

**INSPECCIÓN VISUAL DEL TRAMO DE VÍA LOCALIZADO EN LA CARRERA 11  
ENTRE CALLES 26-31 Y CARRERA 12 ENTRE CALLES 24-40 DE LA CIUDAD  
DE PEREIRA**

**SEMILLERO DE INVESTIGACION EN TRANSITO Y MOVILIDAD**

**Presentado por:  
JUAN FERNANDO CORREA DÍEZ  
JULIÁN ANDRÉS LOAIZA TORO  
JUAN MANUEL RAMÍREZ VÁSQUEZ  
NICOLÁS WALKER POLANCO**

**UNIVERSIDAD LIBRE SECCIONAL PEREIRA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
SEMILLERO DE INVESTIGACIÓN EN VÍAS, TRANSPORTE Y MOVILIDAD  
PEREIRA  
2015**

**INSPECCIÓN VISUAL DEL TRAMO DE VÍA LOCALIZADO EN LA CARRERA 11  
ENTRE CALLES 26-31 Y CARRERA 12 ENTRE CALLES 24-40 DE LA CIUDAD  
DE PEREIRA**

**Presentado por:  
JUAN FERNANDO CORREA DÍEZ  
JULIÁN ANDRÉS LOAIZA TORO  
JUAN MANUEL RAMÍREZ VÁSQUEZ  
NICOLÁS WALKER POLANCO**

**Monografía para optar al título de Ingeniero Civil**

**Director  
Ingeniero ADÁN SILVESTRE**

**UNIVERSIDAD LIBRE SECCIONAL PEREIRA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
SEMILLERO DE INVESTIGACIÓN EN VÍAS, TRANSPORTE Y MOVILIDAD  
PEREIRA  
2015**

**Este trabajo está dedicado a nuestras familias,  
quienes todo el tiempo estaban brindándonos apoyo  
cuando más lo necesitamos.**

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios, quien nos dio la oportunidad de dar un paso para nuestra formación académica.

A nuestras familias que nos apoyaron en todo este tiempo de Universidad.

A nuestro director de trabajo de grado Ing. Adán Silvestre Gutiérrez, quien aceptó dirigirnos y asesorarnos, en el trabajo que aquí presentamos.

## CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCION	18
1. JUSTIFICACION	19
2. DESCRIPCION DEL PROBLEMA	20
3. OBJETIVO DEL PROYECTO	22
3.1 OBJETIVO GENERAL	22
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	22
4. HISTORIA DE LOS PAVIMENTOS	23
5. MARCO REFERENCIAL	26
5.1 MARCO GEOGRÁFICO	26
5.2 MARCO LEGAL O NORMATIVO	27
5.3 ESTADO DEL ARTE	27
5.3.1 PCI (Pavement Condition Index)	27
5.3.2 Manual de inspección visual INVIAS	28
5.4 MARCO TEÓRICO	29
5.4.1 Pavimento	29
5.4.2 Características que debe reunir un pavimento	29
5.4.3 Daños en pavimentos	30
5.4.4 Tipos de daños	31
5.4.5 Daños de pavimentos rígidos	32
5.4.5.1 Grietas	32
5.4.5.2 Deterioro de junta	33
5.4.5.3 Deterioro superficial	34
5.4.5.4 Otros tipos de daños	34
5.4.6 Daños en pavimentos flexibles	35

	pág.
5.4.6.1 Fisuras	35
5.4.6.2 Deformaciones	36
5.4.6.3 Daños superficiales	37
5.4.6.4 Otros daños	37
5.4.7 Tipos de mantenimiento	38
5.4.7.1 Mantenimiento preventivo	38
5.4.7.2 Mantenimiento rutinario	38
5.4.7.3 Mantenimiento correctivo	39
5.4.8 Importancia de la clase de daños	39
5.4.8.1 Pavement condition Index (PCI)	40
5.4.8.2 VIZIR	41
5.4.9 Ingeniería de tránsito	41
5.4.9.1 Definiciones	42
5.4.9.2 Características del tránsito	43
5.4.9.3 Reglamento del tránsito	43
5.4.9.4 Planificación vial	43
5.4.9.5 Solución al problema de tránsito	44
5.4.9.6 Volúmenes de tránsito	44
5.4.10 Capacidad y niveles de servicio	45
5.4.10.1 Capacidad de las carreteras	45
5.4.10.2 Nivel de servicio	45
5.4.10.3 Niveles de servicio	46
5.4.11 Factores que afectan a la capacidad y a los niveles de servicio	52
5.4.11.1 Condiciones ideales	52
5.4.11.2 Condiciones de la vía o la infraestructura	53

	pág.
5.4.11.3 Condiciones del tránsito	53
5.4.11.4 Condiciones de control	54
5.4.12 Infraestructura urbana.	54
6. MARCO METODOLÓGICO	55
6.1 FASE PRELIMINAR	55
6.1.1 Fase 1	55
6.1.2 Fase 2	55
6.1.3 Fase 3	55
7. INVENTARIO VIAL Y DE URBANISMO	56
7.1 DETERMINACIÓN DEL DAÑO	56
7.1.1 Manual para la inspección visual de pavimentos	56
7.2 PROCEDIMIENTO PARA EL REGISTRO DE DAÑOS	56
7.3 FORMATO DE CAPTURA DE INFORMACIÓN	57
7.3.1 Sección 1. Información general de la vía.	58
7.3.2 Sección 2. Deterioros	58
7.3.2.1 Primera columna abcisa	58
7.3.2.2 Segunda columna. Número de placa	58
7.3.2.3 Tercera columna. Dimensiones de la losa	58
7.3.2.4 Cuarta columna. Tipo de patología	58
7.3.2.5 Quinta columna. Severidad	58
7.3.2.6 Sexta columna. Daño (Largo – Ancho)	59
7.3.2.7 Séptima columna. Reparación (Largo – Ancho)	59
7.3.2.8 Octava columna. El registro fotográfico	59
7.3.3 Sección 3. Aclaraciones	59
7.3.4 Sección 4. Observaciones	59

	pág.
7.3.5 Sección 5. Geometría de la vía	59
7.4 REGISTRO FOTOGRÁFICO DAÑOS DE PAVIMENTO	62
7.5 REPORTE DE DAÑOS	64
7.5.1 Análisis y procesamiento de los datos	64
7.5.1.1 Cálculo de afectación por número de losas	64
7.5.1.2 Cálculo de afectación en función del área dañada	66
7.6 INVENTARIO URBANISTICO	70
7.6.1 Inspección de andenes y zona verde	70
7.6.2 Inventario de señalización de tránsito	71
8. TRANSITO	73
8.1 AFORO	73
8.2 CONTEOS VEHICULARES	74
8.3 COMPOSICIÓN VEHICULAR	75
8.4 VARIACIONES DIARIAS	75
8.5 ESTACIONAMIENTO	78
8.6 CAPACIDAD Y NIVELES DE SERVICIO	81
8.6.1 Capacidad de la vía	81
8.6.2 Nivel de servicio	86
9. RESULTADOS	93
9.1 CARRERA 11 ENTRE CALLES 26 A 31	93
9.1.1 Inventario vial y de Urbanismo	93
9.1.1.1 Pavimento rígido Calles 26-31	93
9.1.2 Aforo	94
9.1.2.1 Composición del tránsito	94



	pág.
9.1.3 Estacionamiento	94
9.1.4 Número de parada de buses por hora	94
9.1.5 Capacidad y nivel de servicio	95
9.1.6 Andenes	96
9.2 CARRERA 12 ENTRE CALLES 24 A 40	97
9.2.1 Inventario vial y de urbanismo	97
9.2.1.1 Pavimento flexible Calles 24 a 26	97
9.2.1.2 Pavimento rígido Calles 27 a 40	98
9.2.1.3 Resumen de la Carrera 12 entre Calles 24 a 40	98
9.2.2 Andenes	99
9.2.3 Aforo	100
9.2.3.1 Composición del tránsito	100
9.2.4 Estacionamiento	100
9.2.5 Capacidad y nivel de servicio	100
10. ANALISIS DE RESULTADOS	101
10.1 CARRERA 11 CON CALLES 26 A 31	101
10.2 CARRERA 12 ENTRE CALLES 24 A 40	103
11. PROPUESTA DE MEJORA DE CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO	106
11.1 RECOMENDACIONES A ORGANISMOS PÚBLICOS Y PRIVADOS	106
11.2 RECOMENDACIONES TECNICAS	110
11.2.1 Dimensiones de los vehículos	111
11.3 CARRERA 11 ENTRE CALLES 26 A 31	111
11.3.1 Análisis de las propuestas de mejoras	112
11.4 CARRERA 12 ENTRE CALLES 24 A 40	113
11.4.1 Análisis de las propuestas de mejoras	114

	pág.
12. CONCLUSIONES	116
BIBLIOGRAFIA	118
ANEXOS	120

## LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Rangos de la calificación del PCI	40
Tabla 2. Formato diligenciado	61
Tabla 3. Cuadro resumen de daños por severidades	65
Tabla 4. Cuadro resumen según área de severidad baja	67
Tabla 5. Cuadro resumen según área de severidad media	67
Tabla 6. Cuadro resumen según área de severidad alta	68
Tabla 7. Cuadro resumen de patologías según severidad baja	68
Tabla 8. Cuadro resumen de patologías según severidad media	69
Tabla 9. Cuadro resumen de patologías según severidad alta	69
Tabla 10. Formato registro de andenes	70
Tabla 11. Formato señalización vial	71
Tabla 12. Tránsito promedio diario Carrera 11	75
Tabla 13. Tránsito promedio diario Carrera 12	77
Tabla 14. Formato estacionamiento Carrera 11	79
Tabla 15. Formato estacionamiento Carrera 12	79
Tabla 16. Factores de corrección a la capacidad por pendiente ( $F_{pe}$ )*	83
Tabla 17. Factores de corrección a la capacidad por distribución por sentidos ( $F_d$ )*	83
Tabla 18. Factores de corrección a la capacidad por efecto combinado del ancho de carril y berma ( $F_{cb}$ )*	84

	pág.
Tabla 19. Factores de corrección a la capacidad por la presencia de vehículos pesados en pendientes ascendientes ( $F_p$ )*	84
Tabla 20. Estacionamiento	85
Tabla 21. Paradas de Autobus	85
Tabla 22. Zona Urbana	86
Tabla 23. Factores de pico horario basados en periodos de cinco Minutos suponiendo llegadas de vehículos aleatorias (FPH)*	86
Tabla 24. Velocidad media ideal de automóviles a flujo libre en pendientes ascendientes ( $V_i$ )*	88
Tabla 25. Factores de corrección al nivel de servicio por el efecto de la utilización de la capacidad ( $F_u$ )	89
Tabla 26. Factores de corrección al nivel de servicio por el estado de la superficie de la rodadura ( $F_{sr}$ )*	89
Tabla 27. Factores de corrección al nivel de servicio por efecto combinado de ancho de carril y berma ( $f_{cb}$ )*	89
Tabla 28. Factores de corrección al nivel de servicio por la presencia de vehículos pesados en pendientes ascendientes ( $F_{p1}$ )*	90
Tabla 29. Factores de corrección por la presencia de vehículos pesados ( $f_{p2}$ )	91
Tabla 30. Velocidades en km/h que determinan los niveles de servicio por tipo de terreno*	91
Tabla 31. Análisis de capacidad y nivel de servicio	92
Tabla 32. Análisis de capacidad y nivel de servicio Carrera 11 entre calles 26-31	95
Tabla 33. Formato inventario andén Carrera 11	96

	pág.
Tabla 34. Formato inventario andén Carrera 12	99
Tabla 35. Resultado de análisis Carrera 12	100
Tabla 36. Dimensiones principales de los vehículos de diseño	111
Tabla 37. Tabla de cálculo para determinar la capacidad y nivel de servicio de la vía Carrera 11	112
Tabla 38. Tabla de cálculo para determinar la capacidad y nivel de servicio de la vía Carrera 12	115

## LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Deterioro de la vía	20
Figura 2. Ocupación de la vía	21
Figura 3. Antiguo pavimento romano	25
Figura 4. Estructura del pavimento actual	25
Figura 5. Localización de las vías	26
Figura 6. Grietas	33
Figura 7. Deterioro de junta	33
Figura 8. Deterioro superficial	34
Figura 9. Fisuras	35
Figura 10. Deformaciones	36
Figura 11. Daños superficiales	37
Figura 12. Nivel de servicio A	46
Figura 13. Nivel de servicio B	47
Figura 14. Nivel de servicio C	48
Figura 15. Nivel de servicio D	49
Figura 16. Nivel de servicio E	50
Figura 17. Nivel de servicio F	51
Figura 18. Andén	54
Figura 19. Formato registro de daños	57
Figura 20. Formato de levantamiento de pavimento rígido	60
Figura 21. Grieta en bloque	62
Figura 22. Grieta longitudinal	63
Figura 23. Pulimento	63

	pág.
Figura 24. Parche asfáltico	64
Figura 25. Carrera 11 con Calle 30. Punto de conteo	74
Figura 26. Carrera 12 con Calle 34 Estacionamiento	80
Figura 27. Análisis de la Carrera 11	93
Figura 28. Análisis de la Carrera 12	97
Figura 29. Daños en el pavimento rígido.	102
Figura 30. Andenes sin rampa y ancho mínimo.	103
Figura 31. Daños Pavimento Flexible Carrera 12.	104
Figura 32. Andenes sin rampas.	105
Figura 33. Poco amueblamiento urbano	106
Figura 34. Estado de los andenes	107
Figura 35. Ubicación de los postes de alumbrado público	108
Figura 36. Falta de organismos de tránsito	108
Figura 37. Ocupación de los andenes	109
Figura 38. Sección tipo de una vía	110
Figura 39. Guía táctil	111
Figura 40. Par vial	115

## LISTA DE GRÁFICOS

	pág.
Gráfico 1. Criterios de capacidad y niveles de servicio	51
Gráfico 2. Porcentaje de losas afectadas	66
Gráfico 3. Ocurrencia de daños por severidad	70
Gráfico 4. Conteo manual Carrera 11 entre calles 26 a 31	76
Gráfico 5. Conteo manual Carrera 12 entre calles 24 a 40	76
Gráfico 6. Volumen horario Carrera 11	77
Gráfico 7. Volumen horario Carrera 12	78



## **RESUMEN**

Realizar la inspección visual y el análisis de capacidad y niveles de servicio de los tramos viales comprendidos en la Carrera 11 entre calles 31 a 26 y Carrera 12 entre calles 24 a 40 de la ciudad de Pereira

Esta inspección es llevada de acuerdo al Manual de Inspección Visual para Pavimentos Rígidos y Flexibles del Instituto Nacional de Vías INVIAS, así mismo determinar el estado de los andenes, drenajes, ocupación de la vía, dimensiones y señalización tanto horizontal como vertical.

Con el estudio se realiza un balance de la gravedad de los daños y se presenta una solución tanto en la parte técnica de la vía como en la económica mediante un análisis de precios unitarios.

## **ABSTRACT**

Perform visual inspection and analysis of capacity and service levels of road sections included in the Carrera 11 between streets 31-26 and Race 12 between 24-40 streets of the city of Pereira.

This visual inspection will be carried according to the manual visual inspection for rigid and flexible pavements of national roads INVIAS, also determine the status of the walk side, drains, track occupancy, dimensions and both horizontal and vertical signage.

By studying, an assessment of the severity of the damage and a solution is presented both in the technical side of the road as the financial means of an analysis of unit prices.

Palabras claves: Pavimento rígido, Pavimento Flexible, estudio.



## INTRODUCCIÓN

Las vías urbanas y las carreteras de una región o país son un factor muy importante en el desarrollo socioeconómico.

Una administración eficiente de una vía urbana requiere el análisis de varios aspectos, de la aplicación de acciones de conservaciones oportunas y eficaces que permitan por una parte mantener el patrimonio vial invertido, impidiendo un deterioro no controlado del pavimento. Toda obra de conservación, especialmente cuando se trata de rehabilitaciones mayores, produce importantes inconvenientes operacionales y de seguridad a los usuarios, así como impactos negativos al comercio, servicios, etc.

