz construye a partir de las encuestas domiciliarias desarrollado por la firma consultora los pares orígenes/destino de cada una de las 234 ZAT del territorio municipal, permitiendo identificar las zonas en donde más se generan y en donde más se atraen viajes del casco urbano. Las ilustraciones presentadas a continuación corresponden a las matrices de viajes realizados con origen y destino en las ZAT de Manizales durante la hora pico identificada entre las 6:45 a.m. y 7:45 a.m. para los automóviles.

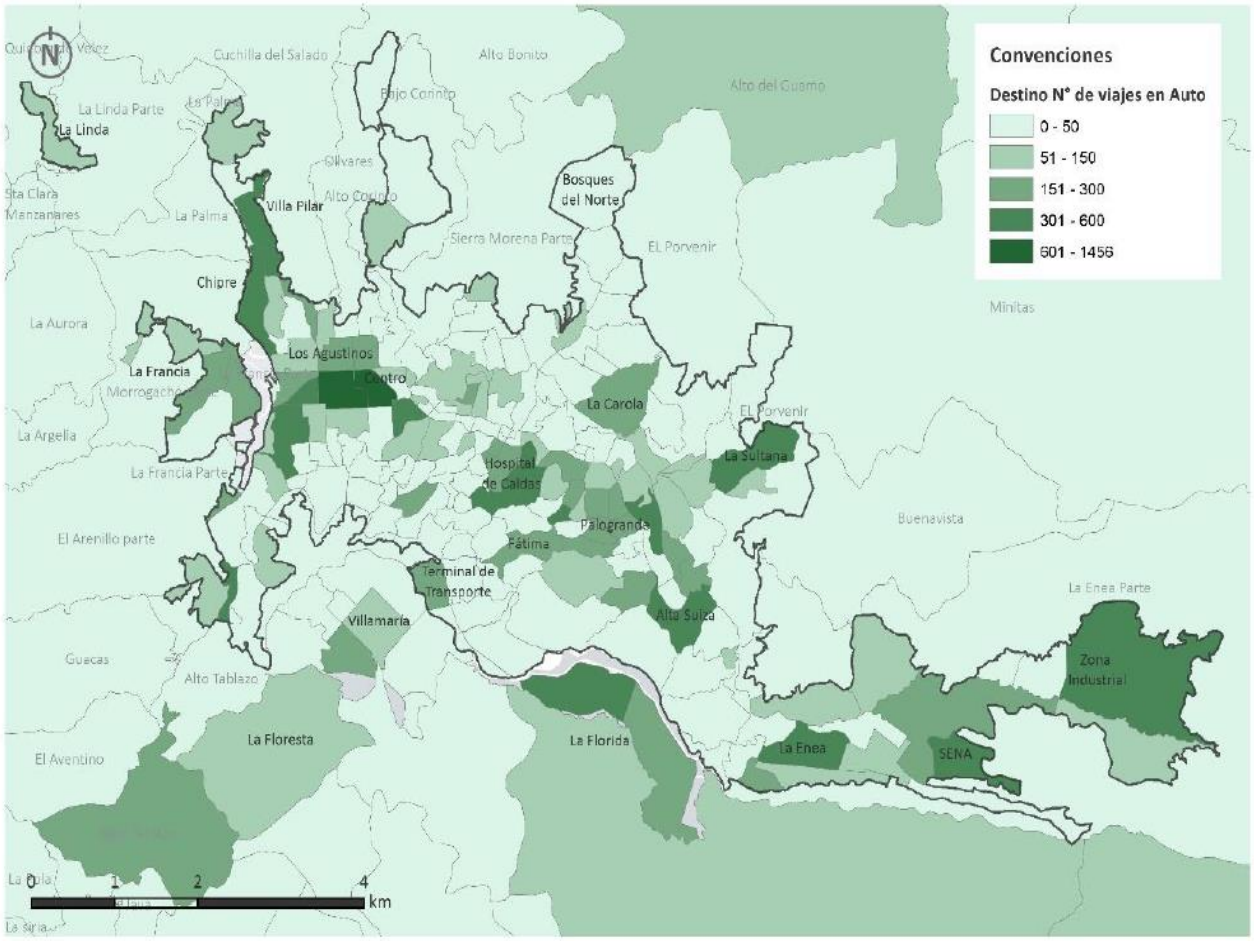
Ilustración 7 Viajes en automóvil - Orígenes



Fuente: Steer Davies Gleave, 2017

Las zonas generadoras de viajes en automóvil, son en su mayoría de uso residencial y están ubicadas en la periferia de la ciudad, algunas de las más importantes son, Villa Pilar, Chipre, La Francia, Bosques de la Alhambra y La Enea; en el municipio de Villamaría se destacan los barrios de La Pradera y La Florida, este último, es uno de los sectores que más genera viajes en automóvil, debido principalmente a que es una zona de estrato socioeconómico alto y la mayoría de sus habitantes estudian o trabajan en Manizales. En el interior de la ciudad, el barrio Palermo, con predios de estrato predominantemente alto, genera también un número importante de viajes en automóvil en la hora pico de la mañana. De igual manera, el centro de la ciudad se destaca como un generador importante de viajes en esta hora denominada pico.

Ilustración 8 Viajes en automóvil - Destinos



Fuente: Steer Davies Gleave, 2017

En cuanto al destino de los viajes en automóvil, se tiene que, sectores como el centro de la ciudad y la zona industrial son importantes sectores atractores en la hora pico de la mañana, esta última debido principalmente a la presencia de oficinas, zonas comerciales e industrias.

Para enfatizar el estudio en las zonas que se determinó de alto impacto causado por la intervención en la glorieta del barrio Los Cedros, se estudian los flujos que en la hora pico y durante todo el día entran al centro y a los corredores principales que la ciudadanía tendrá como alternativa a la circulación por la Avenida Kevin Ángel. En el análisis desarrollado por la misma firma que ejecutó el PMM 2017 con el fin de determinar la viabilidad de un pico y placa para la ciudad de Manizales, se realiza el análisis detallado de entrada y salida de vehículos de estas zonas. Esto con el propósito de cuantificar el impacto que

pueden llegar a tener estas zonas en la movilidad general del municipio.

Tabla 1 Flujos vehiculares en las zonas de estudio

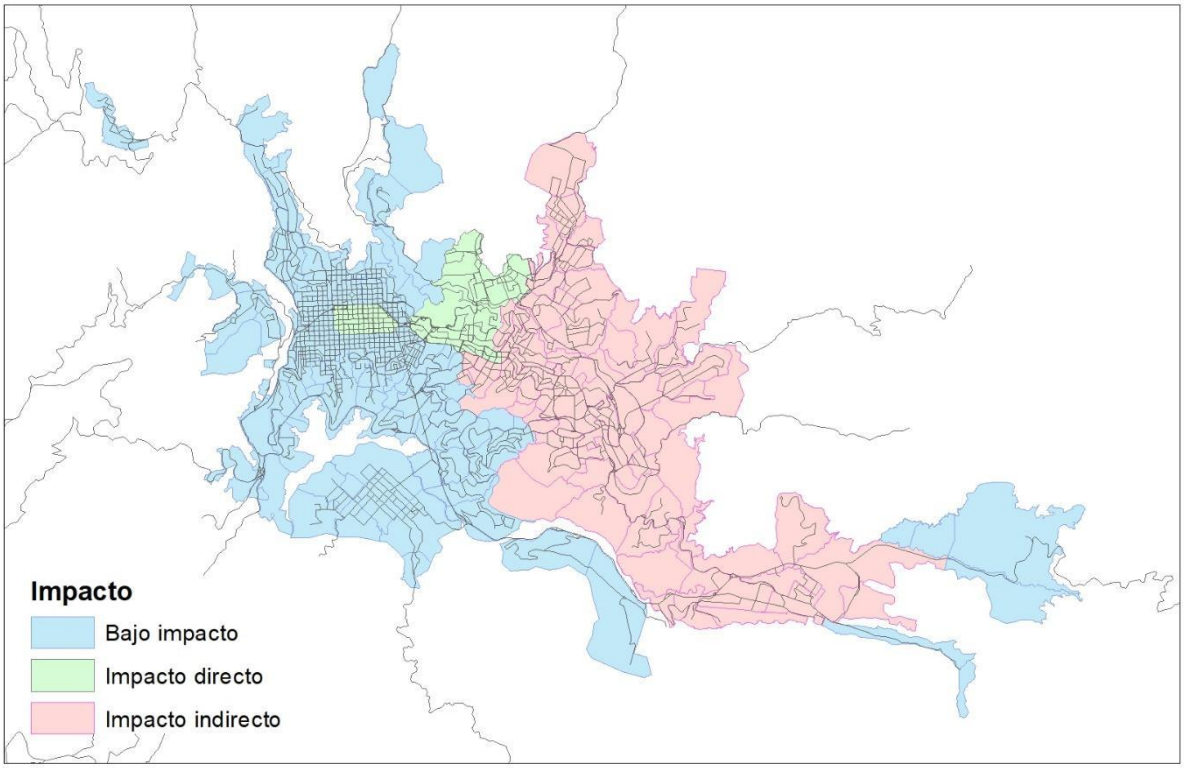
Zona	Entrada hora pico AM	Salida hora pico AM	Entrada y salida hora pico AM	Entrada día	Salida día	Entrada y salida día
Centro	4.802	3.134	7.936	57.144	37.295	94.438
Avenida Santander-Avenida Paralela	8.667	9.538	18.205	117.005	128.763	245.768
Total	**13.469**	**12.672**	**26.141**	**174.148**	**166.058**	**340.206**

Fuente: Steer Davies Gleave

Se encuentra que el volumen total de ingreso en la hora pico en las zonas de estudio es de 13.469 automóviles particulares. En el día este valor llega a 174.148. Se considera pertinente aclarar que los vehículos que ingresan a las zonas de estudio no necesariamente se dirigen a los establecimientos encontrados allí. Es posible que el ingreso a esta zona se deba a la facilidad que representan la Avenida Santander o la Avenida Paralela para conectarse con sectores fuera de la zona de restricción.