Para determinar el momento justo para realizar una intervención vial se debe ejecutar una valoración de estado de un pavimento, esto permite caracterizar las variables que establecen la condición funcional y estructural de un pavimento. La condición funcional puede determinarse a través de las medidas del confort en la conducción o el nivel de servicio de una vía. El valor de seguridad, puede calcularse con base en la ocupación de la vía, señales de tránsito acertadas y una geometría de vía uniforme. La condición estructural presenta una influencia en la condición funcional. En estos casos, los daños superficiales constituyen en síntomas de fallas de un pavimento.

Un examen o una inspección visual, es una técnica que permite identificar, caracterizar y recopilar las patologías superficiales de un pavimento rígido o flexible, con el fin de diagnosticar una vía urbana, para dar solución asertiva a las dificultades presentadas.

## **1. JUSTIFICACIÓN**

El presente documento desea ofrecer a futuros estudiantes una bibliografía de consulta sobre el uso de criterios de la ingeniería de tránsito para plantear soluciones para mejorar la movilidad de un tramo vial.

Además, se busca presentar una metodología simple para el cálculo de capacidad y niveles de servicio de una vía urbana.

También, se resalta que el tramo seleccionado está conformado por las carreras 12 y 11 de la ciudad de Pereira. Por ese motivo se resaltar la importancia que tienen estas vías arterias secundarias paralelas a la Avenida 30 de Agosto que maneja un flujo de vehículos importantes y que conecta con la vía que comunica con el municipio de Marsella y el sector de Combia.

## 2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En los tramos viales carrera 11 entre las calles 31 a 26 y en la carrera 12 entre las calles 24-40 de la ciudad de Pereira se presenta un gran deterioro físico en el pavimento como lo muestra la Figura 1.

**Figura 1. Deterioro de la vía – Cra 12 con calle 25**



Fuente: Autores de la investigación

Por falta de control de parte del Instituto Municipal de Tránsito de la ciudad, estos tramos se han convertido en parqueaderos públicos, ocasionando obstrucción vehicular y afectando el tráfico en horas pico originando embotellamientos; logrando así un recorrido poco fluido y agobiante para el conductor.

**Figura 2. Ocupación de la vía – Cra 12 con calle 27**



Fuente: Autores de la investigación

### **3. OBJETIVO DEL PROYECTO**

#### **3.1 OBJETIVO GENERAL**

Realizar un estudio detallado técnico y descriptivo a los tramos viales de la carrera 11 entre calles 26 a 31 y la carrera 12 entre calles 24 a 40 de la ciudad de Pereira.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Realizar una inspección de acuerdo al manual visual para pavimentos de INVIAS.
- Evaluar los daños existentes en los tramos de vías.
- Realizar aforos vehiculares en los tramos correspondientes.
- Realizar un inventario de las señales tanto verticales y horizontales para determinar las medidas correctivas.
- Determinar ubicación de riesgos para tener un mapa de riesgos de la zona en estudio.
- Presentar soluciones que mitiguen el impacto negativo que provoca la actual situación de la zona en estudio.
- Realizar análisis de capacidad y niveles de servicio de la vía.
- realizar presupuesto de obra.

## 4. HISTORIA DE LOS PAVIMENTOS

“La piedra fue uno de los primeros materiales que utilizó el hombre, ya que ésta servía de materia prima para la construcción de diferentes objetos”.

Se estima que fue en el 3000 a.C. que el Imperio Hilita (en la península de Anatonía) construyó los primeros caminos a suelo firme. Otro antecedente destacado son los caminos que realizaron los esclavos egipcios alrededor de las pirámides.

Las órdenes religiosas que florecen en Europa durante la Edad Media fomentan la construcción de caminos para los peregrinajes, en poblados de Francia, Italia y España.

A mediados del siglo XVIII se desarrolla el uso de la cal en países como Inglaterra, a través del trabajo de hombres como el ingeniero John Smeaton; constructor del Faro de Eddystone, Smeaton fue uno de los responsables del cambio vial en la ciudad británica.

Durante el siglo XIX, Inglaterra fue pionera en implementar leyes de pavimentación, con la creación del Comisionado de Pavimentación, dependiente del Parlamento del Reino Unido. Su tarea se remitía al cuidado y mejora de la red vial.

La Europa del siglo XIX se caracteriza por un desarrollo en la construcción de caminos pavimentados. En pueblos como Tressaget (en Francia) se observaron los primeros caminos realizados a base de piedras de gran tamaño.

Con la llegada de la Era Industrial se explora con mayor cuidado la realización de rutas de pavimento, utilizando piedras más pequeñas (adoquines). La aparición del automóvil fomenta la diagramación de caminos más extensos, aptos para el traslado de vehículos de peso.

El alquitrán se incorpora al pavimentado de calles de Londres y Madrid. Pero los grandes avances en la materia se dan en los Estados Unidos, a través de



la fabricación de nuevas capas asfálticas, que permiten una mayor flexibilidad en el desplazamiento de los autos.

El uso de los pavimentos rígidos se dio en Estados Unidos, debido a la necesidad del país del Norte de caminos y rutas transitables para el transporte masivo. El crecimiento demográfico experimentado durante el siglo XIX procuraba nuevas vías de transporte.

A partir de 1905 comienza a utilizarse el concreto como material para la construcción de las carreteras, dando lugar al proyecto de obras públicas más importante de la historia: el sistema inter-estatal de carreteras, con una longitud de casi 28.000 km.

Este sistema de transporte comunica todas las grandes ciudades del país. Fue creado en 1956, gracias a la colaboración del gobierno de Dwight Eisenhower, tras quince años de trabajos de construcción.

El desarrollo del petróleo fomenta la utilización de betunes asfálticos para la fabricación de carreteras viales y pistas de aterrizaje.

A partir del siglo XX, la aviación se desarrolla a gran velocidad, por lo que es necesaria la construcción de pistas que soporten el peso de las aeronaves. El primer aeropuerto se construye en Amsterdam (Holanda) en 1912.

A partir de la década del '30, el auge de la aviación comercial hace necesaria la construcción de pistas de concreto en los aeropuertos. La llegada de la Segunda Guerra Mundial expandió la cantidad de pistas de aterrizaje en zonas europeas, ante la urgencia de las estrategias militares.

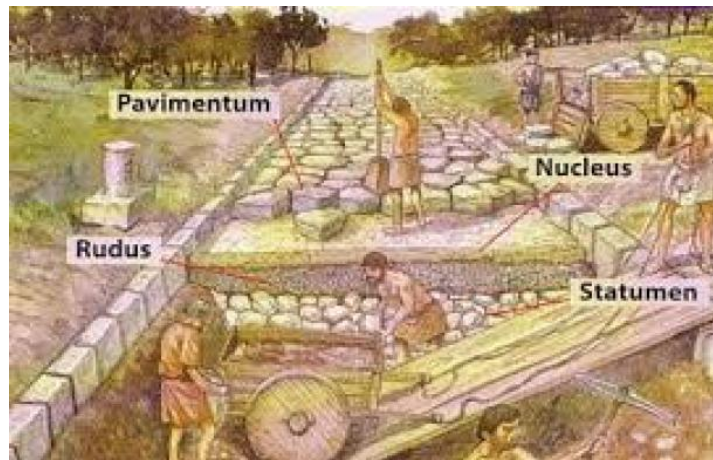
El fin del siglo XX encuentra nuevas técnicas en el desarrollo de nuevas carreteras, que mejoran la adherencia y la capacidad de drenaje ante situaciones climáticas adversas<sup>1</sup>.”

---

<sup>1</sup> ARKIPLUS. Historia del pavimento. [en línea]. Disponible en < <http://www.arkiplus.com/historia-del-pavimento>>

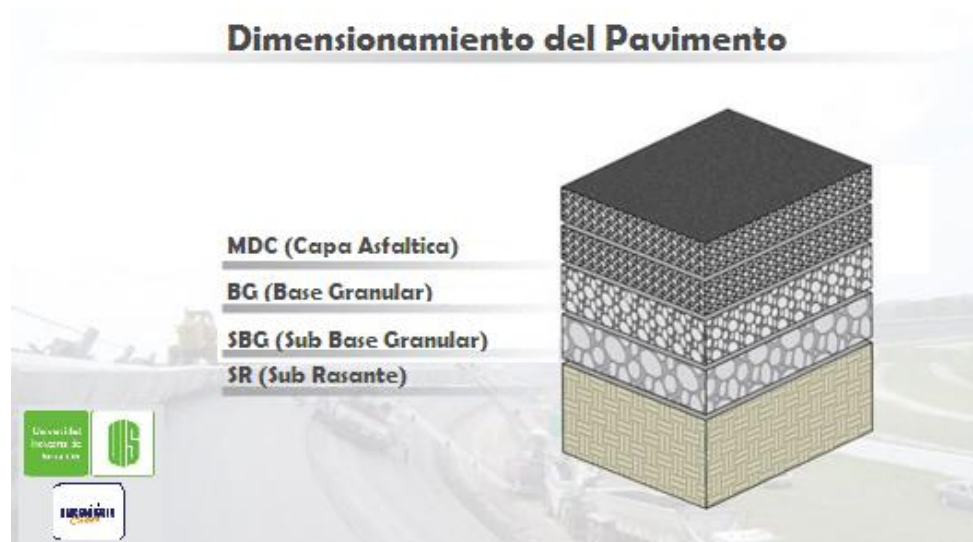
- **DIFERENCIAS ENTRE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO ANTIGUO Y ACTUAL.**

**Figura 3. Antiguo pavimento romano.**



Fuente: <http://img.vavel.com/carretera-6665380601.png>

**Figura 4. Estructura del pavimento actual.**



Fuente: [http://1.bp.blogspot.com/-gMTR4\\_9ojiU/TdNpCjBjyvI/AAAAAAAAABY/ITxoDV9QFWo/s1600/Dimensionamiento+del+paviento.png](http://1.bp.blogspot.com/-gMTR4_9ojiU/TdNpCjBjyvI/AAAAAAAAABY/ITxoDV9QFWo/s1600/Dimensionamiento+del+paviento.png)

## 5. MARCO REFERENCIAL

### 5.1 MARCO GEOGRÁFICO

El proyecto de estudio se realiza en la carrera 12 entre calles 24 a 40 y en la carrera 11 entre calles 26 a la 31 de la ciudad de Pereira, la cual se encuentra ubicada en el departamento de Risaralda, Colombia.

Estas vías urbanas son colectoras de la Avenida 30 de Agosto, principal vía de la ciudad. Estas dos rutas presentan un flujo de tráfico alto, tanto público como particular, que empalma con la vía al municipio de Marsella por la carrera 12 y al centro de la ciudad y la Avenida Belalcázar por la carrera 11.

Figura 5. Localización de las vías.



Fuente: Google maps

## **5.2 MARCO LEGAL O NORMATIVO.**

- Ley 388 de 1997 Plan de Ordenamiento Territorial.
- Ley 336 de 1996 Estatuto Nacional de Transporte.
- Ley 769 de 2002 Código Nacional del Tránsito.
- Ley 1383 de 2010 Reforma al Código Nacional del Tránsito.
- Normas APA 2014
- Norma técnica Colombiana NTC 1486.
- Norma técnica Colombiana NTC 5613.
- Norma técnica Colombiana NTC 4744.
- Manual para la inspección visual de pavimento rígido y flexible del instituto nacional de vías (INVIAS).
- Plan de Desarrollo 2012-2015 “Por una Pereira Mejor” mediante el acuerdo No. 20 de 2012.

## **5.3 ESTADO DEL ARTE.**

En la búsqueda de material de consulta sobre el diagnóstico del pavimento y análisis de capacidad y niveles de servicio de la vía es habitual encontrar similitud entre técnicas de recolección de información usadas en diferentes países; además, de que éstas están enfocadas para el uso exclusivo en carreteras.

Los trabajos de diagnóstico en las redes viales se han transformado en un tema de gran interés para los gobernantes y los usuarios de vehículos en las dos últimas décadas, es por eso que se mencionan a continuación los algunos de los métodos más usados en el país para la realización de trabajos de estudios y diseños viales.

### **5.3.1 PCI (Pavement Condition Index).**

El Índice de Condición del Pavimento (PCI, por su sigla en inglés) se constituye en la metodología más completa para la evaluación y calificación objetiva de pavimentos, flexibles y rígidos, dentro de los modelos de Gestión Vial disponibles en la actualidad. La metodología es de fácil implementación y no requiere de

herramientas especializadas más allá de las que constituyen el sistema y las cuales se presentan a continuación. Se presentan la totalidad de los daños incluidos en la formulación original del PCI, pero eventualmente se harán las observaciones de rigor sobre las patologías que no deben ser consideradas debido a su génesis o esencia ajenas a las condiciones locales. El usuario de esta guía estará en capacidad de identificar estos casos con plena comprensión de forma casi inmediata.

### **5.3.2 Manual de inspección visual INVÍAS<sup>2</sup>.**

El presente manual es una recopilación bibliográfica y de la experiencia acumulada en el desarrollo del convenio 587 de 2003, entre la Universidad Nacional de Colombia y el Instituto Nacional de Vías INVÍAS, con respecto a la inspección y al reporte de los daños que pueden encontrar en los pavimentos. Junto a esta recopilación se presenta como anexo, el formato de captura de información en campo para la evaluación de estado de esas obras, así como una serie de formatos diligenciados que pueden ser tomados como ejemplo.

**5.3.3 HCM.** El Highway Capacity Manual (HCM ) es una publicación de la Junta de Investigación del Transporte de la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos . Contiene conceptos, directrices y procedimientos computacionales para el cálculo de la capacidad y calidad de servicio de varias instalaciones de carreteras, incluyendo autopistas, vías arteriales, rotondas, intersecciones señalizadas y no semaforizadas, carreteras rurales, y los efectos del transporte público, peatones y bicicletas en el rendimiento de estos sistemas.

Ha habido cinco ediciones emitidas del manual entre estos años 1950-2010, y dos importantes cambios a la edición HCM 1985, en 1994 y 1997. El HCM ha sido una referencia en todo el mundo para el transporte y de ingeniería de tráfico, académico y profesionales, también ha sido la base de manuales de capacidad específica de varios países

### **5.3.4 Manual de capacidad y niveles de servicio para carreteras de dos carriles del INVÍAS.**

---

<sup>2</sup> INSTITUTO NACIONAL DE VIAS y UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. Estudio e investigación del estado actual de las obras de la red nacional de carreteras. Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles. Bogotá: INVÍAS, 2006. p. 6.

Este manual es el resultado conjunto de personas, instituciones educativas y del gobierno. El contenido ha sido revisado por profesionales del ministerio de obras públicas y transporte, la asociación de ingenieros consultores y la asociación colombiana de ingenieros. Su preparación se ha desarrollado como tema de investigación dentro del programa de maestría en ingeniería de tránsito y transporte en la universidad del Cauca a través del instituto de posgrado a través del instituto en vías e ingeniería civil y con el apoyo del MOPT. Esta publicación responde a la necesidad de que Colombia cuente con un instrumento para evaluar el funcionamiento de las carreteras de dos carriles.

## 5.4 MARCO TEÓRICO

**5.4.1 Pavimento.** Un pavimento es una construcción vial formada por varias capas de materiales previamente seleccionados, que es capaz de resistir las cargas impuestas por el tránsito, así como de la acción del medio ambiente. Además, de transmitir al suelo de apoyo esfuerzos y deformaciones tolerables por éste. Desde el punto de vista estructural, un pavimento transmite de una forma conveniente las cargas hacia el terreno de establecido o de fundación, es decir, sin una rotura de los materiales o deformaciones exageradas para la estructura.

Un pavimento puede definirse también de este modo:

Estructura que aporta una superficie adecuada para operar un vehículo a una velocidad determinada en forma cómoda y segura en cualquier circunstancia (Yang, 1972, p.156); o bien, como lo plantea Celestino Ruiz: Una estructura y como tal capaz de absorber, como energía elástica potencial, el trabajo de deformación impuesto por la carga circulante durante la vida útil (Ruiz, 1964, p. 234).<sup>3</sup>

**5.4.2 Características que debe reunir un pavimento.** Los pavimentos deben tener las siguientes características para poder cumplir adecuadamente sus funciones.

---

<sup>3</sup> MBA LOZANO, Eduardo y TABARES GONZÁLEZ, Ricardo. Diagnóstico de vía existente y diseño del pavimento flexible de la vía nueva mediante parámetros obtenidos del estudio en fase 1 de la vía acceso al barrio Ciudadela del Café – Vía La Badea. Manizales, 2005. Trabajo de grado (Especialización en Vías y Transporte). Universidad Nacional de Colombia. Sede Manizales. Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Departamento de Ingeniería Civil. p. 29.

- Soporte al tránsito.
- Resistir el ataque por viento, radiación solar, agua y garantizar la resistencia a todos los agentes de intemperismo.
- Garantizar la textura adecuada.
- Color adecuado.
- Económico.

Los pavimentos se diseñan y construyen de una manera técnica, con materiales adecuados, para darle al usuario comodidad, seguridad, rapidez, y economía.

Los pavimentos necesitan una estructura para que los esfuerzos generados por el tránsito, se vayan disipando a través de las diferentes capas, y lleguen los esfuerzos admisibles a la capa Sub rasante.

### **5.4.3 Daños en pavimentos.**

Los daños en los pavimentos informan sobre su condición y las causas posibles de la misma. El inventario de los daños de un pavimento representa una información fundamental en el proceso de evaluación del estado del pavimento. Existen múltiples catálogos de daños que presentan metodologías para establecer un diagnóstico sobre la patología de los pavimentos; algunos tienen sistemas de calificación cuantitativa del estado del pavimento permitiendo establecer índices.

Al establecer los tipos de daños se pueden determinar las causas posibles y las soluciones para la condición de deterioro.

Los daños se pueden jerarquizar de acuerdo con la prioridad de la reparación y con su efecto sobre la comodidad y seguridad para el usuario y sobre el estado del pavimento, lo cual permite planificar los recursos y las soluciones.

La información obtenida de los inventarios permite establecer tramos homogéneos de la vía de acuerdo con el estado del pavimento y la solución de construcción, y calcular las cantidades de obra correspondientes a los trabajos de reparación. Los daños tienen causas posibles que deben confirmarse para determinar las reparaciones necesarias.

Para realizar un buen inventario de daños se requiere un catálogo de daños que permita realizar una evaluación del estado del pavimento en forma repetible y reproducible<sup>4</sup>.

#### **5.4.4 Tipos de daños.**

El daño de un pavimento es una condición o un conjunto de condiciones generadas por el tránsito, el medio ambiente, la construcción o los materiales que afectan las características funcionales o estructurales del mismo. Se pueden presentar una causa o una combinación de ellas como origen del daño. La gran mayoría de los daños evolucionan en su nivel de severidad convirtiéndose en otros de mayor importancia para los usuarios o para la estabilidad estructural del pavimento.

La naturaleza del pavimento determina los tipos de daños que se presentan ligados a la estructura o a la funcionalidad.

Se pueden realizar diferentes clasificaciones respecto a los daños según el parámetro u objetivo elegido.

**a.** Una clasificación consiste en dividirlos en funcionales o estructurales. Los primeros son aquellos que afectan la seguridad o comodidad del usuario de la vía y los otros deterioran la capacidad estructural del pavimento.

**b.** Según el origen, causa inicial o principal, se tienen los generados por repetición de las cargas vehiculares (tránsito) y otros producidos por factores ambientales, diseño, construcción o materiales.

**c.** Según la forma o geometría del área deteriorada se pueden clasificar en fisuras o grietas (aisladas o interconectadas) y en deformaciones (transversales o longitudinales).

**d.** Según la capa en la cual se localizan o se inician los daños se presentan daños superficiales, de interface capa granular – capa cementada, capas granulares o sub rasante.

Las fallas o daños se identifican por la apariencia o aspecto del área deteriorada, buscando que el término usado genere una imagen fácilmente

---

<sup>4</sup> PINILLA VALENCIA, Julián Andrés. Auscultación, calificación del estado superficial y evaluación económica de la carretera sector puente de La Libertad – Maltería desde el K0+000 hasta el K6+000 (Código 5006). Manizales, 2007. Trabajo de grado. Universidad Nacional de Colombia. Sede Manizales. p. 8



identificable. En algunos casos se abusa de términos cuyo significado es de aplicación local lo cual dificulta el uso de la información de un inventario de daños. Para obtener una información transportable lo mejor es utilizar un catálogo de daños de amplia difusión, el cual incluya la descripción de cada daño acompañada de fotografías y establezca niveles de severidad y forma de medirlos. Un buen catálogo de daños debe contener un sistema de calificación del estado del pavimento en función del tipo, severidad y magnitud en forma objetiva y no sólo descriptiva o subjetiva.

En la mayoría de los catálogos de daños las áreas deterioradas se agrupan en las siguientes clases de acuerdo con el tipo de pavimento:

- a. Flexibles. Grietas o fisuras, deformaciones longitudinales o transversales, huecos, parches y deficiencias de textura superficial.
- b. Rígidos. Agrietamientos, desniveles, daños de junta y deficiencias de textura superficial.

Para las actividades de gestión de pavimentos es muy importante establecer la extensión y severidad de los daños existentes para determinar las estrategias o medidas correctivas que eliminen la causa o causas que generaron la situación y formular una solución duradera y económica.

El desarrollo e implementación de los sistemas de gestión de pavimentos en los últimos 20 años ha tenido un sustancial crecimiento, en especial un gran progreso en las áreas de identificación e inventario de daños.

En general, hay concordancia en la nomenclatura de los daños utilizada en los manuales para los daños más importantes y las diferencias principales se presentan para los daños particulares que corresponden o describen circunstancias propias de un sistema de pavimento en ambientes y tránsitos especiales. Sin embargo, se debe evitar mezclar información de diferentes manuales en los inventarios porque se puede generar información inadecuada para algunos daños y su severidad<sup>5</sup>.

#### **5.4.5 Daños de pavimentos rígidos.**

**5.4.5.1 Grietas.** “Son fisuras perpendiculares o paralelas a los ejes de las vías que se producen por asentamientos diferenciales, reflexión de fisuras de capas

---

<sup>5</sup> Ibid, p. 9-10.

inferiores o de losas adyacentes, pérdida de soporte por erosión, el espesor de calzada insuficiente o separación de juntas excesivas”<sup>6</sup>.

**Figura 6. Grietas**



Fuente: Manual de inspección visual de pavimento rígido INVIAS

**5.4.5.2 Deterioro de junta**<sup>7</sup>. Desfragmentación localizada en los labios de las juntas o en las fisuras, las causas son la entrada de materiales incompresibles en las juntas y fisuras o el concreto debilitado por falta de compactación, de durabilidad o por aserrado prematuro, además del retiro de los moldes en juntas de construcción e impactos excesivos al momento de retirar las formaletas.

---

<sup>6</sup> INSTITUTO NACIONAL DE VIAS y UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. Estudio e investigación del estado actual de las obras de la red nacional de carreteras. Manual para la inspección visual de pavimentos rígidos. Bogotá: INVIAS, 2006. p. 6.

<sup>7</sup> Ibid, p. 13.

**Figura 7. Deterioro de junta.**



Fuente: Manual de inspección visual de pavimento rígido INVIAS.

**5.4.5.3 Deterioro superficial.** “Descomposición o desintegración de las capas de concreto y su remoción en una cierta área formando una cavidad de bordes irregulares”<sup>8</sup>.

**Figura 8. Deterioro superficial.**



\*NOTA: Fotografía, Tomado de “Catálogo Centroamericano de daños en pavimentos viales”, Consejo de Ministros de Transporte de Centroamérica, Guatemala, 2003

Fuente: Manual de Inspección visual de pavimento rígido INVIAS.

---

<sup>8</sup> Ibid, p. 16.

**5.4.5.4 Otros tipos de daños<sup>9</sup>.** Hundimiento, dislocamiento, fisuras en el bloque, losas subdivididas.

- **Hundimiento:** Depresión o descenso de la superficie del pavimento en un área localizada del mismo.
- **Dislocamiento:** Es una falla provocada por el tránsito en la que una losa de un pavimento a un lado de una junta presenta un desnivel con respecto a una losa vecina.
- **Fisuras en el bloque:** Fractura miento que subdividen generalmente una porción de la losa en planos o bloques pequeños de área inferior a un metro cuadrado.
- **Losas subdivididas:** Movimiento localizado hacia arriba de la superficie de un pavimento en zona de juntas o fisuras, por lo general acompañado de una desfragmentación. (Fuente: manual para la inspección visual de pavimentos rígidos).

#### **5.4.6 Daños en pavimentos flexibles.**

**5.4.6.1 Fisuras.** “Son discontinuidades en la carpeta asfáltica, en la misma dirección del tránsito o transversal a él, existen diferentes tipos de fisuramiento entre los más frecuentes están fisuramientos en las juntas, en los bordes, en bloque, por deslizamiento de capaz y piel de cocodrilo”<sup>10</sup>.

---

<sup>9</sup> Ibid, p. 27.

<sup>10</sup> INSTITUTO NACIONAL DE VIAS INSTITUTO NACIONAL DE VIAS y UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. Estudio e investigación del estado actual de las obras de la red nacional de carreteras. Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles. Op. cit., p. 1.

**Figura 9. Fisuras**



Fuente: Manual de inspección visual de pavimento flexible INVIAS

**5.4.6.2 Deformaciones.** “Las deformaciones en los pavimentos flexibles pueden ser ondulaciones, abultamiento, hundimiento o ahuellamiento”<sup>11</sup>.

**Figura 10. Deformaciones**



Fuente: Manual de Inspección Visual de pavimento flexible INVIAS.

---

<sup>11</sup> Ibid, p. 10.

- **Ondulaciones:** Es un daño caracterizado por ondulaciones en la superficie del pavimento.
- **Abultamientos:** Este deterioro se asocia a los abombamientos o prominencias.
- **Hundimientos:** Son depresiones localizadas en el pavimento con respecto a la rasante.
- **Ahuellamiento:** Son depresiones de la zona localizadas sobre la trayectoria de las llantas de los vehículos. (Fuente: manual para la inspección visual de pavimentos flexibles).

**5.4.6.3 Daños superficiales.** “Corresponde al deterioro del pavimento ocasionado principalmente por acción del tránsito, agentes abrasivos o erosivos”<sup>12</sup>.

**Figura 11. Daños superficiales.**



Fuente: Manual de Inspección visual de pavimento flexible INVIAS

**5.4.6.4 Otros daños**<sup>13</sup>. Separación de la berma, afloramiento de finos, afloramiento de agua, corrimiento vertical de la berma.

---

<sup>12</sup> Ibid., p. 17.

<sup>13</sup> Ibid, p. 21.

- **Separación de la berma:** indica el incremento de la separación de la junta existente entre la calzada y la berma.
- **Afloramiento de finos:** corresponde a la salida de agua infiltrada, junto con materiales finos de la capa de base por las grietas, cuando circulas sobre ella las cargas de tránsito.
- **Afloramiento de agua:** presencia del líquido en la superficie del pavimento en momentos en los cuales no hay agua.
- **Corrimiento vertical de la berma:** Corresponde a una diferencia de elevación entre la calzada y la berma, debido a un desplazamiento de la berma. (Fuente: manual para la inspección visual de pavimentos flexibles).

#### 5.4.7 Tipos de mantenimiento.

**5.4.7.1 Mantenimiento preventivo<sup>14</sup>.** Es un programa estratégico para la conservación de la red vial, proyectada para detener deterioros leves. Además, de retardar fallas progresivas y reducir la cantidad de obras de rehabilitación y reconstrucción.

Este tipo de mantenimiento preventivo es cíclico, debe ser planeado y no produce ninguna mejora en la capacidad portante de los pavimentos, pero si puede ayudar a prolongar su vida útil. Además, de mantener o mejorar el nivel de servicio.

Una vez se haya instalado el pavimento asfáltico este se comienza a degradar y a debilitar ya que la humedad consigue penetrar la capa de asfalto lo cual genera graves daños, como son: desgranamientos, agrietamientos, baches y otros factores de riesgo vial.

El mantenimiento preventivo de los pavimentos debe realizarse de forma periódica en base a un plan previamente establecido. La intención es prever desperfectos y corregirlos para conservar el pavimento en óptimas condiciones.

Los programas de mantenimiento preventivo embellecen y ayudan a la protección del pavimento por una fracción del costo del re encarpelado con asfalto nuevo, esto también permite detectar fallos repetitivos, acrecentar la vida del pavimento asfáltico y reducir los costos de las reparaciones.

---

<sup>14</sup> SANCHEZ SABOGAL, Fernando. Mantenimiento rutinario de vías pavimentadas. [en línea]. Disponible en <<http://caucacolaborativa.gov.co/sites/default/files/MODULO%252017.pdf>>

**5.4.7.2 Mantenimiento rutinario**<sup>15</sup>. Esta modalidad de mantenimiento preventivo consiste en llevar a cabo un conjunto de actividades que se llevan a cabo en la calzada y el entorno de una vía pavimentada, cuando menos una vez al año, para retardar todo lo posible las causas de degradación de las características funcionales o estructurales del pavimento, así como para corregir los impactos negativos del entorno que, sin suponer degradaciones de los elementos de pavimento, también impiden o dificultan la correcta realización de su función.

El mantenimiento rutinario incluye reparaciones menores y localizadas de la superficie; limpieza permanente de la calzada, bermas y drenajes; control de vegetación y la reparación y limpieza de los dispositivos para el control del tránsito. También, incluye la limpieza y reparaciones menores y localizadas de las obras de arte.

Aunque el mantenimiento rutinario se debe realizar durante todo el período de vida del pavimento, constituye prácticamente la única actividad que se ejecuta durante su etapa inicial de servicio.

**5.4.7.3 Mantenimiento correctivo.** Acciones tomadas para corregir problemas o fallas no localizadas en el pavimento, se aplica cuando la malla vial ha fallado y se requiere para corregir fallas estructurales y funcionales o ambas simultáneamente.

#### **5.4.8 Importancia de la clase de daños.**

Como los daños afectan al usuario y a la estructura del pavimento se pueden jerarquizar por su importancia respecto a la prioridad de su reparación (usuario) y su información respecto a la condición estructural del pavimento.

a. Prioridad de la reparación: Huecos, desprendimiento / desintegración, piel de cocodrilo, grietas parabólicas, grietas en bloque, grietas de borde, grietas de reflexión de junta, grietas transversales, grietas longitudinales, desnivel carril - berma, parche, depresión, ondulación, desplazamiento, ahuellamiento, exudación y pulimento de agregados.

---

<sup>15</sup> ALFARO, Grecia y ESPINOSA, Daniela. Tránsito. [en línea]. (2008). Disponible en <<http://transitovehicular.blogspot.com/>>



b. Condición estructural del pavimento: Piel de cocodrilo, ahuellamiento, huecos, parches, grietas en bloque, grietas longitudinales y otros.

Se puede observar que el ahuellamiento, el cual representa el resultado de la repetición de las deformaciones verticales y se usa en algunos métodos de diseño como parámetro de diseño, aparece en los últimos lugares de la lista de los daños que afectan al usuario lo cual manifiesta el concepto de servicio que debe predominar en la operación de las carreteras.

Se consideran como daños causados principalmente por el tránsito: La piel de cocodrilo o grietas de fatiga, parches, pulimento de agregados, huecos, bombeo o expulsión de agua y ahuellamiento.