Para ahondar en el análisis y relacionar el impacto de la obra que se pretende iniciar con la movilidad de la ciudad, a continuación, se presentan las Zonas de Análisis de Transporte de la ciudad de Manizales y se resaltan las zonas de afectación en la siguiente ilustración:

Ilustración 9 Zonas afectadas con la construcción



Revisadas las zonas se genera la siguiente matriz:

Tabla 2 Matriz Origen Destino de la zona afectada

ZONA	Viajes totales
50601	46994
50609	23593

Se evidencia que las zonas 50601 y 50609 correspondientes al centro de la ciudad, presentan 70.587 viajes en un día, siendo esto el 9,4% de los viajes en la ciudad de Manizales en un día, es decir, ambas zonas pertenecientes al centro de la ciudad, son las zonas que reciben el mayor flujo vehicular y, por lo tanto, en caso de una restricción deben ser contempladas, pues cualquier actuación en las vías principales repercute directamente y con mayor énfasis en estas dos zonas del centro. Adicional a esto, se observa en las comunas que se relacionó, un impacto indirecto que está referenciando más del 70% de los viajes que se realizan en vehículos particulares.

5.2 CAPACIDAD VIAL

El INVIAS cuenta con el Manual de Capacidad Vial a través del cual con base en la metodología establecida en el HCM (Highway Capacity Manual) de Estados Unidos se definen los criterios para la identificación de las tasas de usos de las vías a nivel nacional.

Tenemos entonces que "Capacidad" se entiende como el máximo número de Peatones o vehículos que lógicamente se pueda esperar pasen por un punto o tramo uniforme de un carril o calzada durante un período de tiempo dado, en condiciones imperantes de vía, tránsito y control.

Para determinar la capacidad de un sistema vial, rural o urbano, no sólo es necesario conocer sus características físicas o geométricas, sino también las características de los flujos vehiculares, bajo una variedad de condiciones de operación sujetas a los dispositivos de control y al medio ambiente circundante. A continuación, se describe la metodología seguida para el calculo de la capacidad de acuerdo con los manuales mencionados.

Evaluación de la capacidad vial.

Con base en el Manual de Capacidad de Carreteras Norteamericano (HCM) específicamente respecto al flujo de saturación para intersecciones semaforizadas, en el manual de capacidad colombiano y en las diferentes aplicaciones realizadas y propuestas para la ciudad de Manizales en proyectos anteriores, se propone la expresión contenida en la Ecuación 1, donde se obtiene la capacidad ajustada para cada calzada de la ciudad:

Ecuación 1. Capacidad ajustada por calzada

$$C_i = CBC * N_i * fw_i * fg_i * fp_i * fbb_i * fa_i$$

Fuente: Highway Capacity Manual, 2016

Dónde:

C_i: Capacidad ajustada del arco i en vehículos / hora-Arco.
CBC: Capacidad Básica por Carril.
N_i: Número de carriles del arco i.
fw_i: Factor de ajuste de la capacidad por el ancho de carril del arco i.
fg_i: Factor de ajuste de la capacidad por la pendiente del acceso del arco i.
fp_i: Factor de ajuste de la capacidad por la existencia de un carril de estacionamiento adyacente y su actividad de parqueo del arco i.
fbb_i: Factor de ajuste de la capacidad por el efecto de bloqueo de los buses del arco i.
fa_i: Factor de ajuste por el tipo de área donde está localizado el arco i.

Estos factores son adimensionales y se pueden obtener de acuerdo con las siguientes expresiones:

Capacidad básica por carril CBC

En este caso se utiliza una capacidad ideal de 1900 veh/hora – carril para arcos unidireccionales y de 1600 veh/hora – carril para arcos bidireccionales o de doble sentido.

Corrección por ancho promedio de carril fw_i.

En la Ecuación 2 se presenta la corrección de la capacidad ideal, según la variación respecto al parámetro estándar del ancho promedio de carril W.

Ecuación 2. Factor de ajuste de capacidad por ancho promedio de carril, fwi.

$$fw_i = 1 + \left(\frac{(W - 3.6)}{9}\right).\ Si\ W > 4.8\ debe\ considerarse\ dos\ carriles$$

Fuente: Highway Capacity Manual, 2016

Corrección por pendiente del arco.

En la Ecuación 3 se presenta la función de la variación de la capacidad según la pendiente del arco i.

Ecuación 3. Factor de ajuste de capacidad por pendiente del arco, fgi.

$$fg_i = 1 - \left(\frac{\%G}{200}\right)\ para - 6\% \leq \%G \leq +10\%$$

Fuente: Highway Capacity Manual, 2016

Corrección de la capacidad por estacionamiento fp_i.

En este caso, de acuerdo con la metodología americana, se consideran reducciones en aquellos arcos donde se tengan maniobras de parqueo por hora. El número de maniobras (Nm) máximo será de 180 para un fp_i máximo de 0.5, como se presenta en la Ecuación 4. Para este caso especial, por carecer de más información, solo se consideran las zonas azules con un total de 20 maniobras.

Ecuación 4. Factor de ajuste de capacidad por estacionamiento, fpi.

$$fp_i = \frac{\left(N - 0.1 - \left(\frac{18 * Nm}{3600}\right)\right)}{N}$$

Fuente: Highway Capacity Manual, 2016

Corrección de la capacidad por efecto de bloqueo de los buses fbb_i.

Se consideran aquellos arcos por donde se tengan rutas de transporte público en el que se den paradas (Np corresponde al número de paradas por hora) es decir que exista paradero, como se presenta en la

Ecuación 5. El número máximo de paradas por hora es de 250 para un fbb de 0.5. En nuestro caso se considera como factor de atenuación la tasa de ocupación del 60% propio de la tasa de ocupación del sistema de transporte público de la ciudad.

Ecuación 5. Factor de ajuste de capacidad por el efecto de bloqueo de los buses, fbbi.

$$fbb_i = \frac{\left(N - \left(\frac{14.4 * Np}{3600}\right)\right)}{N}$$

Fuente: Highway Capacity Manual, 2016

Corrección de la capacidad por el tipo de área fa_i

En este caso se considera si el arco se encuentra en un sector comercial o de negocios o con concentraciones de servicios y equipamientos, en cuyo caso el factor fa_i se considera de 0.90, y de 1.00 en los demás casos (valor propuesto del HCM). Este factor considera zonas comerciales con flujos peatonales y condiciones operativas restringidas, por lo que en este caso también es utilizado para zonas de aglomeración de equipamientos.

Estimación de la capacidad vial para la red vial

Como resultado de la aplicación de la Ecuación 1, de acuerdo con los factores obtenidos para cada arco, se obtienen las capacidades para cada segmento de vía, según se presenta en la Ilustración 10, distribuida en cinco categorías.

La Ilustración 10 nos ilustra claramente la capacidad de cada uno de los arcos que componen la red vial de Manizales, sin embargo, a pesar de que algunos de ellos presentan una baja capacidad (861.56-1688.6), es necesario calcular el grado de utilización de la capacidad dada, es decir, la relación entre el flujo y la capacidad (v/c) y de este modo conocer su nivel de servicio.

La Ilustración 11 muestra la relación volumen capacidad en el corredor central de la ciudad según estudios realizados por Steer Davies and Gleave en el marco del Plan Maestro de Movilidad; En la figura 3 se muestra Asignación general de automóviles del modelo calibrado de transporte privado según estudio realizado por Transconsult en el Marco de la Estructuración del sistema de transporte público de Manizales en diciembre de 2020. Acá se puede observar como las vías impactadas por la intervención que se encuentra en la Avenida Kevin Ángel (Centro, Avenida Santander y Paralela) y refieren una relación V/C superior al 50%. De manera similar, en la Ilustración 12 se muestran los flujos vehiculares en toda la malla vial del municipio en donde nuevamente se resaltan los valores más altos sobre las vías principales que como se viene mencionando, son las impactadas por la intervención.

Ilustración 10 Capacidad corregida para la ciudad de Manizales

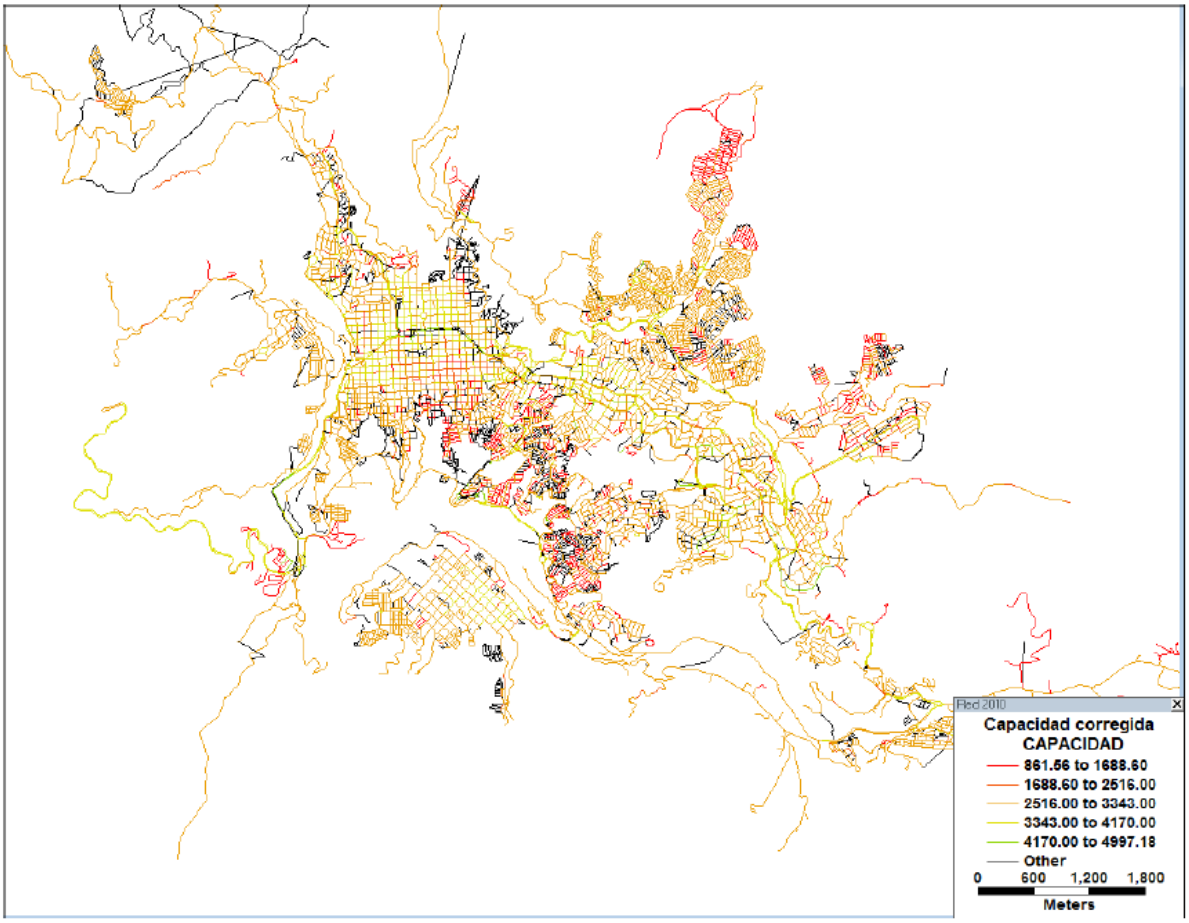


Ilustración 11 Relación Volumen / Capacidad de corredor central (Fuente estudio de Movilidad de Steer Davies)