Sin embargo, debe recordarse que casi nunca se presenta una situación en la cual actúe una sola causa y lo normal es una concurrencia de ellas (clima, tránsito, materiales). En el manual de INVIAS aparecen las grietas en bloque como originadas por el tránsito, en contravía de lo expuesto en el resto de manuales donde corresponden a una situación exclusiva de materiales y medio ambiente<sup>16</sup>.

**5.4.8.1 Pavement condition index (PCI).** “El Índice de Condición del Pavimento (PCI, por su sigla en inglés) se constituye en la metodología más completa para la evaluación y calificación objetiva de pavimentos, flexibles y rígidos, dentro de los modelos de Gestión Vial disponibles en la actualidad”<sup>17</sup>.

El PCI es un índice numérico que varía desde cero (0), para un pavimento fallado o en mal estado, hasta cien (100) para un pavimento en perfecto estado. En el siguiente cuadro se presentan los rangos de PCI con la correspondiente descripción cualitativa de la condición del pavimento.

---

<sup>16</sup> PINILLA VALENCIA, Op. cit., p. 11.

<sup>17</sup> Ibid, p. 21.

**Tabla 1. Rangos de calificación del PCI**

<b>RANGOS DE CALIFICACIÓN DEL PCI</b>	
<b>Rango</b>	<b>Clasificación</b>
100 – 85	Excelente
85 – 70	Muy Bueno
70 – 55	Bueno
55 – 40	Regular
40 – 25	Malo
25 – 10	Muy Malo
10 – 0	Fallado

Fuente: PINILLA VALENCIA, Julián Andrés. Auscultación, calificación del estado superficial y evaluación económica de la carretera sector puente de La Libertad – Maltería desde el K0+000 hasta el K6+000 (Código 5006). p. 21.

El cálculo del PCI se fundamenta en los resultados de un inventario visual de la condición del pavimento en el cual se establecen CLASE, SEVERIDAD y CANTIDAD de cada daño presenta. El PCI se desarrolló para obtener un índice de la integridad estructural del pavimento y de la condición operacional de la superficie. La información de los daños obtenida como parte del inventario ofrece una percepción clara de las causas de los daños y su relación con las cargas o con el clima<sup>18</sup>.

**5.4.8.2 VIZIR.** “Es un sistema de fácil aplicación, que establece una distinción clara entre fallas estructurales y funcionales. El método clasifica los deterioros de los pavimentos asfálticos en dos grandes categorías, A y B, cuya identificación y niveles de gravedad se presentan en las tablas”<sup>19</sup>.

Las degradaciones del Tipo A caracterizan una condición estructural del pavimento. Se trata de degradaciones debidas a insuficiencia en la capacidad estructural de la calzada. Estos daños comprenden las deformaciones y los agrietamientos ligados a la fatiga del pavimento.

Las degradaciones del tipo B, en su mayoría de tipo funcional, dan lugar a reparaciones que generalmente no están ligadas a la capacidad estructural de la calzada. Su origen se encuentra más bien en deficiencias constructivas y condiciones locales particulares que el tránsito ayuda a poner en evidencia<sup>20</sup>.

---

<sup>18</sup> Ibid, p. 21.

<sup>19</sup> Ibid, p. 14.

<sup>20</sup> Ibid, p. 14.

#### 5.4.9 Ingeniería de tránsito.

Después de la aparición del vehículo automóvil, las carreteras se proyectaban teniendo en cuenta únicamente el movimiento de vehículos aislados, debido a que circulaba un número muy bajo de ellos para entonces y bastaba que cada uno pudiera moverse a una velocidad razonable y segura para que la carretera cumpliera con todos sus objetivos. Pero ya hacia 1920 el número de vehículos en circulación era lo suficientemente elevado como para establecer medidas de regulación que evitasen las dificultades de circulación.

El objetivo principal de las medidas fue mejorar la seguridad basándose en su comienzo con la práctica de la policía, pronto fue necesario adoptar medidas más eficientes por lo que 1920 y 1930 en los Estados Unidos nace la *Ingeniería de Tránsito* con el fin de mejorar la explotación de las redes viarias existentes, pocos años después la Ingeniería de Tráfico se introdujo también en el proyecto de nuevos caminos.

Actualmente el incremento en número y velocidad del tráfico motorizado contribuye a satisfacer los deseos y las necesidades de los habitantes de las ciudades, sin detenerse a analizar que ese es también el causante de uno de los aspectos más conflictivos del sistema urbano en función a su sostenibilidad: la contaminación ambiental en sus diferentes formas, la ocupación extensiva del suelo y la seguridad del tráfico.

Se hace necesaria entonces la planeación integral del transporte: integración del transporte y los usos del suelo, la cual debe abordar la relación entre movilidad/accesibilidad y los modelos de crecimiento urbano. Por tanto se ve la necesidad de la realización de estudios, procedimientos de aplicación de las diferentes metodologías y desarrollos en este campo cuyo modelo de crecimiento urbano, se manifiesta en la congestión del tráfico vehicular<sup>21</sup>.

**5.4.9.1 Definiciones.** Para entender el concepto tanto técnico como científico de la Ingeniería de tráfico y transporte tenemos las siguientes definiciones:

- **Transportar:** Llevar una cosa de un lugar a otro. Llevar de una parte a otra por el porte o precio convenido.

---

<sup>21</sup> CUEVA DEL INGENIERO CIVIL. Nacimiento de la Ingeniería de Tráfico. [en línea]. Disponible en <<http://www.cuevadelcivil.com/2011/03/nacimiento-de-la-ingenieria-de-trafico.html>>

- **Transporte o transportación:** Acción o efecto de transportar o transportarse.
- **Transitar:** Ir o pasar de un punto a otro por vías, calles o parajes públicos.
- **Tránsito:** Acción de transitar. Sitio por donde se pasa de un lugar a otro.
- **Tráfico:** Tránsito de personas y circulación de vehículos por calles, carreteras, caminos, etc.
- **Ingeniería de Tráfico:** esta se define como una rama de la ingeniería que trata del planeamiento, el proyecto geométrico y explotación de las redes viarias, instalaciones auxiliares (aparcamientos, terminales, etc.) y zonas de influencia así como de su relación con otros medios de transporte.

El objetivo principal de la Ingeniería de Tráfico es conseguir que la circulación de personas y mercancías sea segura, rápida y económica<sup>22</sup>.

La Ingeniería de Tránsito analiza lo siguiente:

**5.4.9.2 Características del tránsito.** “Se utilizan diversas magnitudes que reúnen las características de los vehículos y usuarios”<sup>23</sup>.

“Estas magnitudes son: la velocidad, el volumen, la densidad, la separación entre vehículos sucesivos, intervalos entre vehículos, tiempos de recorrido y demoras, origen y destino del movimiento, la capacidad de las calles y carreteras, se analizan los accidentes, el funcionamiento de pasos a desnivel, terminales, intersecciones canalizadas, etc”<sup>24</sup>.

Por otro lado se estudia al usuario todas las reacciones para maniobrar el vehículo como ser: rapidez de reacción para frenar, para acelerar, su resistencia al cansancio, etc”<sup>25</sup>

**5.4.9.3 Reglamento del tránsito.**

---

<sup>22</sup> ALFARO, Grecia y ESPINOZA, Daniela. Op. cit.

<sup>23</sup> ZONA INGENIERÍA. Objetivos y alcance de la Ingeniería de Tránsito. [en línea]. (2011). Disponible en <<http://www.entradas.zonaingenieria.com/2011/10/objetivos-y-alcance-de-la-ingenieria-de.html>>

<sup>24</sup> Ibid.

<sup>25</sup> Ibid.

Se debe establecer los reglamentos del tránsito, como ser: la responsabilidad y licencias de los conductores, peso y dimensiones de los vehículos, control de accesorios obligatorios y equipo de iluminación, acústicos y de señalamiento.

También se debe tomar en cuenta la prioridad de paso, tránsito en un sentido, tiempo de estacionamiento, el control policiaco en intersecciones, sanciones relacionadas con accidentes, etc”<sup>26</sup>.

**5.4.9.4 Planificación vial.** “Es necesario analizar y realizar investigaciones para poder adaptar el desarrollo de las calles y carreteras a las necesidades del tránsito, y de esta manera conocer los problemas que se presentan al analizar el crecimiento demográfico, las tendencias del aumento en el número de vehículos y la demanda de movimiento de una zona a otra. Se debe establecer claramente los objetivos concretos y operacionales que se quiere alcanzar”<sup>27</sup>.

#### **5.4.9.5 Solución al problema de tránsito.**

Las soluciones se plantean a partir de un análisis de factores que intervienen en el problema del tránsito, enunciaremos a continuación los factores principales que inciden en el planteamiento de soluciones a los problemas del tránsito:

- **Diferentes tipos de vehículos en la misma vialidad.** Diferentes dimensiones, velocidades y características de aceleración
- **Superposición del tránsito motorizado en facilidades viales.** Pocos cambios en trazo urbano, carreteras que no han evolucionado.
- **Falta de planificación en el tránsito.** Construcción de vías con especificaciones antiguas.
- **El automóvil no considerado como una necesidad pública.** Falta de apreciación de las autoridades y público en general a la importancia del vehículo automotor.
- **Falta de asimilación por parte del gobierno y del usuario.** Legislación y reglamentos no acordes a la evolución del transporte, falta de educación vial.<sup>28</sup>

---

<sup>26</sup> Ibid.

<sup>27</sup> Ibid.

<sup>28</sup> Ibid.

**5.4.9.6 Volúmenes de tránsito<sup>29</sup>.** Los estudios sobre los volúmenes de tránsito en todo el mundo son realizados con el propósito de conseguir información relacionada con el movimiento de vehículos sobre lugares o secciones específicas dentro de un sistema vial, Estos datos de los volúmenes de los tránsito son expresados con respecto al tiempo, y de su conocimiento se hace posible el desarrollo de estimaciones razonables de la calidad de servicio que está prestando a los usuarios en cuanto a todo lo relacionado con el corredor vial objeto de la investigación , y cómo su deterioro influye de forma directa en la vida cotidiana o ya que los vehículos deben transitar a bajas velocidades para evitar el daño progresivo de estos como también para prevenir accidentes dado que la geometría de la vía también amerita tomar precauciones sobre este respecto

La cual se expresa con la siguiente formula

$$Q = \frac{N}{T}$$

Donde las variables serán reemplazadas de la siguiente manera.

Q = Vehículos que pasan por unidad de tiempo (Vehículos / periodo).

N = Número total de vehículos que pasan (vehículos)

T = Período determinado (unidades de tiempo)

Tránsito promedio diario semanal (TPDS)

$$TPDM = \frac{TS}{7}$$

## 5.4.10 Capacidad y Niveles de Servicio

**5.4.10.1 Capacidad de las carreteras<sup>30</sup>.** La capacidad de las carreteras, expresada en términos del máximo número de vehículos que pueden cruzar una sección o tramo dado, es una función de las características geométricas de la

---

<sup>29</sup> CEMEX. Manual de pavimentos. [en línea]. (2010). Disponible en <<http://www.cemexmexico.com/Concretos/files/manualDePavimentos2010.pdf>>. p. 33

<sup>30</sup> PERU. MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES. Plan Intermodal de Transportes del Perú. Metodología para el cálculo de capacidad vial. [en línea]. Disponible en <[http://www.mtc.gob.pe/portal/logypro/plan\\_intermodal/Parte3/Apendice/Ap\\_3.2\\_Metod\\_para\\_calculo\\_de\\_capacidad\\_Vial.pdf](http://www.mtc.gob.pe/portal/logypro/plan_intermodal/Parte3/Apendice/Ap_3.2_Metod_para_calculo_de_capacidad_Vial.pdf)>

carretera, la composición y distribución del tránsito y el entorno de la vía. Las características geométricas y el entorno de la vía forman parte del inventario vial, mientras que las características del tránsito se determinan sobre la base del análisis de la demanda. La estimación de la capacidad vial se realizará de acuerdo a la metodología descrita en el Highway Capacity Manual (HCM), Special Report 209, Third Edition, Transportation Research Board (TRB), 1998.

**5.4.10.2 Nivel de Servicio<sup>31</sup>.** El HCM 2,000 establece seis niveles de servicio LOS (por sus siglas en inglés, level of service), identificados subjetivamente por las letras desde la A hasta la F, donde al nivel de servicio A se logra un flujo vehicular totalmente libre, mientras que al nivel F se alcanza el flujo forzado que refleja condiciones de utilización a plena capacidad de la vía. Conviene aclarar que al hablar de congestión en una carretera no es hablar de paralización de todo el movimiento. El diseñador debe escoger, entre dichos extremos, el nivel de servicio que mejor se adecua a la realidad del proyecto a desarrollar. Como criterio de análisis, se expresa que el flujo vehicular de servicio para diseño debe ser mayor que el flujo de tránsito durante el período de 15 minutos de mayor demanda durante la hora de diseño.

Concepto del nivel de servicio Un nivel de servicio es una designación que describe un rango operativo sobre un tipo particular de una carretera. Las condiciones generales de operación para los niveles de servicio (del A al F), se describen de la siguiente manera:

---

<sup>31</sup> PALMA ALVAREZ, Raúl Ivan. Aplicación del Manual de capacidad de carreteras (HCM) versión 2000, para la evaluación del nivel de servicio de carreteras de dos carriles. Guatemala, 2006. Trabajo de Grado. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Civil.

### 5.4.10.3 Niveles de Servicio

- **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. Poseen 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”<sup>32</sup>.

**Figura 12. Nivel de servicio A.**



Fuente: <https://www.google.com.co/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=images&cd=&cad=rja&uact=8&ved=&url=http%3A%2F%2Fes.slideshare.net%2Falarconbermudez%2Fcapacidad-vial-1&ei=D4r7VKbXKYarNpLKg9gB&bvm=bv.87611401,d.eXY&psig=AFQjCNHqY0y1>

---

<sup>32</sup> NARANJO HERRERA, Víctor Hugo. Análisis de la capacidad y nivel de servicio de las vías principales y secundarias de acceso a la ciudad de Manizales. Manizales, 2008. Trabajo de Grado. (Especialización en vías y Transporte). Universidad Nacional de Colombia. Sede Manizales. Facultad de Ingeniería y Arquitectura.



- **Nivel de Servicio B.** Esta aun 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 maniobrar. El Nivel de comodidad y conveniencia comienza a influir en el comportamiento individual de cada uno”<sup>33</sup>.

**Figura 13. Nivel de servicio B**



Fuente: ROMERO MARTINEZ, Evelin. Ingeniería de tránsito para la estimación de la oferta y la demanda de estacionamientos.

- **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 los 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”<sup>34</sup>

---

<sup>33</sup> Ibid.

<sup>34</sup> Ibid.

**Figura 14. Nivel de servicio C**



Fuente: ROMERO MARTINEZ, Evelin. Ingeniería de tránsito para la estimación de la oferta y la demanda de estacionamientos.

- **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<sup>35</sup>.

**Figura 15. Nivel de servicio D**



Fuente: ROMERO MARTINEZ, Evelin. Ingeniería de tránsito para la estimación de la oferta y la demanda de estacionamientos.

---

<sup>35</sup> Ibid.

- **Nivel de Servicio E.**

El funcionamiento en este nivel se encuentra en él, o cerca del, límite de su Capacidad. La velocidad de todos se reduce a un valor muy bajo, bastante uniforme. La libertad de maniobra para circular en la vía es extremadamente difícil. Los Niveles de comodidad y conveniencia son enormemente bajos, siendo muy elevada la frustración de los conductores que se encuentran en la vía. La circulación es normalmente inestable, debido a que los pequeños aumentos del flujo o ligeras perturbaciones del tránsito producen colapsos<sup>36</sup>.

**Figura 16. Nivel de servicio E**



Fuente: ROMERO MARTINEZ, Evelin. Ingeniería de tránsito para la estimación de la oferta y la demanda de estacionamientos.

- **Nivel de Servicio F.** Representa condiciones de flujo forzado. Esta situación se produce cuando la cantidad de tránsito que se acerca a un punto, 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”<sup>37</sup>.

---

<sup>36</sup> Ibid.

<sup>37</sup> Ibid.

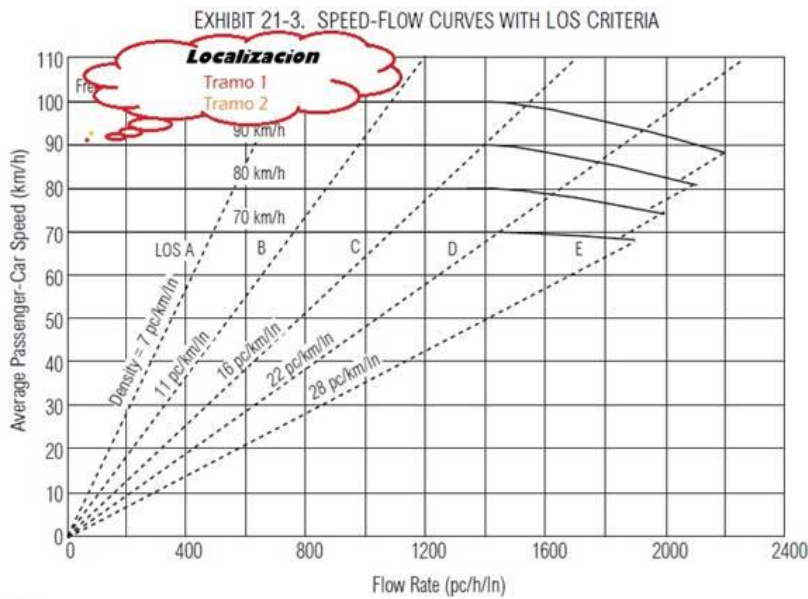
**Figura 17. Nivel de servicio F**



Fuente: ROMERO MARTINEZ, Evelin. Ingeniería de tránsito para la estimación de la oferta y la demanda de estacionamientos.

**Gráfico 1. Criterios de Capacidad y Niveles de Servicio**

Método gráfico está basado en el diagrama de velocidad - intensidad – densidad utilizado para determinar el nivel de servicio de una vía.



Fuente:<http://biblioteca.mti.gob.ni:8080/docushare/dsweb/GetRendition/DocumentosTecnicos-258/html>

## 5.4.11 Factores que afectan a la capacidad y a los niveles de servicio

**5.4.11.1 Condiciones ideales**<sup>38</sup>. Muchos de los procedimientos utilizados proporcionan unas formulaciones sencillas para un conjunto de condiciones definidas como estándar (ideales), que deben corregirse para tener en cuenta las condiciones prevalecientes que no coincidan con ella. En principio, una condición es ideal cuando su mejora no produce un incremento en la capacidad. En estas condiciones se presume buen clima, pavimento en buen estado, usuarios “racionales” y la inexistencia de incidentes que obstruyan el flujo.

Las siguientes son las condiciones ideales para infraestructuras de flujo ininterrumpido:

- Repartición del tránsito por igual en ambos sentidos
- Carriles de no menos de 3.65 m
- Una distancia (bermas) de 1.8 m entre el borde de la calzada exterior y los obstáculos u objetos adyacentes a la vía o separador.
- Velocidad de proyecto de 100 k/h para vías de 2 carriles y de 110 k/h para vías multicarril y autopista .
- Flujo constituido únicamente por vehículos ligeros.
- Ausencia de vehículos pesados.
- Superficie de rodadura en condiciones óptimas
- Visibilidad adecuada para adelantar. Señalización horizontal y vertical óptima.
- Terreno llano y rasante horizontal.

En la mayoría de los análisis las condiciones existentes difieren de las condiciones ideales, por lo cual se deben incluir correcciones que reflejen la inexistencia de las condiciones ideales.

---

<sup>38</sup> CERQUERA ESCOBAR, Flor Angela. Capacidad y Niveles de Servicio de la Infraestructura Vial. Tunja: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Escuela de Ingeniería de Transporte y Vías. 2007

**5.4.11.2 Condiciones de la vía o la infraestructura<sup>39</sup>.** Las condiciones que afectan a la vía comprenden las condiciones geométricas y los elementos del proyecto. Estos factores son los siguientes:

- El tipo de vía y el medio urbanístico en que está inmersa.
- La anchura de carril.
- El ancho de las bermas y los despejes laterales.
- La velocidad de proyecto.
- El alineamiento horizontal y el alineamiento vertical.
- La disponibilidad de espacio para esperar en cola en las intersecciones

**5.4.11.3 Condiciones del tránsito<sup>40</sup>.** Las condiciones del tránsito que influencia la capacidad y los niveles de servicio son el tipo de vehículo y las distribuciones de los vehículos entre carriles.

Se definen como vehículos pesados aquellos que tienen más de cuatro ruedas sobre el pavimento. Se agrupan en tres categorías: camiones, vehículos recreaciones y autobuses.

Además de la composición vehicular, se tiene en cuenta el reparto por sentidos de circulación, que es especialmente crucial en vías de dos carriles, donde las condiciones ideales se producen cuando la distribución es 50/50 (50% en cada sentido). La distribución entre carriles y entre calzadas en estructuras multicarril y autopistas es importante, ya que en estos casos el análisis se hace en forma independiente para cada sentido de circulación.

**5.4.11.4 Condiciones de control<sup>41</sup>.** En vías para circulación continuas el control y normas que afectan significativamente la capacidad y los niveles de servicio, como la justificación de estacionar las restricciones para el rebase, la prohibición de giros, los sentidos de circulación permitidos.

---

<sup>39</sup> Ibid.

<sup>40</sup> Ibid.

<sup>41</sup> Ibid.

**5.4.12 Infraestructura urbana<sup>42</sup>.** Son áreas peatonales que están destinadas para la libre movilización de los ciudadanos. En el diseño, los andenes deberán ser continuos y a nivel, sin generar ningún obstáculo con los predios colindantes a ellos y siempre tratados con materiales duros y antideslizantes, garantizando los desplazamientos de personas con algún tipo de limitación.

**Figura 18. Andén**



Fuente: [http://www.idu.gov.co/web/guest/espacio\\_andenes](http://www.idu.gov.co/web/guest/espacio_andenes).

## **6. MARCO METODOLÓGICO.**

Con el fin de alcanzar los objetivos anteriormente citados se propone un método que consiste en implementar un sistema para el análisis de capacidad y nivel de servicio en vías urbanas. Se recolecta los datos por medio de visitas de campo, registro fotográfico, aforos vehiculares y mediciones sobre el estado del pavimento según los Manuales de inspección visual del Instituto Nacional de Vías, y se emplea como insumo las formulas del manual de capacidad y niveles de servicio para carreteras de dos carriles, INVIAS, y el manual de carreteras de Luis Bañón Blázquez.

---

<sup>42</sup> INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO. Guía práctica de la movilidad peatonal urbana. [en línea]. Disponible en <[http://app.idu.gov.co/otros\\_serv/Download/2008/guia\\_de\\_movilidad\\_peatonal.pdf](http://app.idu.gov.co/otros_serv/Download/2008/guia_de_movilidad_peatonal.pdf)>

## **6.1 FASE PRELIMINAR**

- Fundamentos teóricos y técnicos sobre pavimentos y tránsito y movilidad.

### **6.1.1 Fase 1.**

- Recolección de información en campo: inspección sobre el estado del pavimento y de los andenes, aforos vehiculares, tomas de muestras de velocidades, inventario de señales de tránsito y análisis urbanístico.

### **6.1.2 Fase 2**

- Informes detallados sobre los datos obtenidos en campo.
- Combinación, manual de capacidad y niveles de servicio para carreteras de dos carriles, INVIAS, y el manual de carreteras de Luis Bañón Blázquez.
- Análisis de resultados sobre la movilidad en las vías de estudio.
- Planos de mejoramiento de la vía.

### **6.1.3 Fase 3**

- Conclusiones y recomendaciones.
- Realización de informe final técnico, económico y descriptivo.
- 

## **7. INVENTARIO VIAL Y DE URBANISMO**

### **7.1 DETERMINACIÓN DEL DAÑO.**

**7.1.1 Manual para la inspección visual de pavimentos.** El manual de inspección vial para pavimentos rígidos y flexibles del INVIAS, tiene una serie de prácticas herramientas que se tienen para ser empleadas por el ingeniero, esto con el fin de obtener un informe de los daños hallados durante una inspección visual, que permite identificar el tipo del daño, la magnitud y severidad de los mismos, así como la localización y los sectores en la red vial que se encuentren más afectados.





Se describe a continuación la metodología para tramitar el formato del manual de inspección de vías. La información debe ser diligenciada en la **primera página** del formato subdividido en 5 secciones.

**7.3.1 Sección 1. Información general de la vía.** En este espacio se realiza la captura de información general acerca de la vía en estudio, nombre de la territorial a la cual pertenece, código y nombre de vía.

**7.3.2 Sección 2. Deterioros.** En esta casilla se lleva a cabo un registro de ubicación y de las características de los averías encontradas en los pavimento. Se debe insistir que en este formato solo se debe consignar la información de los daños que presentan las placas.

**7.3.2.1 Primera columna abscisa.** Se registra empezando con el PR inicial por cada calle y continuando el registro de calle en calle. Se recomienda empezar en la parte inferior del formato y avanzar en el abscisado hacia la parte superior.

**7.3.2.2 Segunda columna. Número de placa.** En esta columna del formato se debe hacer referencia a la losa estimada y está misma está compuesta por dos casillas: una letra y un número, este último hace referencia al número asignado a la losa que presenta el daño a lo largo del abscisado, mientras que la letra se encuentra relacionada con la cantidad de las filas de las losas que se encuentran en el ancho de la calzada.

A1: Carril izquierdo Primera fila de losas evaluada.

B1: Carril derecho Primera fila de losas evaluada.

A2: Carril izquierdo Segunda Fila de losas evaluada.

B2: Carril derecho Segunda fila de losas evaluadas.

**7.3.2.3 Tercera columna. Dimisiones de la losa.** En esta casilla se registra la geometría de la losa, se coloca el largo medido en metros en el sentido de avance de la abscisa y el ancho en sentido transversal de la vía.

**7.3.2.4 Cuarta columna. Tipo de patología.** En esta casilla se registra la patología de acuerdo a las convenciones establecidas previamente.

**7.3.2.5 Quinta columna. Severidad.** En esta columna se le hace referencia a la severidad de los deterioros.

**7.3.2.6 Sexta columna. Daño (Largo-Ancho).** Es esta casilla se lleva a cabo el reporte de las dimensiones en metros de acuerdo con su forma de medición.

**7.3.2.7 Séptima columna. Reparación (Largo – Ancho).** Es necesario que el encargado de la inspección determine en campo el área a ser intervenida.

**7.3.2.8 Octava columna. El registro fotográfico.** Registro fotográfico de los deterioros encontrados sirve como soporte para corroborar el daño.

**7.3.3 Sección 3. Aclaraciones.** Esta sección en el formato se deben registrar todos los detalles adicionales que se hallan durante la inspección de cada una de las losa.

**7.3.4 Sección 4. Observaciones.** Se ha dispuesto de un campo para comentarios en el que se logra registrar cualquier dato adicional que el director de la obra piense que es importante.

**7.3.5 Sección 5. Geometría de la vía.** En esta parte del formato, se registra información acerca de las características geométricas de la vía, tal como:

- Numero de calzadas.
- Número de carriles por calzada.
- PR inicial de la vía.
- PR final de la vía.
- Ancho de berma.
- Espesor de losa.

La información contenida en la **segunda página** del formato, busca apoyar la labor de la persona a cargo de la auscultación. En esta página se presenta de manera resumida los deterioros del pavimento rígido. Así mismo, se encuentran los daños agrupados por clase y con la convención correspondiente, con un breve resumen de las severidades.

Figura 20. Formato de levantamiento de pavimento rígido

Figura 25. Segunda página del formato para el levantamiento de pavimento rígido.

No.	Tipo de Daño (unidad de medida)	Símbolo	Severidad		
			Baja (B)	Media (M)	Alta (A)
<b>GRIETAS Y AGRIETAMIENTOS</b>					
1.	Grietas longitudinales (m)	GL	a<3mm	3 - 10mm	>10mm
2.	Grietas transversales (m)	GT	a<3mm	3 - 10mm	>10mm
3.	Grietas de esquina (m)	GE	a<3mm	3 - 10mm	>10mm
4.	Grietas en los extremos de los pasadores (m)	GP	a<3mm	3 - 10mm	>10mm
5.	Grietas en bloque o múltiples (m2)	GB	Siempre altas		
6.	Grietas en pozos y sumideros (m2)	GA	<3mm	3 - 10mm	>10mm
<b>JUNTAS</b>					
7.	Separación de juntas (m)	SJ	<3 mm	3 - 25 mm	>25mm
8.	Deficiencias de sellado (m)	DST, DSL	L < 0.5m	0.5 - 2.0 m	> 2.0m
<b>DETERIORO SUPERFICIAL</b>					
9.	Desportillamiento (m)	DPT, DPL	a <5 cm	5 - 15 cm	>15cm
10.	Descascaramientos (m2)	DE	Sin severidad		
11.	Pulimento (m2)	PU	Fácilmente perceptible	El área pulimentada tiene un acabado mate	Apariencia de espejo
12.	Desintegración (m2)	DI	Sin severidad		
13.	Cabezas duras (m2)	CD	Sin severidad		
14.	Escalonamiento de juntas (unidad)	EJ	h < 6 mm	6 - 13 mm	>13mm
15.	Levantamiento localizado (m)	LET, LEL	h <5mm	5 - 10mm	>10mm
16.	Parches (m2)	PCHA, PCHC	bueno	Daños leves y medios, asent<5mm	Daños severos, asent>5mm
17.	Hundimientos o asentamientos (unidad)	HU	No genera molestia (o rebote) al conductor.	Genera poca molestia (o rebote) al conductor.	Causa reducción de velocidad.
<b>OTROS DANOS</b>					
18.	Fisuramiento por retracción (tipo malla) (m2)	FR	Sin descascarar	desc < 10%	desc > 10%
19.	Fisuras ligeras de aparición temprana (m2)	FT	Sin descascarar	Con algunas zonas descascaradas	Agrietamiento y descascaramiento
20.	Fisuración por durabilidad (m2)	FD	Sin severidad		
21.	Bombeo (m)	BOT, BOL	El agua es expulsada sin arrastrar finos.	Existe una pequeña cantidad del material bombeado en las juntas.	Existe una gran cantidad de material bombeado sobre el pavimento.
22.	Ondulaciones (m2)	ON	Genera un rebote leve al vehículo.	Genera rebote al vehículo con algo de incomodidad.	Genera un rebote excesivo al vehículo, requiere reducir velocidad.
<b>DANOS EN BERMAS</b>					
23.	Descenso de la berma (m)	DB	h<10mm	10 - 30mm	>30mm
24.	Separación entre berma y pavimento (m)	SB	Abertura < 3mm.	Entre 3mm y 10mm.	> 10mm.

Fuente Manual de inspección visual de vías de pavimento rígido. INVIAS.

**Tabla 2. Ejemplo de Formato diligenciado.**

Se relaciona un ejemplo del cómo se diligencia el formato del manual de inspección de vías y aplicado para las vías urbanas.