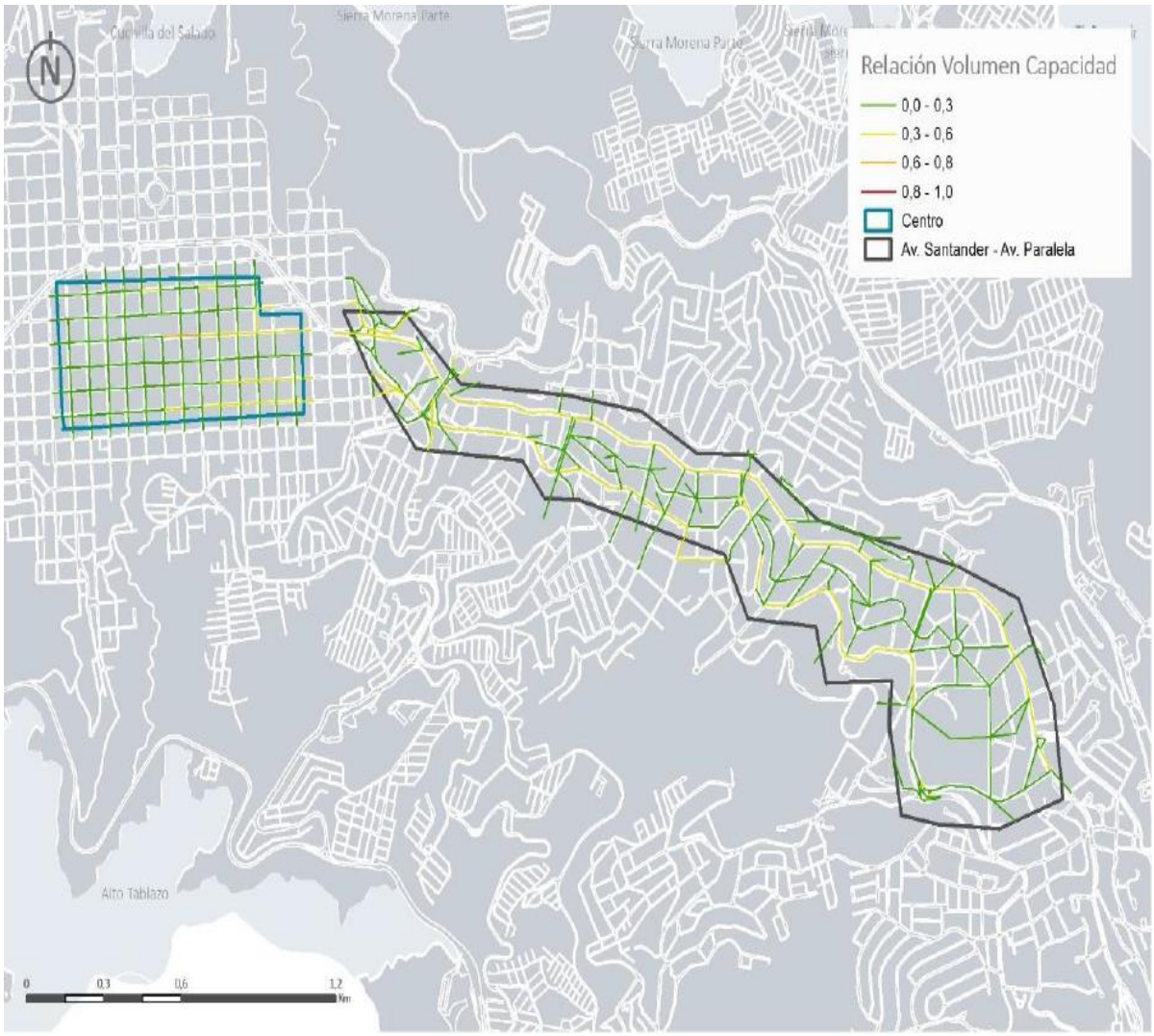
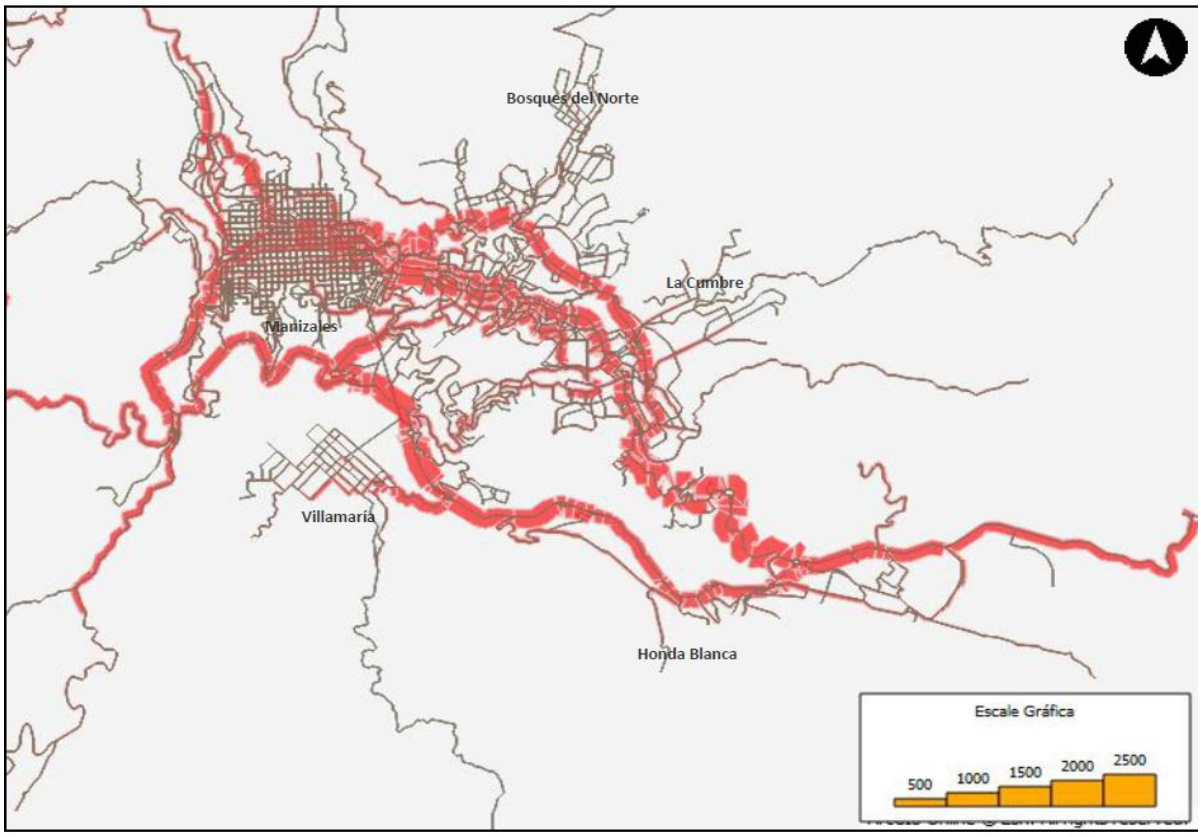


Ilustración 12 Asignación general de automóviles del modelo calibrado de transporte privado (Fuente TRANSCONSULT ETLFS del SITPC de Manizales)



5.3 NIVEL DE SERVICIO

El manual de Nivel de Servicio del INVIAS presenta una medida cualitativa, por medio de un parámetro numérico tal como la velocidad media o la densidad, y a veces por más de un parámetro. En el nivel de servicio influye la intensidad de la interacción vehicular, las condiciones de la vía y su entorno, y la calidad de la regulación y señalización vial.

Tradicionalmente se ha considerado la velocidad el principal indicador para identificar el nivel de servicio. Sin embargo, los métodos modernos introducen, además de la velocidad, otros indicadores, como, por ejemplo, la demora para casos como el nuestro de circulación discontinua.

Los niveles de servicio están clasificados de la siguiente manera:

Nivel de Servicio A
Representa circulación a flujo libre. Los usuarios, considerados en forma individual, están virtualmente exentos de los efectos de la presencia de otros en la circulación. Posee una altísima libertad para seleccionar sus velocidades deseadas y maniobrar dentro del tránsito. El nivel general de comodidad y conveniencia proporcionado por la circulación es excelente.

Nivel de servicio B
Está aún dentro del rango de flujo libre, aunque se empiezan a observar otros vehículos integrantes de la circulación. La libertad de selección de las velocidades deseadas sigue relativamente inafectada, aunque disminuye un poco la libertad de maniobra. El nivel de comodidad y conveniencia es algo inferior, porque la presencia de otros vehículos comienza a influir en el comportamiento individual de cada uno.

Nivel de servicio C
Pertenece al rango de flujo estable, pero marca el comienzo del dominio en que la operación de los usuarios individuales se ve afectada de forma significativa por las interacciones con otros usuarios. La selección de velocidad se ve afectada por la presencia de otros y la libertad de maniobra comienza a ser restringida. El nivel de comodidad y conveniencia desciende notablemente.

Nivel de servicio D
Representa una circulación de densidad elevada, aunque estable. La velocidad y libertad de maniobra quedan seriamente restringidas, y el usuario experimenta un nivel general de comodidad y conveniencia bajo. Pequeños incrementos en el flujo generalmente ocasionan problemas de funcionamiento, incluso con formación de pequeñas colas.