FORMATO PARA LA INSPECCIÓN VISUAL DEL PAVIMENTO RIGIDO MANUAL INVIAS PARA LA INSPECCIÓN VISUAL DEL PAVIMENTO RIGIDO												
Localización		Datos de la Calle										
Departamento:	Risaralda	Calle:	96									
Municipio:	Periure	Longitud (m):	79.9									
Dirección de la Vía:	Carretera 12 entre calle 40-24	# Losas:	40									
		# Losas afectadas:	35									
Abscisa	No Placa		Dimensiones de losa		Tipo de Deterioro						Aclaraciones	
	#	Letra	Largo	Ancho	Tipo	Severidad	Daño		Reparación			Foto Anexa
PR O-740.05	1	a	4	3	GB	ALTA	4	3	4	3		POZO DE INSPECCION
	1	b	4	3	PU	BAJA	4	3	4	3		
	2	a	4	3	GB	ALTA	4	3	4	3		
	2	b	4	3	PU	MEDIA	4	3	4	3		
	3	a	4	3	PU	ALTA	4	3	4	3		
	3	b	4	3	PU	MEDIA	4	3	4	3		
	4	a	4	3	PU	MEDIA	4	3	4	3		
	4	b	4	3	PU	ALTA	4	3	4	3		
	5	a	4	3	PU	ALTA	4	3	4	3		
	5	b	4	3	PU	MEDIA	4	3	4	3		
	6	a	4	3	PU	ALTA	4	3	4	3		
	6	b	4	3	GL	ALTA	4	0.016	4	0.6		
	7	a	4	3	PU	ALTA	4	3	4	3		
	7	b	4	3	GB	ALTA	4	3	4	3		
	8	a	4	3	PU	BAJA	4	3	4	3		
	8	b	4	3	PU	BAJA	4	3	4	3		
	9	a	4	3	PU	MEDIA	4	3	4	3		
	9	b	4	3	PU	MEDIA	4	3	4	3		SUMIDERO
	10	a	4	3	GB	ALTA	4	3	4	3		POZO DE INSPECCION
	10	b	4	3	GB	ALTA	4	3	4	3		
	11	a	4	3	GB	ALTA	4	3	4	3		
11	b	4	3	PU	MEDIA	4	3	4	3			
12	a	4	3	GB	ALTA	4	3	4	3			
12	b	4	3	PU	ALTA	4	3	4	3			
13	a	4	3	GB	ALTA	4	3	4	3			
13	b	4	3	PU	MEDIA	4	3	4	3			
14	a	4	3	GB	ALTA	4	3	4	3			
14	b	4	3	GB	ALTA	4	3	4	3			
15	a	4	3								PAVIMENTO EN BUEN ESTADO	
15	b	4	3	GB	ALTA	4	3	4	3			
16	a	4	3								PAVIMENTO EN BUEN ESTADO	
16	b	4	3								PAVIMENTO EN BUEN ESTADO	
17	a	4	3								PAVIMENTO EN BUEN ESTADO	
17	b	4	3	PU	BAJA	4	3	4	3			
18	a	4	3								PAVIMENTO EN BUEN ESTADO	
18	b	4	3	PU	ALTA	4	3	4	3			
19	a	4	3	GB	ALTA	4	3	4	3			
19	b	3.3	3	PU	BAJA	3.3	3	3.3	3			
20	a	3.3	3	GL	ALTA	3.3	0.022	3.3	0.6			
20	b	3.3	3	PU	BAJA	3.3	3	3.3	3			
21	a	3.3	3	GB	ALTA	3.3	3	3.3	3		SUMIDERO	
ESTUDIO DE LA INTERSECCIÓN VIAL												
	Intersección	a	3.3	3	GA	ALTA	3.3	0.05	3.3	0.6		
	Intersección	b	3.3	3	GA	ALTA	3.3	0.05	3.3	0.6		POSIBLE FALLA GEOLÓGICA
PR O-19.95	Intersección	a	3.3	3	PU	ALTA	3.3	3	3.3	3		
	Intersección	b	3.3	3	GA	ALTA	3.3	0.05	3.3	0.6		POSIBLE FALLA GEOLÓGICA
OBSERVACIONES												
La mayoría de las losas fueron reparadas.												
Numero de Calzadas	1	PR Inicial	PR O-740.05	Ancho de bermas	0							
Numero de Carriles por calzada	0	PR Final	PR O-819.35	Espesor de Losa	0.2							

Fuente Autores de la investigación. .

#### 7.4 REGISTRO FOTOGRÁFICO DAÑOS DE PAVIMENTO.

A continuación algunas fotografías para registro de daños en la carrera 12 con calle 32.

**Figura 21. Grieta en bloque.**



Fuente: Autores de la investigación

**Figura 22. Grieta longitudinal.**



Fuente: Autores de la investigación

**Figura 23. Pulimiento**



Fuente: Autores de la investigación

**Figura 24. Parche asfáltico**



Fuente: Autores de la investigación

## **7.5 REPORTE DE DAÑOS**

Realizado el estudio de los tramos viales, se procede a hacer el proceso de la información que se captura en el campo y el análisis de las mismas, con el fin de originar un informe donde se reporten cada uno de los resultados encontrados.

**7.5.1 Análisis y procesamiento de los datos.** De acuerdo con la información contenida en los formatos de campo acerca del pavimento y de las bermas, en primer lugar se calcula el número de placas afectadas y luego se procede a agrupar los daños encontrados por tipo de deterioro, severidad y por tramos de 100m o Cuadras, en una hoja de cálculo, donde se determina los porcentajes de afectación para cada caso, además del porcentaje de afectación general para toda la vía, esto con el fin de establecer los daños más frecuentes, los tramos más afectados y las áreas totales.

**7.5.1.1 Cálculo de afectación por número de losas.** Realizar un hoja de calculo que contenga la siguiente informacion:

1. Calle.
2. Abscisa inicial y final.
3. Total de placas construidas.
4. Número de placas afectadas.
5. Total de placas afectados.
6. Porcentaje de placas afectadas respecto al tramo.
7. Porcentaje de placas afectadas respecto a la totalidad de la via.



**Tabla 3. Cuadro resumen de numero de placas afectadas**

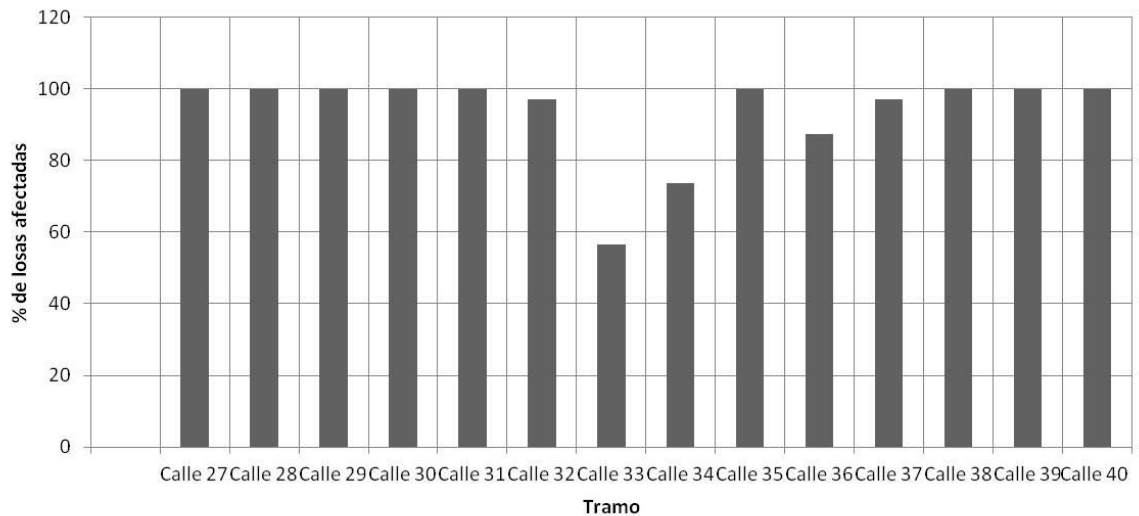
<b>CUADRO RESUMEN DE PLACAS AFECTADAS</b>				
<b>TRAMO</b>	<b>No. PLACAS CONSTRUIDAS</b>	<b>TOTAL PLACAS AFECTADAS</b>	<b>% RESPECTO AL TOTAL DE PLACAS CONSTRUIDAS</b>	<b>% RESPECTO AL TOTAL DE PLACAS EN TRAMO</b>
Calle 27	32	32	6.19	100.00
Calle 28	46	46	8.90	100.00
Calle 29	28	28	5.42	100.00
Calle 30	36	36	6.96	100.00
Calle 31	31	31	6.00	100.00
Calle 32	34	33	6.38	97.06
Calle 33	46	26	5.03	56.52
Calle 34	38	28	5.42	73.68
Calle 35	36	36	6.96	100.00
Calle 36	40	35	6.77	87.50
Calle 37	34	33	6.38	97.06
Calle 38	40	40	7.74	100.00
Calle 39	44	44	8.51	100.00
Calle 40	32	32	6.19	100.00
Total de placas	517	480	92.8	

Fuente: Autores de la investigación.

Nota: Revisar los anexos para ver los cálculos de la tabla.

Esta información permite realizar una gráfica comparativa de daños por tramo, la cual sirve para observar cual es el tramo que presenta mayor afectación.

**Gráfico 2. Porcentaje de placas afectadas.**



Fuente Autores de la investigación.

**7.5.1.2 Cálculo de afectación en función del área dañada.** El área de cada tramo o calle se calcula multiplicando el ancho total de la calzada, sin incluir las bermas por la longitud del tramo. Con relación a esta área se calcula el porcentaje de afectación de cada tramo según su severidad.

- *Nota aclaratoria: Los siguientes cuadros anexos donde se relaciona las severidades en niveles bajo, medios y altos son obtenidos de las áreas afectadas según su patología.*
- **Severidad Baja según patología.**

**Tabla 4. Cuadro resumen según área de severidad baja.**

Tramo	Area Afectada Baja (m2)	% frente al area total de la carrera
Calle 27	171.06	1.32
Calle 28	328.81	2.54
Calle 29	98.64	0.76
Calle 30	360.3	2.79
Calle 31	68.4	0.53
Calle 32	6.7	0.05
Calle 33	0	0.00
Calle 34	183.3	1.42
Calle 35	314.4	2.43
Calle 36	67.8	0.52
Calle 37	148.5	1.15
Calle 38	10.6	0.08
Calle 39	87.325	0.68
Calle 40	48	0.37
<b>TOTAL</b>	<b>1893.84</b>	<b>14.65</b>

Fuente: Autores de la investigación.

- **Severidad Media según patología.**

**Tabla 5. Cuadro resumen según área de severidad media.**

Tramo	Area Afectada Alta (m2)	% frente al area total de la carrera
Calle 27	143.22	1.11
Calle 28	64.25	0.50
Calle 29	97.20	0.75
Calle 30	20.42	0.16
Calle 31	331.6	2.57
Calle 32	49.09	0.38
Calle 33	75.36	0.58
Calle 34	83.58	0.65
Calle 35	10.2	0.08
Calle 36	232.38	1.80
Calle 37	160.2	1.24
Calle 38	792.6	6.13
Calle 39	622.2	4.81
Calle 40	294.6	2.28
<b>TOTAL</b>	<b>2976.90</b>	<b>23.03</b>

Fuente: Autores de la investigación.

## Severidad Alto según patología.

**Tabla 6. Cuadro resumen según área de severidad alta.**

Tramo	Area Afectada Alta (m2)	% frente al area total de la carrera
Calle 27	143.22	1.11
Calle 28	64.25	0.50
Calle 29	97.20	0.75
Calle 30	20.42	0.16
Calle 31	331.6	2.57
Calle 32	49.09	0.38
Calle 33	75.36	0.58
Calle 34	83.58	0.65
Calle 35	10.2	0.08
Calle 36	232.38	1.80
Calle 37	160.2	1.24
Calle 38	792.6	6.13
Calle 39	622.2	4.81
Calle 40	294.6	2.28
<b>TOTAL</b>	<b>2976.90</b>	<b>23.03</b>

Fuente: Autores de la investigación

A continuación se presenta las tablas resumen por calles, se busca conocer los daños predominantes en cada calle en estudio, estas tablas tienen como finalidad generar una gráfica de ocurrencia de daños por severidad. Se muestra como ejemplo los análisis realizados en la carrera 12 con calle 32.

**Tabla 7. Cuadro resumen de patologías según severidad baja**

<b>TABLA RESUMEN DE DETERIOROS SEVERIDAD BAJA</b>			
<b>DETERIORO</b>	<b>NUMERO DE LOSAS AFECTADAS</b>	<b>ÁREA AFECTADA (M2)</b>	<b>% FRENTE AL ÁREA TOTAL DEL TRAMO</b>
GL	4	4.2	0.67
GT	2	1.5	0.24
DPT - DPL	1	1	0.16
<b>TOTAL</b>	<b>7</b>	<b>6.7</b>	<b>1.07</b>

Fuente: Autores de la investigación.

**Tabla 8. Cuadro resumen de patologías según severidad media**

<b>TABLA RESUMEN DE DETERIOROS SEVERIDAD MEDIA</b>			
<b>DETERIORO</b>	<b>NÚMERO DE LOSAS AFECTADAS</b>	<b>ÁREA AFECTADA (m2)</b>	<b>% FRENTE AL ÁREA TOTAL DEL TRAMO</b>
GT	4	10.8	1.72
SJ	1	3	0.48
PU	4	46.5	7.42
<b>TOTAL</b>	<b>9</b>	<b>60.3</b>	<b>9.62</b>

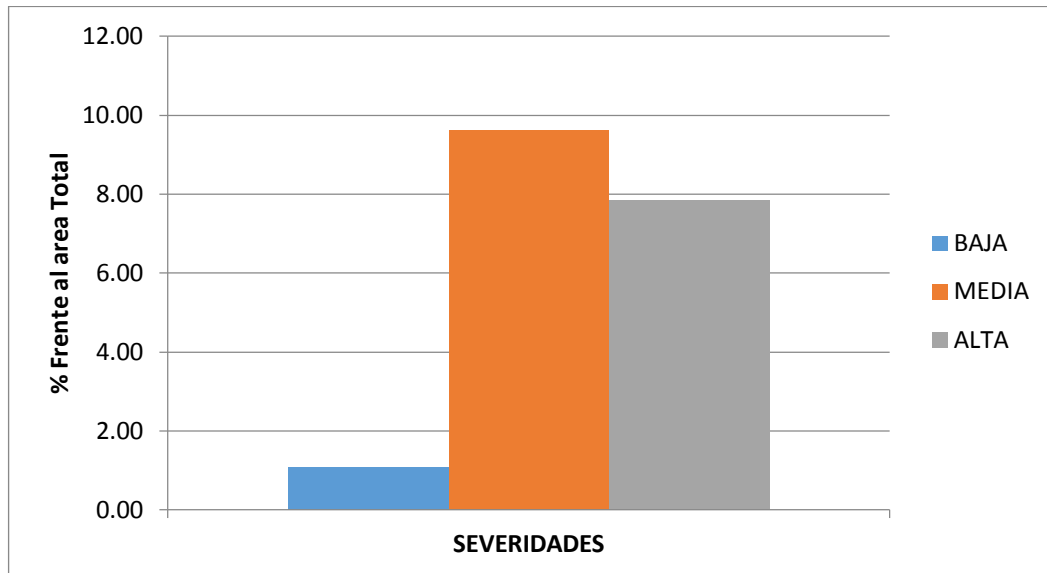
Fuente: Autores de la investigación.

**Tabla 9. Cuadro resumen de patologías según severidad alta**

<b>TABLA RESUMEN DE DETERIOROS SEVERIDAD ALTA</b>			
<b>DETERIORO</b>	<b>NÚMERO DE LOSAS AFECTADAS</b>	<b>ÁREA AFECTADA (m2)</b>	<b>% FRENTE AL ÁREA TOTAL DEL TRAMO</b>
GT	1	1.2	0.19
GE	1	0.6	0.10
GP	1	0.24	0.04
GB	1	14	2.23
DPT - DPL	1	0.2	0.03
DE	1	12.5	2.00
DI	1	0.09	0.01
PCHA - PCHC	6	20.26	3.23
<b>TOTAL</b>	<b>13</b>	<b>49.09</b>	<b>7.84</b>

Fuente: Autores de la investigación.

**Gráfico 3. Ocurrencia de daños por severidad.**



Fuente: Autores de la investigación .

## 7.6 INVENTARIO URBANÍSTICO

**7.6.1 Inspección de andenes y zona verde.** El objetivo de la inspección de los andenes y zonas verdes; es contar con un informe detallado de las dimensiones, daños y calidad de servicio para las personas de capacidad reducida, con el fin de contar con la información para mejorar el diseño de la red vial y el mismo diseño geométrico de los andenes para que sea funcional para todas los ciudadanos.