Nivel de servicio E
El funcionamiento está en el límite, o cerca del, límite de su capacidad. La velocidad de todos se ve reducida a un valor bajo, bastante uniforme. La libertad de maniobra para circular es extremadamente difícil, y se consigue forzando a los vehículos a “ceder el paso”. Los niveles de comodidad y

conveniencia son enormemente bajos, siendo muy elevada la frustración de los conductores. La circulación es normalmente inestable, debido a que los pequeños aumentos del flujo o ligeras perturbaciones del tránsito producen colapso.

Nivel de servicio F

Representa condiciones de flujo forzado. Esta situación, se produce cuando la cantidad de tránsito que se acerca a un punto que excede la cantidad que puede pasar por él. En estos lugares se forman colas, donde la operación se caracteriza por la existencia de ondas de parada y arranque, extremadamente inestables, típicas de los "cuellos de botella".

Resultado del Análisis del Nivel de Servicio

Teniendo en cuenta las definiciones descritas para cada nivel de servicio, la implementación de pico y placa será necesario en casos en los cuales se detecte niveles de servicio E y F ya que los niveles de servicio B, C y D pueden ser tratados mediante otras medidas que no incluyen restricción de movilidad para los vehículos en general.

Ahora bien, de acuerdo con los estudios realizados para el Plan de Movilidad de la ciudad de Manizales, tenemos la siguiente distribución de velocidades en la red vial de la ciudad. En la tabla 3 se observa la comparación entre la longitud de la red vial de cada categoría y la velocidad de operación promedio ponderada por la longitud de cada arco.

Tabla 3 Comparación: Longitud de la red vial y la Velocidades de operación según la categoría de la vía del área urbana

CATEGORIA DE LA RED	AREA URBANA		VELOCIDAD PROMEDIO PONDERADA POR LA LONGITUD (Km/h)
	LONGITUD (KM)	% RED VIAL TOTAL	
PRINCIPAL	56.70	9%	34
SECUNDARIA	57.40	9%	23
COLECTORA	96.10	15%	19
LOCAL	285.40	46%	14
SEMIPEATONAL	42.70	7%	13
PEATONAL	81.8	13%	2
TOTAL	620.10	100%	

Fuente: Plan Maestro de Movilidad, 2017

Comparando la categorización vial del área urbana con los valores de velocidad promedio real obtenidos del análisis de la base de datos, se observa que efectivamente la red Principal es la que mayor velocidad promedio posee (34 Km./h.), como era de esperarse; así mismo, las redes local y semipeatonal refieren las menores velocidades de desplazamiento del sistema (14 y 13 Km./h.,

respectivamente), mientras que la red secundaria refiere velocidades promedio un poco menores a las normalmente establecidas por la teoría, de forma general. El promedio de la velocidad de operación disminuye a medida que la categoría de la vía también lo hace.

Es importante resaltar que las velocidades registradas en la Ilustración 13, son velocidades promedio tomadas a diferentes horas del día y, por lo tanto, no reflejan las condiciones en un horario específico.

El tramo más crítico de la Avenida Santander es entre la calle 58 sector de Las Palmas y la calle 65 sector del Cable. por sus condiciones de tránsito que presenta el último lugar mencionado con una diferencia de 73.4% con relación a la velocidad media para una vía arteria principal; sin embargo, en el primer tramo se presenta una velocidad de 19.07 Km/h afectado por el paso en hora pico por el instituto universitario donde se registra una velocidad de 12 Km/h.

Sobre la Avenida Paralela se presenta un tramo crítico, el cual se encuentra localizado entre la calle 45 sector del Cementerio y la calle 52 Sector del túnel con una diferencia de 64.9% con relación a la velocidad media para una vía arteria principal; no obstante el tramo Entre la calle 52 Sector del túnel y la calle 65 sector del Estadio presenta algunos problemas de congestión y colas de moderadas a altas en las horas pico, en el acceso a la calle 55 sector del colegio Ravasco y su velocidad promedio entre las calles 33 y 65 es de 20.18 lo cual significa una diferencia del 40.6% con relación a la velocidad media para una vía arteria principal.

Se evidencia entonces, una disminución importante de la velocidad de operación que presentan los vehículos que circulan por estas vías a horas pico con reducciones hasta del 61.4% con relación a las calculadas en el Plan de movilidad que eran generales y de todo el día.

Sin embargo, la velocidad no es el único indicador del nivel de servicio como parámetro de medida definitivo, ya que existen condiciones de cada sector y tipo de vía que generan demoras y, por lo tanto, disminución de la velocidad de operación, dichas condiciones corresponden a malas prácticas de parqueo, cruces peatonales, semáforos, distancias pequeñas entre intersecciones (70 m), prioridad de la vía analizada, entre otras.

En cualquier caso, un indicador primordial para valorar el grado de utilización de la capacidad de un sistema vial y, por consiguiente, su nivel de servicio es la relación entre el flujo y la capacidad (v/c). En primer lugar, se revisa el incremento del parque automotor particular, pues si bien todo tipo de vehículo influye en la capacidad vial de un tramo, el objeto del estudio está relacionado con la incidencia de los vehículos particulares.

Ilustración 13 Velocidades de operación en la red Vial.

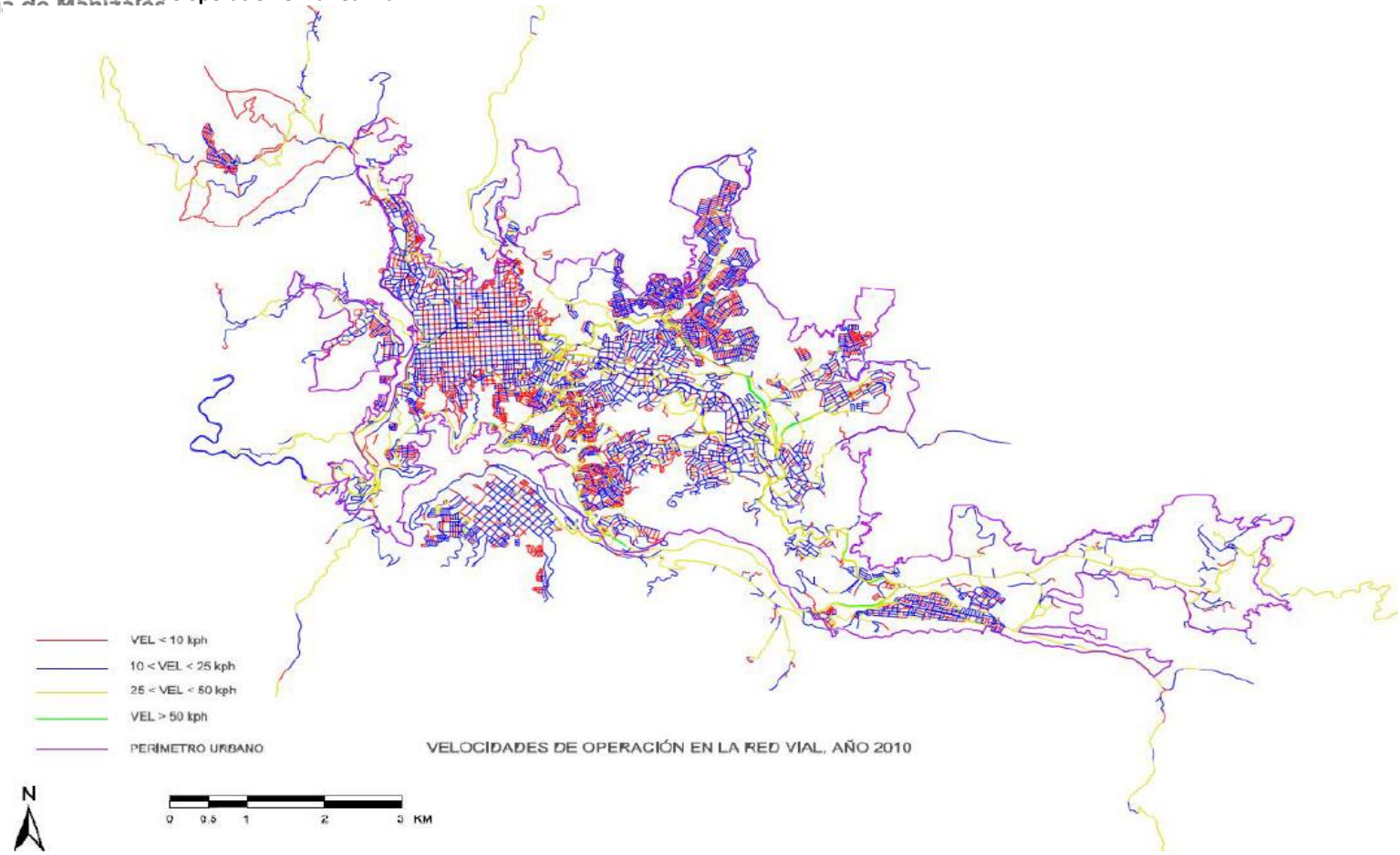
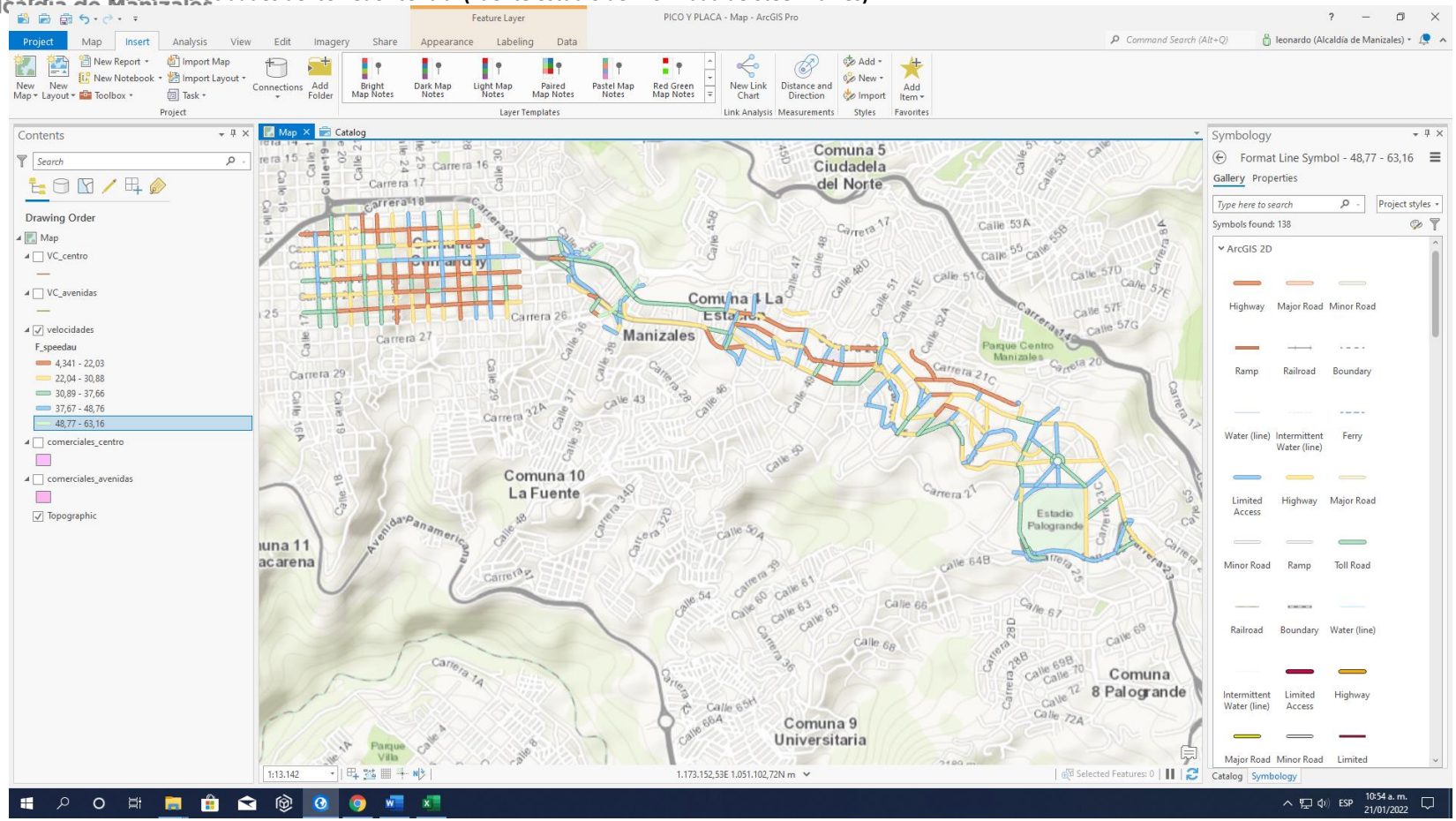