Se anexa un formato que permite tener un detallado conocimiento del estado de los andenes según el tramo de la vía. .

**Tabla 10. Formato registro andenes**

INVENTARIO DE ANDENES							
Carrera 12							
Tramo	Estado	Ocupación	Rampa	Ancho(m)	Largo (m)	Alto(m)	Zona verde

Fuente: Autores de la investigación.

**7.6.2 Inventario de señalización de tránsito.** Las señales son dispositivos que se utilizan para la regulación del tránsito en un área determinada indicando a cada uno de los usuarios las precauciones que se deben tener en cuenta. Además, de cada una de las limitaciones que gobiernan el trecho de circulación y de las informaciones ajustadamente dadas las condiciones específicas de la vía.

Con el fin de lograr la garantía y la efectividad de todos los dispositivos para el control del tránsito, es de una gran importancia desarrollar siempre una evaluación que permita establecer el mejor uso y ubicación de cada una de las señales impidiendo inconvenientes por su mal uso, además, de facilitar la comprensión de las señales y el acatamiento por parte del usuario.

**Tabla 11. Formato de señalización vial**

TRAMO	SEÑALIZACION VERTICAL			SEÑALIZACION HORIZONTAL								
	SEÑALES PREVENTIVA	SEÑALES REGLAMENTARIA	SEÑALES INFORMATIVAS	LINEAS CENTRALES	LINEA DE BORDE PAVIMENTO	LINEAS DE CARRIL	DEMARCACION DE TRANSICIONES EN EL ANCHO DEL PAVIMENTO	DEMARCACION DE LINEAS DE ESTACIONAMIENTO	DEMARCACION DE PARADEROS DE BUSES	DEMARCACION DE LINEAS DE PARE	DEMARCACION DE PASOS PEATONALES	SIMBOLOS Y LETREROS
carrera 12 con calle 24	si (2)	si (1)	si (1)	si	No	si	Si	si	si	si	si	si
carrera 12 con calle 25	no	si (1)	No	no	No	no	No	no	no	no	si	si
carrera 12 con calle 26	no	No	si (1)	no	No	no	No	no	no	no	si	si
carrera 12 con calle 27	no	No	No	no	No	no	No	si	no	no	si	si
carrera 12 con calle 28	no	No	No	no	No	no	No	no	no	no	si	si
carrera 12 con calle 29	no	No	No	no	No	no	No	si	no	no	si	si
carrera 12 con calle 30	no	No	No	no	No	no	No	no	no	no	si	si

carrera 12 con calle 31	no	No	No	no	No	no	No	no	no	no	no	si
carrera 12 con calle 32	no	si (1)	No	no	No	no	No	no	no	si	si	si
carrera 12 con calle 33	no	si (1)	No	no	No	no	No	no	no	si	no	si
carrera 12 con calle 34	no	si(2)	No	no	No	no	No	no	no	no	si	si
carrera 12 con calle 35	no	si(1)	no	no	No	no	No	no	no	si	si	no
carrera 12 con calle 36	no	si(1)	No	no	No	no	No	no	no	si	si	no
carrera 12 con calle 37	no	No	No	no	No	no	No	no	no	no	si	no
carrera 12 con calle 38	no	No	No	no	No	no	No	no	no	no	si	no
carrera 12 con calle 39	no	No	si (1)	no	No	no	No	si	no	si	no	no
carrera 12 con calle 40	no	si(1)	No	no	No	no	No	si	no	si	no	no
carrera 11 con calle 36												
carrera 11 con calle 35												
carrera 11 con calle 34												
carrera 11 con calle 33												
carrera 11 con calle 32												
carrera 11 con calle 31	no	No	no	no	No	no	No	no	no	no	no	no
carrera 11 con calle 30	si(1)	si(1)	no	no	No	no	No	no	no	no	si	si
carrera 11 con calle 29	no	No	no	no	No	no	No	no	no	no	si	si
carrera 11 con calle 28	no	No	no	no	No	no	No	no	no	no	no	no
carrera 11 con calle 27	no	No	no	no	No	no	No	no	no	no	no	si
carrera 11 con calle 26	no	No	no	no	No	no	No	no	no	no	no	no

Fuente: Autores de la investigación.

Las señales de tránsito en su gran mayoría presentan desgaste evitando su correcta visualización y se nota la gran falta de señalización en el par vial.



## 8. TRÁNSITO

### 8.1 AFORO

La función de este capítulo, consiste en determinar la magnitud de la demanda vehicular de proyecto, en otras palabras la cantidad de vehículos que se desplazan por el lugar, con el fin de conseguir un dato aproximado del servicio de vehículos que recorren las vías y con ello el nivel de congestionamiento, comodidad y seguridad acompañado de los estudios pertinentes de la misma.

El primero es el que actualmente circula por la vía y que continuará circulando, con un crecimiento similar (al que traía), a través del tiempo.

El segundo es el que se vincula de las vías cercanas y que por mejores condiciones de la vía del proyecto, cambiaría de ruta, y el tercero el que se generará por efectos del desarrollo propio de la zona de influencia de la vía.

Para la selección de períodos de análisis y diseño, las vías se clasifican como sigue:

Vías Arterias Secundarias (VAS).

Generalmente de una calzada por sentido, permiten un alto porcentaje de vehículos convencionales de transporte público de pasajeros, con baja velocidad de operación y alta rotación de su demanda. Sobre estas vías se ubican, con relativa intensidad, los usos comerciales de impacto zonal. Actúan como ejes distribuidores de tránsito.

Se clasifican en:

a. Vía Arteria Secundaria Uno (VAS-1).

Por esta circula generalmente tráfico inter-urbano y el sistema de rutas alimentadoras del sistema

Fuente: P.O.T. Vigente Los documentos vigentes son el Acuerdo 18 de 2000 y su revisión en el Acuerdo 23 de 2006.

Las carreras 12 y 11 de la ciudad de Pereira se clasifican como vas -1 por las características antes mencionadas.

## 8.2 CONTEOS VEHICULARES

El conteo vehicular se lleva a cabo durante los días de la semana: lunes martes, miércoles, jueves y viernes durante 13 horas desde las 7:00 am hasta las 8:00 pm.

El aforo vehicular se realiza en las calles 30, 29, 28, 27 y 26 que cruzan la carrera 11 en el orden cronológico de la semana para la carrera 12 respectivamente fueron las calles 26, 29, 31, 34, 37. En la figura 25, se muestra la metodología empleada en la realización del conteo, se muestra el ejemplo de la forma en que se realiza en la carrera 11 con calle 30. La metodología consiste en contar los vehículos que ingresan en las carreras sea haciendo el giro por la calle o siguiendo la carrera desde su inicio, por eso la importancia de tener un punto de referencia para lograr un conteo exacto para la vía. Para la carrera 12 se emplea la misma metodología de captura de información en sitio.

**Figura 25. Carrera 11 con Calle 30 Punto de conteo.**



Fuente: Autores de la investigación

## 8.3 COMPOSICIÓN VEHICULAR

Luego de realizar el aforo se puede llegar a la conclusión de que la presencia vehicular se compone de la siguiente manera:

- Los volúmenes de autos presentan una participación del 92.8% en la carrera 12 y el 92% en la carrera 11 del TPD.
- Los volúmenes de buses por su parte, disminuyen sustancialmente y solo representan el 6% en la carrera 12 y el 6.9% en la carrera 11 del TPD.
- En cuanto a los volúmenes de vehículos pesados, su tendencia es muy baja y solo representan el 1.2% en la carrera 12 y 1.1% de la carrera 11 del TPD.

Con lo anterior se puede llegar a la conclusión de que el comportamiento de la zona presenta un alto flujo de vehículos livianos que concuerda con la descripción del acuerdo 18 del POT de la ciudad de Pereira para vías arterias secundarias.

#### 8.4 VARIACIONES DIARIAS

En la Tabla 12 y en los Gráficos 4 y 5 se sintetiza la información registrada en los conteos vehiculares, de lunes a viernes, expresada en vehículos por día en la carrera 11.

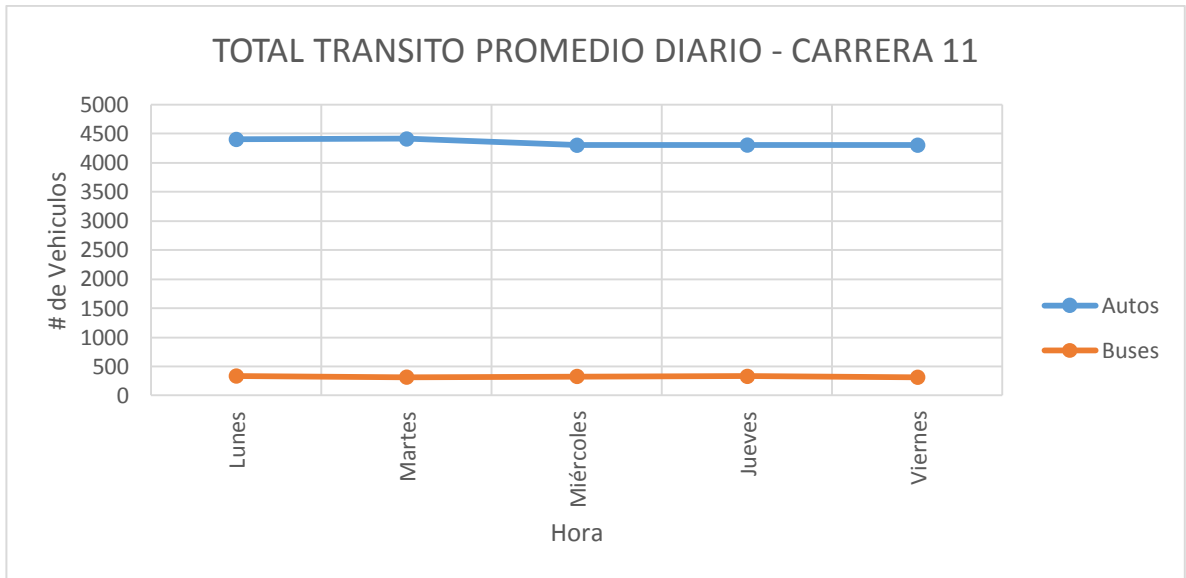
Del volumen total de la Carrera 11 se observa que de lunes a viernes varían el flujo vehicular así: automóviles 21732, Buses 1627, C2p 261, C2g 22.

**Tabla 12. Tránsito Promedio Diario Carrera 11**

<b>CONTEO TOTAL DE LA SEMANA CARRERA 11</b>					
<b>hora</b>	<b>Autos</b>	<b>Buses</b>	<b>c2p</b>	<b>c2g</b>	<b>Suma</b>
Lunes	4404	336	55	5	4800
Martes	4412	317	44	4	4777
Miércoles	4304	329	50	6	4689
Jueves	4307	330	55	4	4696
Viernes	4305	315	57	3	4680
<b>Total</b>	<b>21732</b>	<b>1627</b>	<b>261</b>	<b>22</b>	<b>23642</b>

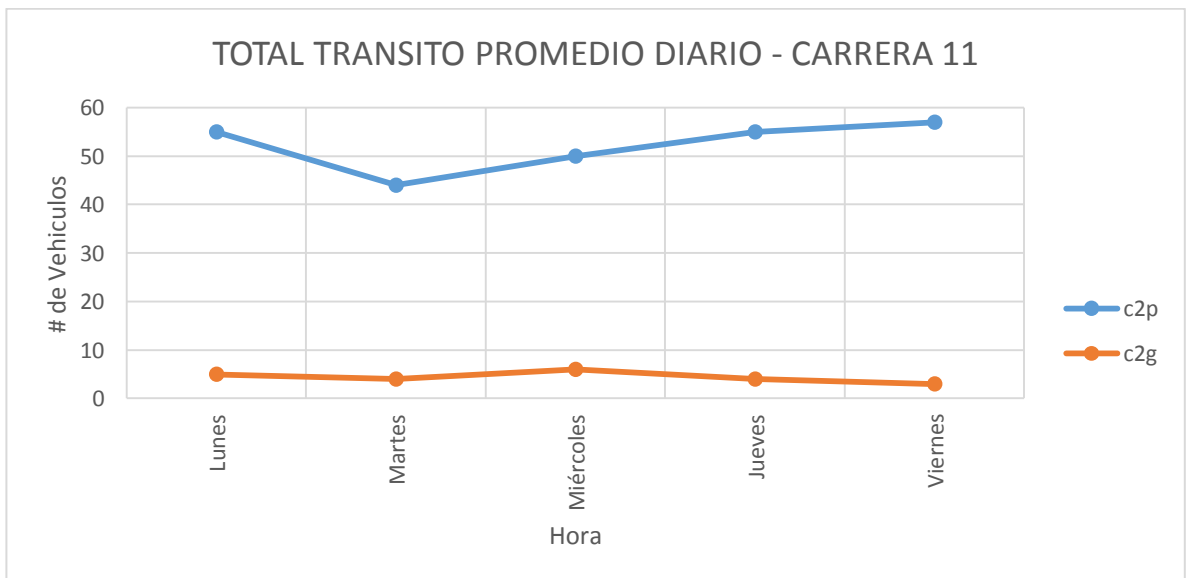
Fuente: Autores de la investigación.

**Gráfico 4. Conteo manual Carrera 11 entre calles 26 a 31 para autos y buses.**



Fuente: Autores de la investigación.

**Gráfico 5. Conteo manual Carrera 11 entre calles 26 a 31 para C2p y C2g.**



Fuente: Autores de la investigación.

En la Tabla 13 y en los Gráficos 6 y 7 se sintetiza la información registrada en los conteos vehiculares, de lunes a viernes, expresada en vehículos por día en la carrera 12.

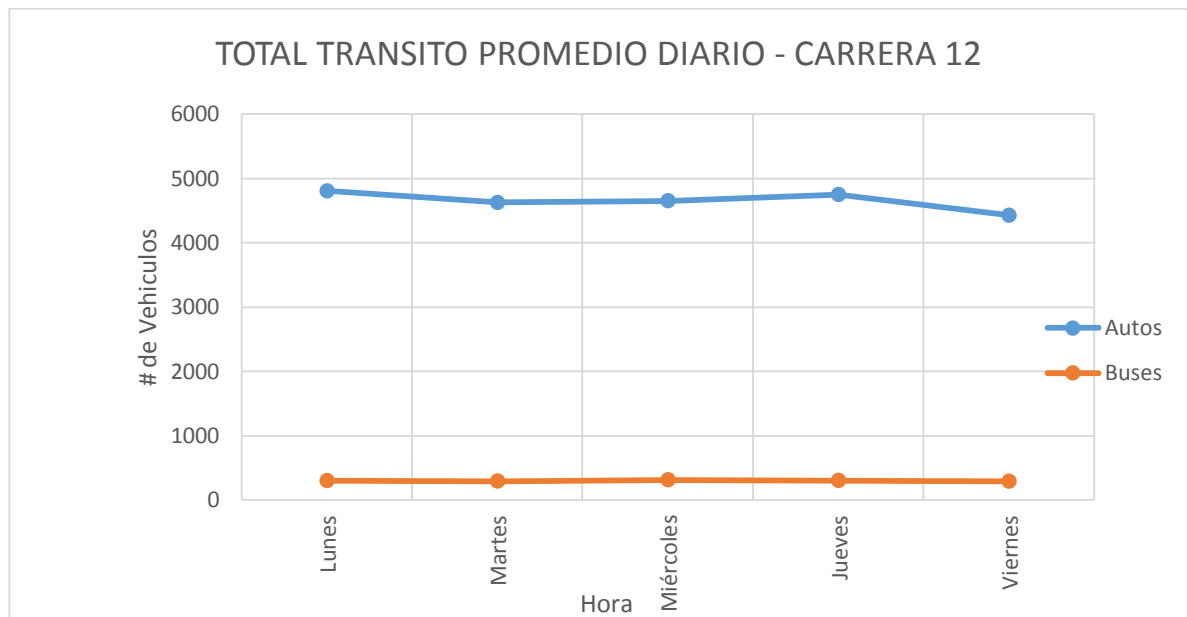
Del volumen total de la Carrera 11 se observa que de lunes a viernes varían el flujo vehicular así: automóviles 23262, Buses 1499, C2p 260, C2g 17.