Ilustración 14 Relación velocidades del corredor central (Fuente estudio de Movilidad de Steer Davies)



Ahora bien, para poder interpretar los resultados de la relación v/c, necesitamos definir los niveles correspondientes para diferentes rangos de v/c, por lo cual, teniendo en cuenta conceptos, gráficas y definiciones de diferentes bibliografías, en especial las tablas del manual de capacidad americano, obtenemos la siguiente aproximación para la determinación del nivel de servicio, así:

Tabla 4 Clasificación de niveles de servicio según v/c

V/C	N. S
0 - 0.17	A
0.17 - 0.33	B
0.33 - 0.50	C
0.50 - 0.67	D
0.67 - 0.83	E
0.83 - 1.00	F

Fuente: Highway Capacity. Manual

Para entender los problemas que presentará el cierre de la Avenida Kevin Ángel a la del barrio Los Cedros, tomaremos parte de los estudios realizados por Steer en el Plan Maestro de Movilidad, que referencian volúmenes vehiculares en los corredores principales de acuerdo con el trabajo en campo y calibración de un modelo de transporte que se entrega en este Plan.

En primer término, revisaremos las condiciones actuales de las principales Avenidas de la ciudad de acuerdo con la información reportada para las vías que serán afectadas con la intervención objeto de este estudio.

Tabla 5 Relación de la capacidad y el nivel de servicio de las principales vías de afectación

VÍA	FLUJO MÁX NESE (VEH./H)	CAPACIDAD	V/C	N.S
Av. Santander entre Calle 58 y 65	3688	3343	1,10	F
Av. Santander entre Calle 65 y 58	3688	3343	1,10	F
Av. Paralela entre Calle 45 y 52	3216	3343	0,96	F
Av. Paralela entre Calle 52 y 45	3216	3343	0,96	F
Carrera 19 entre Calles 22 y 29	614	860	0,71	E
Carrera 20 entre Calles 17 y 30	1264	1688	0,75	E
Carrera 22 entre Calles 31 y 14	1577	1700	0,93	F
Carrera 24 entre Calles 15 y 35	850	860	0,99	F

Carrera 25 entre Calles 15 y 35	830	860	0,97	F

Fuente: Secretaría de Movilidad - elaboración propia

Es claro que para las condiciones actuales ya se presentan problemas de saturación de las vías. Ahora bien, con el cierre definitivo se está asumiendo de forma conservadora que los vehículos que utilizan la Avenida Kevin Ángel tendrán la siguiente distribución:

Tabla 6 Relación de flujo vehicular desplazado por el cierre de la Avenida Kevin Ángel

RUTA	PARTICIPACIÓN	VOLUMEN
Kevin Ángel y Vías alternas	15%	541
Avenida Santander	35%	1263
Avenida Paralela	25%	902
otras vías	25%	902
TOTAL	100%	3608

Fuente: Secretaría de Movilidad - elaboración propia

Con esta nueva asignación, las avenidas tendrán las siguientes características:

Tabla 7 Relación de la capacidad y el nivel de servicio de las principales vías de afectación con la asignación vehicular

VÍA	FLUJO MÁXNESE (VEH. /H)	CAPACIDAD	V/C	N.S.
Avenida Santander	4951	3343	1,48	F
Avenida Paralela	4118	3343	1,23	F

Fuente: Secretaría de Movilidad - elaboración propia

Se resalta el alto grado de saturación de las Avenidas que llevan al colapso por cuanto el flujo vehicular es superior al 50% de la capacidad de la vía por lo que es totalmente necesario tomar medidas adecuadas para garantizar la movilidad de la ciudad.

Dado que no se podrá tomar la Avenida Kevin Ángel, los flujos vehiculares se modificarán en el centro desplazándose hacia el sur lo que implica flujos más altos por las calles 20, 21, 24 y 25 y por ende una mayor congestión en el centro de la ciudad.

6. PROPUESTAS DE INTERVENCIÓN

6.1 ALTERNATIVAS DE GESTIÓN DE LA DEMANDA

De acuerdo con la misión de la Secretaría, y los objetivos contemplados en el Plan Municipal de Desarrollo, "Manizales Más Grande", el compromiso radica en la construcción de una movilidad más inteligente, que busque mitigar las principales externalidades del transporte, incrementando la calidad de vida de los Manizales. Para esto, y como principal alternativa de trabajo ante el impacto generado por la intervención en el sector de los Cedros, se plantea la generación de una serie de programas y proyectos que busquen gestionar la demanda de movilidad lo cual de acuerdo con lo reportado por la firma Steer representa los beneficios que se presentan a continuación.

Beneficios de la planificación mediante la gestión de la demanda.

Beneficios	Definición
Reducción de congestión	Congestión de tráfico reducida para los usuarios del automóvil, usuarios de buses, peatones y ciclistas;
Ahorros en costo de vías	Reducción de costos para construir, hacer mantenimiento y operar sistemas de vías;
Ahorros en estacionamiento	Reducción de problemas de estacionamiento y de costo de infraestructura para estacionar;
Ahorros para el consumidor	Ahorro en costos de transporte para consumidores;
Opciones de movilidad mejoradas	Opciones de movilidad mejoradas, particularmente para no-conductores;
Seguridad vial	Reducción de riesgo per cápita de accidentes de tránsito;
Conservación de energía	Reducción en consumo de energía per cápita;
Reducción de emisiones	Reducción per cápita de emisiones de contaminación;
Usos del suelo eficientes	Diseño de comunidades más accesibles, consumo de suelos per cápita reducidos;
Salud pública	Incremento en actividad física y beneficios de salud pública asociados.

Fuente: Steer Davies Gleave, tomado de Gestión de la demanda de Transporte (Broaddus, A. Litman, T. Menon G. 2009)

Gestión de estacionamientos

La gestión de estacionamientos incluye una variedad de estrategias específicas que resultan en el uso más eficiente de los recursos de estacionamientos además de motivar la utilización de modos alternativos. Una gestión apropiada puede reducir el número de espacios de estacionamientos necesarios, estabilización de la oferta y la demanda y múltiples beneficios adicionales.

A continuación, se presentarán varias medidas comprendidas dentro de este tipo de prácticas:

regulación de estacionamientos en vía, gestión de estacionamientos fuera de vía y estacionamientos disuasorios (Park and ride).

- Regulación de estacionamientos en vía
- Gestión de estacionamientos fuera de vía
- Estacionamientos disuasorios (Park and ride)

Vehículo compartido (Carsharing)

Está práctica consiste en compartir un automóvil con otras personas tanto para viajes periódicos como para trayectos puntuales. Hoy en día existen organizaciones que alquilan automóviles a clientes por hora en lugares específicos, conocida como "Carsharing"; su función principal es reducir la necesidad de tener un automóvil, pues puede ayudar a las familias con necesidades ocasionales de usar un automóvil a retener un estilo de vida sin automóvil

Vehículo compartido (Carpooling)

Esta práctica consiste en compartir un vehículo particular con otras personas tanto para viajes periódicos como para trayectos puntuales, se enfoca en un recurso que está disponible pero poco utilizado, asientos vacíos en los automóviles. Esta práctica no añade nuevos vehículos a la red vial y por esto ayuda a reducir la congestión considerablemente.

Horarios flexibles

Una gran cantidad de los viajes en automóvil están relacionados con motivos de trabajo, por ello las estrategias enfocadas en reducir este tipo de viajes son fundamentales.

Los horarios flexibles requieren un cambio en las horas de entrada y salida de los lugares de trabajo para permitir a los empleados evitar las horas pico del tráfico vehicular y en el transporte público.

Teletrabajo

El trabajo a distancia implica el uso de las telecomunicaciones (teléfono, correo electrónico, mensajería instantánea, videoconferencias, etc.) para evitar que las personas realicen viajes sin dejar de trabajar reduciendo el número de viajes en la ciudad, ya que por lo general las personas trabajan desde su casa en vez de trasladarse a la oficina y se comunican a través del teléfono y de medios electrónicos.

Uso de modos de transporte no motorizados

Para mejorar la movilidad de las ciudades, es necesario priorizar modos de transporte más eficientes, como los no motorizados. Esto se logra a través de la creación de infraestructura ciclista en las calles, como vías compartidas, ciclovías y ciclocarriles, así como, mejoramiento de la infraestructura para peatones.

Mejorar el transporte público colectivo

Gestionar la demanda de viajes también implica proveer una mayor oferta de transporte público de calidad y facilitar el intercambio modal, con el fin de tener alternativas diferentes al uso del vehículo particular y generar un cambio en la forma que las personas tienen para movilizarse.

En Manizales el transporte público es operado por esquemas de empresas individuales lo que no contribuye a un verdadero sistema de transporte público interconectado, por lo que es importante reestructurar el modelo de negocios y de operación para poder integrar el transporte público.

Pico y placa

La medida de pico y placa es una medida de restricción vehicular implementada principalmente en ciudades latinoamericanas. Como medida de gestión de demanda busca racionar el uso de las vías por una demanda excesiva. Esta medida impone una restricción de circulación obligatoria en el área urbana o ciertas zonas del área urbana a los vehículos privados, liberando parcialmente el uso de las vías. A continuación, se presentan algunas ventajas y desventajas de la implementación de este tipo de medidas en las ciudades.

Ventajas	Desventajas
Aceptado por el público como una demostración de compromiso del gobierno a tomar acción sobre la congestión y la polución del aire.	No puede proporcionar una solución de largo plazo ya que será subyugada al crecimiento de propiedad de vehículos en el tiempo
Proporciona efectos instantáneos, medibles de reducción de tráfico.	Puede ser vulnerable a las prácticas fraudulentas como números falsos de placas.
Puede proporcionar reducción temporal mientras se logra una solución de largo plazo, como mejoras en el transporte público o cobros por congestión de áreas centrales	Resultan más viajes en taxi si los taxis están excluidos del esquema.
Fácil fiscalización	Se puede perder su efecto debido a excepciones.
Mejora el desempeño del transporte público sobre las vías, por lo menos en el corto plazo	Los hogares incrementan la cantidad de vehículos como una forma de evitar las restricciones.

Fuente: Steer Davies Gleave, 2017 a partir de (GTZ , 2009)

6.2 EVALUACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS DE IMPLEMENTACIÓN DE UNA MEDIDA DE PICO Y PLACA

Dado el alto flujo vehicular que se tendrá sobre las principales avenidas y en el centro de la ciudad y el impacto social y económico que genera la implementación de esta medida que pretende mejorar la movilidad mientras se realizan las obras, se evalúan 5 alternativas de intervención:

- **ALTERNATIVA 1:** Restricción de 2 dígitos por día (lunes a viernes) durante todo el día en toda la ciudad que implica la no utilización de un vehículo una vez a la semana.
- **ALTERNATIVA 2:** Restricción de 2 dígitos por día durante todo el día (lunes a viernes) en vías principales y áreas de protección ambiental que en adelante serán llamadas zonas CAUPA[3] (Corredores y Áreas Urbanas de Protección Ambiental), que implica la no utilización de un vehículo una vez a la semana sobre los principales corredores y el centro de la ciudad.
- **ALTERNATIVA 3:** Restricción de 2 dígitos por día (lunes a viernes) en toda la ciudad que implica la no utilización de un vehículo una vez a la semana en horas pico.
- **ALTERNATIVA 4:** Restricción de 2 dígitos por día (lunes a viernes) durante todo el día en vías principales, en las horas pico, que implica la no utilización de un vehículo una vez a la semana sobre los principales corredores.
- **ALTERNATIVA 5:** Restricción de 1 dígito por día (lunes a viernes) durante horas pico en vías

[3] El concepto de zonas CAUPA (Corredores y Áreas Urbanas de Protección Ambiental) es acuñado desde la Secretaría de Movilidad de Manizales para describir aquellas zonas en que se requieren realizar acciones más específicas para proteger la cuenca atmosférica, los ecosistemas y la salud de la población urbana, a través de políticas como la gestión de la demanda.

principales que implica la no utilización de un vehículo una vez a la semana sobre los principales corredores.

Tabla 8 Relación de la capacidad y el nivel de servicio de las principales vías de afectación con la restricción vehicular de 2 dígitos

VÍA	Reducción	FLUJO ESTIMADO (VEH. /H)	CAPACIDAD	V/C	N.S.
Avenida Santander	20%	3961	3343	1,18	F
Avenida Paralela	20%	3294	3343	0,99	F

Fuente: Secretaría de Movilidad - elaboración propia

Se evidencia que una restricción del 20% de los vehículos correspondiente a dos dígitos diarios, si bien no se soluciona el nivel del servicio, se presentarán condiciones de flujo inferiores permitiendo la liberación de la congestión en esos corredores. Sobre las Avenidas se forman colas, donde la operación se caracterizará por la existencia de ondas de parada y arranque que cuenta con un componente alto de inestabilidad y son generadoras típicas de los "cuellos de botella".

Tabla 9 Relación de la capacidad y el nivel de servicio de las principales vías de afectación con la restricción vehicular de 1 dígito

VÍA	Reducción	FLUJO ESTIMADO (VEH./H)	CAPACIDAD	V/C	N.S
Avenida Santander	10%	4456	3343	1,33	F
Avenida Paralela	10%	3706	3343	1,11	F

Fuente: Secretaría de Movilidad - elaboración propia

Una restricción del 10% de los vehículos correspondiente a un (1) dígito por día, representará no alejarse de la saturación y, en consecuencia, la velocidad de todos se ve reducida a un valor muy bajo. No habría libertad de maniobra y las condiciones de flujo serían forzadas, generando situaciones críticas en las vías de la zona de impacto del proyecto constructivo.

A continuación, se presenta la matriz de análisis de alternativas, que, a través de un análisis cuantitativo califica dos variables, permitiendo concluir de las alternativas propuestas cual presenta mejores condiciones de implementación para las condiciones propias que presenta la movilidad en el municipio de Manizales. En primera instancia se evalúa la capacidad institucional requerida para la implementación de cada alternativa analizando 5 criterios: la emisión de permisos para la circulación,

el control y regulación en la vía, la señalización, la socialización y la generación de excepciones. Por otro lado, se evaluó el impacto que se genera con la implementación de cada alternativa a 4 variables: la capacidad y el nivel de servicio de las vías en el área de impacto, la posibilidad de que la población manizaleña encuentre rutas alternas a sus viajes, el impacto sobre el comercio y motivación de que la alternativa incentive el cambio a otros modos de transporte.

Tabla 10 Matriz de análisis de las alternativas evaluadas, a nivel de la capacidad institucional requerida

	CARACTERISTICAS			CAPACIDAD INTITUCIONAL REQUERIDA				
	TIEMPO	DIGITOS	AREA	EMISIÓN DE PERMISOS	CONTROL Y REGULACIÓN	SEÑALIZACIÓN	SOCIALIZACIÓN	GENERACIÓN DE EXCEPCIONES
ALTERNATIVA 1	Todo el día	2	Toda la ciudad	5	2	2	3	5
ALTERNATIVA 2	Todo el día	2	Vías principales y centro	2	2	5	4	2
ALTERNATIVA 3	Horas pico	2	Toda la ciudad	4	4	2	3	4
ALTERNATIVA 4	Horas pico	2	Vías principales y centro	1	5	5	5	1
ALTERNATIVA 5	Todo el día	1	Vías principales y centro	1	2	5	5	1

Tabla 11 Matriz de análisis de las alternativas evaluadas, a nivel del impacto generado

	CARACTERISTICAS			IMPACTO			
	TIEMPO	DIGITOS	AREA	CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO	POSIBILIDAD DE RUTAS ALTERNAS	COMERCIO	MOTIVACIÓN DE CAMBIO DE MODO
ALTERNATIVA 1	Todo el día	2	Toda la ciudad	2	5	5	2
ALTERNATIVA 2	Todo el día	2	Vías principales y centro	3	2	2	3
ALTERNATIVA 3	Horas pico	2	Toda la ciudad	2	5	5	2
ALTERNATIVA 4	Horas pico	2	Vías principales y centro	3	2	2	5
ALTERNATIVA 5	Todo el día	1	Vías principales y centro	5	2	2	5

De esta evaluación se hace una cuantificación del esfuerzo y capacidad requerida por la administración para la operación del pico y placa, así como los impactos generados sobre la comunidad. El resultado se presenta en la siguiente tabla en donde se puede observar que la opción con mejores condiciones para Manizales en la situación actual es la Alternativa 2 que corresponde a un Pico y placa durante todo el día para dos dígitos y en las vías principales y el centro.

Tabla 12 Resultado de la alternativa seleccionada

	CARACTERISTICAS			PRIORIDAD DE INTERVENCIÓN
	TIEMPO	DIGITOS	AREA	1-OPCIÓN MÁS VIABLE
ALTERNATIVA 1	Todo el día	2	Toda la ciudad	4
ALTERNATIVA 2	Todo el día	2	Vías principales y centro	1
ALTERNATIVA 3	Horas pico	2	Toda la ciudad	4
ALTERNATIVA 4	Horas pico	2	Vías principales y centro	3
ALTERNATIVA 5	Todo el día	1	Vías principales y centro	2

6.3 CARACTERÍSTICAS RELACIONADAS CON CADA ALTERNATIVA:

De acuerdo con lo expuesto para la selección de la alternativa, las características de la medida de Pico y placa serían las siguientes:

COBERTURA

Para la alternativa se plantean las Avenidas Santander, Paralela y Kevin Ángel, además del centro histórico de Manizales así:

Avenida Kevin Ángel: Toda la arteria desde la glorieta de la Carola hasta la glorieta del barrio Castilla en ambos sentidos

Avenida Santander: En el sentido cable-centro aplica desde el CAI en la calle 64A hasta la calle 33a y en sentido centro-cable aplica desde la calle 33 en el parque fundadores hasta la calle 65

La restricción en toda la Avenida es más fácil de entender y asimilar por parte de la comunidad pues el manejo de tramos en la Avenida se presta para confusión.

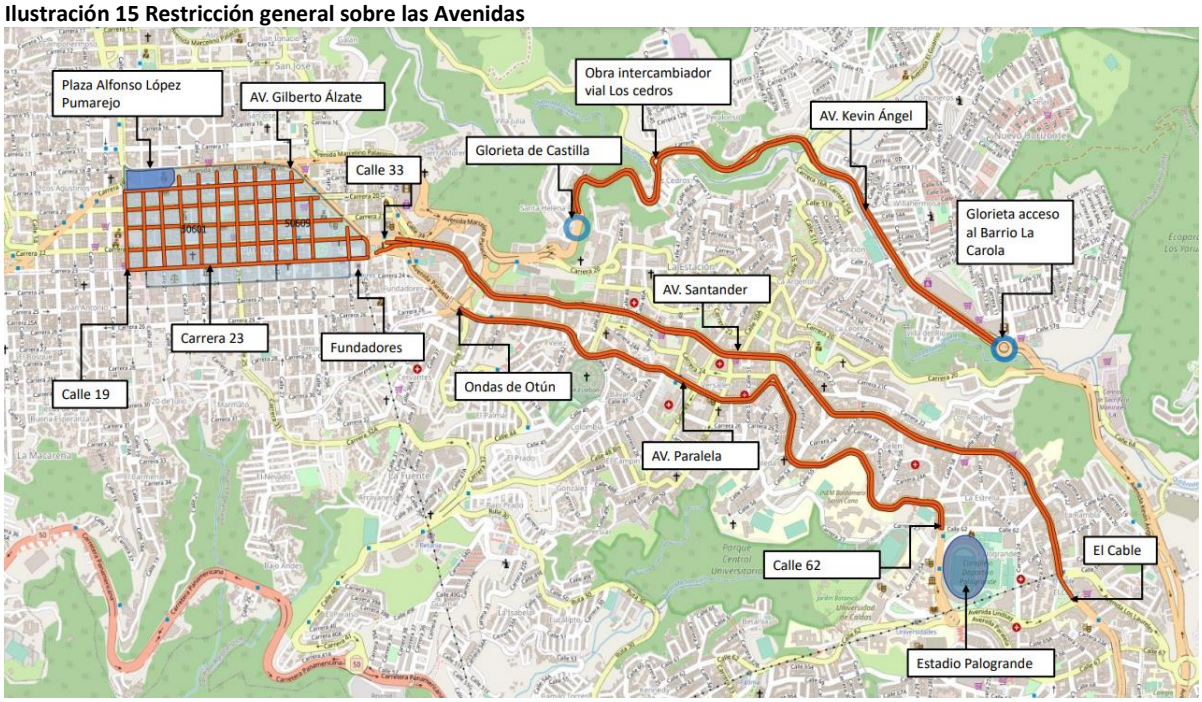
Avenida Paralela: De igual manera se restringiría toda la Avenida desde el sector de Ondas de Otún hasta la calle 62 en ambos sentidos.

Se ha previsto que la restricción inicie en Ondas de Otún con el fin de dar continuidad a los vehículos que utilizan la Avenida Gilberto Álzate (Avenida Centro), para que puedan optar por la vía a la fuente.

Sector Centro: comprende por el Norte la Avenida Gilberto Álzate (Sin incluirla), por el sur la carrera 23, por el oriente la calle 32 y por el occidente la calle 19.

A continuación, se presentan las ilustraciones correspondientes a la restricción que se tendrá en las Avenidas, aclarando que se puede permitir cruzar las Avenidas, pero no incorporarse a ellas en ningún tramo.

Ilustración 15 Restricción general sobre las Avenidas



PROGRAMACIÓN DÍGITOS

Para la alternativa de dos dígitos se contempla la siguiente programación:

Tabla 13 Relación de numeración de la restricción por días

LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES
1 Y 2	3 Y 4	5 Y 6	7 Y 8	9 Y 0

Fuente: Secretaría de Movilidad - elaboración propia

HORARIO DE RESTRICCIÓN

De conformidad con el perfil de flujos vehiculares típico de Manizales es pertinente contar con la restricción media hora antes y después de que las vías de la ciudad se encuentran ocupadas por los vehículos por lo que el horario contemplado para la medida de restricción es entre las 6:00 a.m. y las 8:00 p.m. de los días de lunes a viernes.

PEDAGOGÍA Y DIFUSIÓN DE LA MEDIDA

Es necesario realizar una difusión fuerte y prolongada que permita a la comunidad en general conocer la medida, para ello se recomienda utilizar todos los medios como televisión, prensa hablada y escrita, redes sociales, volantes, entre otros, para lo cual se contaría con personas debidamente identificadas con Camisas, Gorras, Botones, Manillas y otros elementos de identificación, de manera similar a las campañas que se han adelantado.

Como la medida de restricción es por sectores, se recomienda un trabajo de divulgación especial en el sector donde la medida pueda afectar.

CONTROL

Es necesario que la restricción vehicular cuente con un buen control para que sea efectiva; este control requiere especialmente un grupo de agentes de tránsito dedicados a esta tarea.

Como la restricción es en ciertos sectores, inicialmente se hacen controles en la frontera del sector de manera disuasiva, desviando los vehículos con restricción, posteriormente se hacen controles al interior de la zona, sancionando a los infractores de la medida.

El control para el primer mes de la medida deberá ser de manera pedagógica y a partir de cumplido se hará de manera sancionatoria.

EXCEPCIONES

Los vehículos que quedaran exentos de la medida de pico y placa en las áreas de restricción serían:

1. Vehículos que hagan parte del esquema de seguridad de cuerpo diplomático y de la Presidencia de la República y que estén al servicio de actividades inherentes.
2. Vehículos destinados y/o adecuados técnicamente para el traslado de féretros, propiedad de las funerarias o agencias mortuorias.
3. Los automotores que pertenezcan o hagan parte de los cuerpos de seguridad del Estado, Fuerzas Militares, Policía Nacional y Cuerpo Técnico de Investigación de la Fiscalía General de La Nación y los que ejerzan funciones legales de policía judicial.
4. Automotores debidamente identificados e iluminados, dispuestos para movilizar personas afectadas en salud, prevenir o atender desastres y/o calamidades, o actividades policiales, debidamente registrados como tal con las normas y características que exige la actividad para la cual se matriculen, y los automotores propiedad de las empresas que prestan atención medica domiciliaria y transporte de insumos médicos, debidamente identificados, solo cuando en ellos se desplace personal de salud en servicio.
5. Automotores destinados o contratados por las Empresas de Servicios Públicos Domiciliarios, exclusivamente para el mantenimiento, instalación y/o reparación de las redes de servicios públicos domiciliarios en la ciudad, siempre y cuando cuenten con plena y pública identificación, consistente en los logos de la empresa contratante pintados o adheridos en la carrocería.
6. Automotores tipo grúa y aquellos destinados al control del tráfico.
7. Motocicletas.
8. Automotores con nivel tres (3) o superior de blindaje, inscritos como tales en el Registro Municipal Automotor y autorizado el blindaje por la Superintendencia de Vigilancia y Segundad Privada.
9. Vehículos blindados de las empresas de seguridad, encargadas de prestar segundad a dignatarios o de transporte de valores.
10. Automotores que estén al servicio de actividades inherentes a la protección de personas debidamente autorizados por la Superintendencia de Vigilancia y Seguridad Privada o que hagan parte de esquemas de segundad autorizados por los organismos del estado, y solo durante la prestación del servicio.
11. Vehículos oficiales cuya propiedad conste en la licencia de tránsito.
12. Vehículos destinados al transporte de alimentos con autorización para este tipo de transporte y/o con sistema de refrigeración para el enfriamiento de alimentos.

13. Vehículos que transporten o sean conducidos por personas con discapacidad, cuya condición motora, sensorial o mental, limite su movilidad.
14. Vehículos de funcionamiento Eléctricos, Diesel – Eléctricos y Gasolina – Eléctricos y que conste en la licencia de tránsito.
15. Academias Automovilísticas
16. Vehículos de transporte especial, conforme a la definición que para este tipo de servicio se encuentra contemplada en el artículo 2.2.1.6.4 del Decreto Nacional 1079 de 2015, modificado por el artículo 1 del Decreto Nacional 431 de 2017. debidamente demarcados con identificación permanente de acuerdo con la normatividad vigente.
17. Vehículos tipo bus, buseta y/o microbús de servicio particular de propiedad de las empresas destinadas al transporte de su personal o de propiedad de instituciones educativas destinadas al transporte de sus estudiantes.
18. Vehículos de transporte público colectivo, Requisitos. Demarcación de manera permanente de acuerdo con la normatividad vigente. Esta causal de exención no requiere inscripción previa ante la Secretaría de Movilidad.
19. Vehículos de carga con capacidad de carga igual o superior a tres y media (3.5) toneladas de acuerdo con la licencia de tránsito.
20. Vehículos de propiedad de medios de comunicación. De igual manera, los vehículos contratados o en leasing mientras estén al servicio de los medios de comunicación. Asimismo, estarán exentos los vehículos que se encuentren dotados de equipos tecnológicos y logísticos de medios de comunicación que no permitan su reemplazo o traslado a otro vehículo. Esta exención no aplica para los vehículos particulares de propiedad de los periodistas que trabajen para los medios de comunicación.
    Requisitos. (I) Solicitud de inscripción previa; (II) demarcación permanente y visible en la parte frontal, trasera y lateral del vehículo; (III) copia de la licencia de tránsito del vehículo y; (iv) documento de identificación o certificado de existencia y representación del propietario del vehículo. Con la solicitud de inscripción previa se deberá aportar los anteriores documentos y fotografías donde se observe la demarcación requerida.
    Para los vehículos en los cuales medie contrato de leasing, arrendamiento comercial o contratos afines, deberá aportarse certificación del representante legal del medio de comunicación, en el que se indique que el vehículo se encuentra a su servicio. De igual manera, se deberá aportar la copia del respectivo contrato.
21. Servicio de mensajería debidamente Identificados con carnet de la empresa.

22. Vehículos particulares con 4 o más ocupantes incluyendo el conductor que compartan un mismo origen y un mismo destino (deben registrase en la página web de la Secretaría de

Movilidad https://arcg.is/0qLv99). En relación a lo anterior, nadie podrá cobrar una tarifa por este servicio so pena de verse sancionado por toda la normatividad vigentes por la prestación de un servicio de transporte ilegal.

SEÑALIZACIÓN REQUERIDA

A continuación, se presentan los esquemas de señalización necesarios para la implementación de la medida. Estas señalizaciones se dividen en tres grandes grupos teniendo presentes si estas se instalaran nuevas (verdes), si se actualizará únicamente la información, pero se mantendrá la estructura (amarillas) o si se deben remover señales que ya existen en la ciudad, pero con la nueva medida ya no deben ir (rojas).

Ilustración 16 Relación general de señalización requerida

Ilustración 17 Relación de señalización requerida

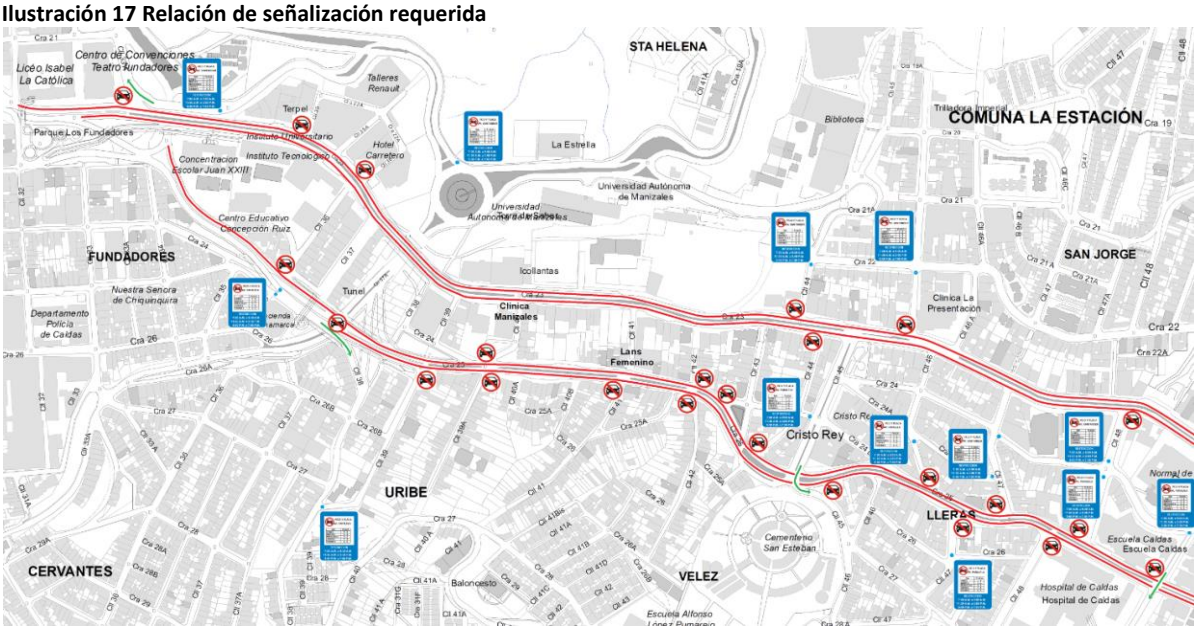


Ilustración 18 Relación de señalización requerida

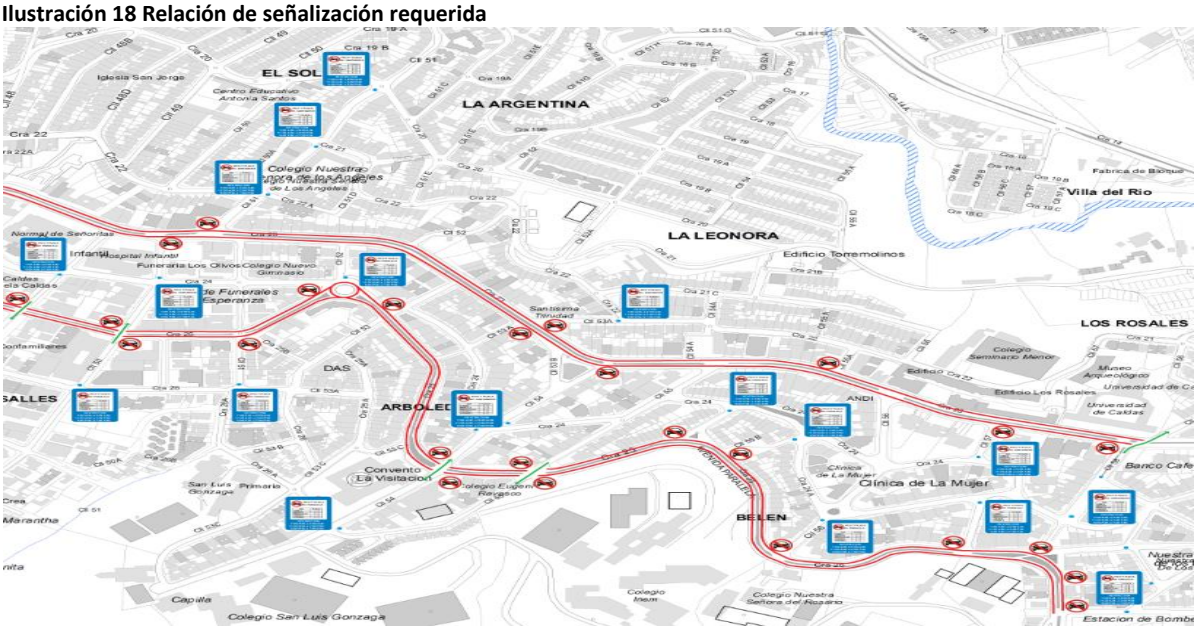


Ilustración 19 Relación de señalización requerida

Ilustración 20. Relación de señalización requerida

Para efectos de implementar la medida de Pico y Placa en la ciudad, se tiene previsto la instalación de señales verticales reglamentarias SR-16 (Circulación prohibida en vehículos Automotores),

debidamente acompañadas de señales informativas en las que expresamente se informe la restricción de la medida. (VER DETALLE: SEÑAL TIPO I).

Se utilizarán también en otros sectores, otro tipo de señales:

- Informativas: Las cuales oportunamente informen a los conductores que se acercan a una zona en la cual encontrará restricción vehicular.
- Pasacalles: En diferentes sitios estratégico de la ciudad, se instalarán previamente pasacalles de 6,0m de longitud por 1,0m de altura, los diseños serán en conjunto con la oficina de divulgación y Prensa de la alcaldía de Manizales.

Ilustración 21 Relación de señalización vertical requerida

SEÑAL TIPO I

SEÑAL TIPO II

7. CONCLUSIONES

- La relación volumen/capacidad (v/c) es el principal parámetro técnico de tránsito para definir la necesidad de establecer una medida de restricción vehicular. De conformidad con los estudios realizados por la Universidad Nacional de Colombia sede Manizales, Steer Davies and Gleave en el marco del Plan de Movilidad y la ETLFS del SITP, las vías de la ciudad en general empiezan a presentar una relación v/c deficiente y por ende cuentan con un bajo nivel de servicio.

- A partir de la información entregada por la Secretaría de Obras públicas y el Plan de Manejo de Tránsito del contratista encargado de la obra, se logró colegir fehacientemente que la medida de restricción vehicular para vehículos particulares resulta totalmente necesaria en algunos sectores y trayectos de la ciudad, toda vez que de no tomarse dicha medida se generaría un colapso en las vías principales de la ciudad.

- El porcentaje recomendado de la restricción es del 20% correspondiente a dos dígitos diarios relacionado con el último dígito de la placa, con lo que se estiman que dejan de circular por los sectores y tramos de restricción cerca de 20.000 vehículos ingresando al centro diariamente y hasta 60.000 viajes durante el día en los corredores principales, esto con base en la información tomada de la matriz origen-destino en donde se puede observar que diariamente por estas zonas están circulando más de 340.000 viajes.

- De conformidad con el perfil de flujos vehiculares típico de Manizales es pertinente contar con la restricción media hora antes y después de que las vías de la ciudad se encuentran ocupadas por los vehículos por lo que el horario contemplado para la medida de restricción es entre las 6:00 a.m. y las 8:00 p.m. de los días de lunes a viernes.

- La medida se implementará únicamente para las vías principales; Avenida Kevin Ángel, Avenida Santander y Avenida Paralela, así como en el centro de la ciudad (con la cobertura mencionada en el capítulo 6.3), buscando con esto mitigar el impacto sobre los corredores que cargan más viajes en el día mientras se generan campañas que promuevan la migración modal de la población, buscando parámetros de movilidad más sostenibles.

- Para la implementación de la medida restrictiva, es necesario como primer punto realizar un proceso intensivo de pedagogía y difusión con los usuarios de las vías para que se conozca la medida, además de disponer de la señalización y la publicidad requerida de modo que se garantice al ciudadano la debida comunicación de la norma, por lo que se propone iniciar con la medida en un plazo no menor de 2 meses contados a partir de la expedición del acto administrativo correspondiente.

- La medida de gestión de demanda deberá ser acompañada en su control, con mejores elementos de regulación como los sistemas de detección electrónica de infracciones de tránsito (foto-detección) y las cámaras de control de tránsito que garantizarían una mejor efectividad y percepción de seguridad.

- Es importante por parte de la secretaría y la administración seguir tomando medidas de gestión de la demanda que permitan a futuro, opciones diferentes a la restricción vehicular para incentivar la movilidad sostenible en toda la ciudadanía.

RAFAEL FELIPE CARDONA OROZCO
Jefe de la Unidad Técnica
Secretaría de Movilidad

LEONARDO LEAL GARCIA
Profesional Universitario
Secretaría de Movilidad

CRISTIAN MATEO LOAIZA ALFONSO
Secretario de despacho
Secretaría de Movilidad

BIBLIOGRAFIA

Plan de Movilidad – Fase Final – elaborado por la Universidad Nacional de Colombia

Highway Capacity. Manual (HCM) - 2000

Manual de Señalización Vial, adoptado por el Ministerio de Transporte

Consorcio Servicios de Tránsito de Manizales, información parque automotor

STEER DAVIES AND GLEAVE Plan maestro de Movilidad

STEER DAVIES AND GLEAVE Análisis de medida de restricción vehicular en Manizales

Consorcio Deloitte- Transconsult-Duran y Osorio, ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA, LEGAL, FINANCIERA Y SOCIAL (ETLFS) del sistema estratégico de transporte público de pasajeros (SETP) para el municipio de Manizales