**Tabla 13. Tránsito promedio diario Carrera 12**

CONTEO TOTAL DE LA SEMANA CARRERA 12					
hora	Autos	Buses	c2p	c2g	Suma
Lunes	4806	300	53	5	5164
Martes	4626	293	44	3	4966
Miércoles	4653	313	51	2	5019
Jueves	4750	303	60	4	5117
Viernes	4427	290	52	3	4772
<b>Total</b>	<b>23262</b>	<b>1499</b>	<b>260</b>	<b>17</b>	<b>25038</b>

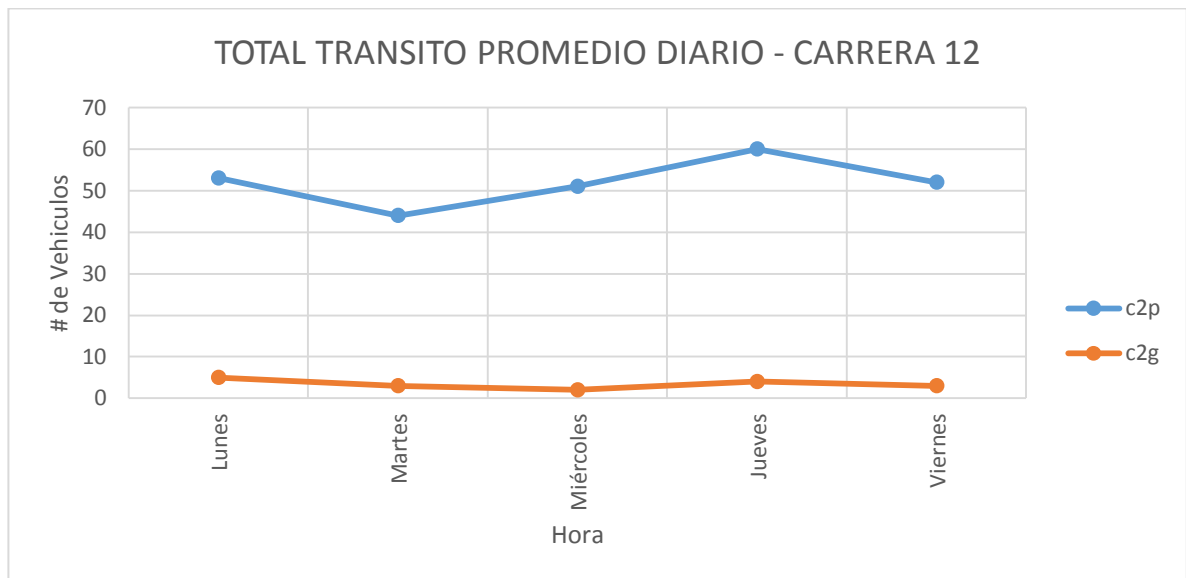
Fuente: Autores de la investigación.

**Gráfico 6. Conteo manual Carrera 12 entre calles 24 a 40 para autos y buses.**



Fuente: Autores de la investigación.

**Gráfico 7. Conteo manual Carrera 12 entre calles 24 a 40 para C2p y C2G.**



Fuente: Autores de la investigación

Con base en los gráficos No 4, 5, 6 y 7 se puede establecer que porcentualmente existe un estrecho rango de variación de los registros durante la semana, con volúmenes relativamente cercanos a los valores medios, registrando el valor máximo para las dos carreras es el día Lunes en que se presenta un incremento de los flujos vehiculares en las carreras.

## 8.5 ESTACIONAMIENTO

La existencia de vehículos parados, detenidos o estacionados en las proximidades de la intersección es un factor que afecta doblemente a la capacidad de la vía; disminuye el ancho eficaz del acceso y retarda la circulación de vehículos, en el caso de existir vehículos realizando maniobras de estacionamiento.

Por tanto, La presencia de vehículos estacionados en las inmediaciones de la vía reducirá notablemente su capacidad de la misma<sup>43</sup>.

<sup>43</sup> BAÑON BLÁZQUEZ, Luis. Tráfico en vías urbanas. [en línea]. (2000). Disponible en [http://sirio.ua.es/proyectos/manual\\_%20carreteras/01020302.pdf](http://sirio.ua.es/proyectos/manual_%20carreteras/01020302.pdf)

**Tabla 14. Formato estacionamiento Carrera 11**

TRAMOS	NUMERO DE ESTACIONAMIENTOS POR HORA.			
	CARRIL IZQUIERDO	CARRIL DERECHO	TOTAL	OBSERVACION
carrera 11 con calle 30	2	2	4	
carrera 11 con calle 29	5	4	9	
carrera 11 con calle 28	3	5	8	
carrera 11 con calle 27	8	0	8	
carrera 11 con calle 26	8	0	8	
<b>PROMEDIO DE ESTACIONAMIENTOS.</b>			<b>5</b>	

Fuente: Autores de la investigación

**Tabla 15. Formato Estacionamiento Carrera 12.**

ESTACIONAMIENTOS				
TRAMOS	NUMERO DE ESTACIONAMIENTOS POR HORA.			
	CARRIL IZQUIERDO	CARRIL DERECHO	TOTAL	OBSERVACION
carrera 12 con calle 24	11	8	19	ZONA AZUL
carrera 12 con calle 25	6	4	10	
carrera 12 con calle 26	8	7	15	
carrera 12 con calle 27	9	6	15	
carrera 12 con calle 28	10	5	15	
carrera 12 con calle 29	7	5	12	
carrera 12 con calle 30	19	8	27	PARQUEADEROS
carrera 12 con calle 31	12	5	17	PARQUEADEROS
carrera 12 con calle 32	9	3	12	
carrera 12 con calle 33	5	3	8	

carrera 12 con calle 34	9	2	11	
carrera 12 con calle 35	8	0	8	
carrera 12 con calle 36	0	7	7	
carrera 12 con calle 37	13	0	13	
carrera 12 con calle 38	1	1	2	
carrera 12 con calle 39	6	0	6	ZONA AZUL
carrera 12 con calle 40	6	0	6	ZONA AZUL
<b>PROMEDIO DE ESTACIONAMIENTOS.</b>			<b>15</b>	

Fuente: Autores de la investigación.

En la figura 26 se evidencia el problema que ocurre cuando los vehículos se estacionan en el lugar incorrecto o prohibido.

**Figura 26. Carrera 12 con Calle 34 Estacionamiento.**



Fuente: Google maps.



## VELOCIDADES TOMADAS EN PRACTICA (Velocímetro vehicular)

TOMA DE VELOCIDADES (KM/H)			
CARRERA 12	TOMA 1 (8:40 am)	TOMA 2 (10:00 am )	TOMA 3 (12:40 pm)
carrera 12 con calle 24	38	36	32
carrera 12 con calle 25	35	34	33
carrera 12 con calle 26	33	33	34
carrera 12 con calle 27	28	30	30
carrera 12 con calle 28	29	30	28
carrera 12 con calle 29	30	32	30
carrera 12 con calle 30	32	30	28
carrera 12 con calle 31	34	33	32
carrera 12 con calle 32	36	34	33
carrera 12 con calle 33	37	35	34
carrera 12 con calle 34	34	32	31
carrera 12 con calle 35	33	35	33
carrera 12 con calle 36	35	35	34
carrera 12 con calle 37	36	34	35
carrera 12 con calle 38	40	37	36
carrera 12 con calle 39	37	32	34
carrera 12 con calle 40	38	36	37
<b>VELOCIDAD PROMEDIO</b>	<b>34.41</b>	<b>33.41</b>	<b>32.59</b>
CARRERA 11	TOMA 1 (8:50 am)	TOMA 2 (10:15 am)	TOMA 3 (12:55 pm)
carrera 11 con calle 26	30	33	32
carrera 11 con calle 27	36	40	37
carrera 11 con calle 28	35	37	38
carrera 11 con calle 29	25	32	33
carrera 11 con calle 30	32	30	27
carrera 11 con calle 31	30	28	26
<b>VELOCIDAD PROMEDIO</b>	<b>31.33</b>	<b>33.33</b>	<b>32.17</b>

### 8.6 CAPACIDAD Y NIVELES DE SERVICIO.

“El estudio de la capacidad y nivel de servicio se realizara con el objeto de determinar el nivel de utilización de la vía, para de esta manera poder comparar la oferta (infraestructura) con la demanda (flujo vehicular o TPD) y medir la calidad del servicio que se le brinda al usuario”<sup>44</sup>.

Con el objetivo de lograr una fórmula para calcular la capacidad de servicio y el nivel de servicio para vías urbanas se aplica una metodología combinada entre el manual de capacidad y niveles de servicio para carreteras de dos carriles del INVIAS y el Manual de carreteras de Luis Bañon Blázquez

<sup>44</sup> MBA LOZANO, Eduardo y TABARES GONZALEZ, Ricardo. Op. cit. p.64.

**8.6.1 Capacidad de la vía.** Para determinar la capacidad de una vía, se parte de una capacidad ideal de la misma (1900 automóviles por hora en un sentido en una intersección), la cual se ve reducida al ser multiplicada por varios factores de corrección que representan la medida aproximada en que la vía real se aleja de las condiciones ideales. El producto de multiplicar la capacidad ideal de la vía por los diferentes factores de corrección representa la capacidad para las condiciones específicas de la vía en vehículos de todas las clases por hora.

La fórmula a utilizar queda de esta manera.

$$C60 = 1900 * N * Fpe * Fd * Fcb * Fp * Fe * Fbb * Far.$$

**N**= Número de carriles.

**Fpe** = Factor de corrección a la capacidad por pendiente (Tabla 19)

**Fd** = Factor de corrección a la capacidad por distribución por sentidos (Tabla 18)

**Fcb** = Factor de corrección a la capacidad por efecto combinado del ancho de carril y berma (Tabla 21)

**Fp** = Factor de corrección a la capacidad por la presencia de vehículos pesados (Tabla 19)

**Fe**= Factor de corrección por efecto de estacionamiento. (Tabla 20)

**Fbb**= Factor de corrección por paradas de buses. (Tabla 21)

**Far**= Factor de corrección en función de tipo zona urbana. (Tabla 22).

Debido a que las condiciones de demanda no son uniformes, sino que existen variaciones aleatorias que generan situaciones indeseables en el flujo vehicular, se ha optado por reducir la capacidad mediante un factor de hora pico (FHP) que considera dichas variaciones aleatorias en un periodo de cinco minutos, de modo que se tiene:

$$C5 = C60 * FHP$$

Donde:

C5 = Capacidad en vehículos mixtos por hora considerando variaciones Aleatorias<sup>45</sup>.

---

<sup>45</sup> Ibid, p. 28.

A continuación se anexan las tablas correspondientes a los factores de corrección mencionados. Fuente Manual de Capacidad y Niveles de Servicio para carreteras de dos carriles INVIAS y Análisis de la capacidad y nivel de servicio de las vías principales y secundarias de acceso a la ciudad de Manizales<sup>46</sup>.

**Tabla 16. Factores de corrección a la capacidad por pendiente. ( $F_{pe}$ )\***

PEND. ASC. %	LONGITUD DE LA PENDIENTE (km)											
	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0
0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1	0.99	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
2	0.99	0.98	0.98	0.98	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97
3	0.98	0.97	0.96	0.96	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
4	0.98	0.96	0.95	0.94	0.94	0.94	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93
5	0.98	0.95	0.94	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.91	0.91	0.91	0.91
6	0.97	0.95	0.92	0.91	0.91	0.90	0.90	0.90	0.89	0.89	0.89	0.89
7	0.96	0.93	0.91	0.89	0.89	0.87	0.87	0.87	0.86	0.86	0.86	0.86
8	0.96	0.92	0.89	0.87	0.86	0.85	0.84	0.84	0.84	0.84	0.83	0.84
9	0.94	0.89	0.85	0.83	0.82	0.81	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
10	0.92	0.85	0.81	0.79	0.78	0.77	0.76	0.75	0.75	0.74	0.74	0.74
11	0.90	0.81	0.76	0.73	0.72	0.71	0.70	0.69	0.69	0.68	0.68	0.68
12	0.87	0.76	0.71	0.68	0.67	0.64	0.64	0.63	0.63	0.61	0.61	0.61

\* Inferidos de datos de campo colombianos

Fuente: Manual de capacidad para carreteras de dos carriles del INVIAS

**Tabla 17. Factores de corrección a la capacidad por distribución por sentidos ( $F_d$ )\***

DISTRIBUCION POR SENTIDOS A/D	PORCENTAJE DE ZONAS DE NO REBASE					
	0	20	40	60	80	100
50/50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
60/40	0.90	0.89	0.87	0.86	0.85	0.83
70/30	0.82	0.80	0.78	0.76	0.74	0.71
80/20	0.75	0.72	0.70	0.67	0.65	0.63
90/10	0.69	0.66	0.64	0.61	0.58	0.56
100/100	0.64	0.61	0.58	0.56	0.53	0.50

\* Tomados de un trabajo de grado de Arcinlegas y Sepúlveda<sup>1</sup>

Fuente: Manual de capacidad para carreteras de dos carriles del INVIAS

<sup>46</sup> NARANJO HERRERA, Victor Hugo. Op. cit.

**Tabla 18. Factores de corrección a la capacidad por efecto combinado del ancho de carril y berma ( $F_{cb}$ )\***

ANCHO UTILIZABLE DE LA BERMA EN METROS	ANCHO DE CARRIL (m)				
	3.65	3.50	3.30	3.00	2.70
1.80	1.00	0.99	0.98	0.96	0.92
1.50	0.99	0.99	0.98	0.95	0.91
1.20	0.99	0.98	0.97	0.95	0.91
1.00	0.99	0.98	0.97	0.94	0.90
0.50	0.98	0.97	0.96	0.93	0.89
0.00	0.97	0.96	0.95	0.92	0.88

\* Tomados del HCM<sup>2</sup> y transformados en factores de capacidad

Fuente: Manual de capacidad para carreteras de dos carriles del INVIAS

**Tabla 19 Factores de corrección a la capacidad por la presencia de vehículos pesados en pendientes ascendientes ( $F_p$ )\***

PENDIENTE ASCENDIENTE EN POR CIENTO	LONGITUD DE LA PENDIENTE (km)	PORCENTAJE DE VEHICULOS PESADOS					
		10	20	30	40	50	60
0	TODAS	0.95	0.90	0.87	0.84	0.81	0.78
1	0.5	0.95	0.90	0.87	0.84	0.81	0.78
	1.0	0.94	0.89	0.86	0.83	0.80	0.77
	1.5	0.93	0.88	0.85	0.82	0.80	0.77
	2.0	0.92	0.87	0.85	0.82	0.79	0.76
	3.0	0.91	0.87	0.84	0.82	0.79	0.76
	4.0	0.91	0.87	0.84	0.81	0.78	0.75
	≥5.0	0.90	0.87	0.83	0.81	0.78	0.75
2	0.5	0.94	0.90	0.85	0.83	0.80	0.77
	1.0	0.93	0.88	0.85	0.82	0.79	0.76
	1.5	0.92	0.88	0.84	0.81	0.79	0.76
	2.0	0.90	0.86	0.83	0.80	0.78	0.75
	3.0	0.88	0.85	0.82	0.79	0.78	0.73
	4.0	0.87	0.84	0.81	0.78	0.75	0.72
	≥5.0	0.86	0.83	0.80	0.77	0.74	0.72
3	0.5	0.94	0.89	0.84	0.81	0.78	0.75
	1.0	0.92	0.87	0.83	0.80	0.77	0.75
	1.5	0.89	0.85	0.81	0.78	0.75	0.73
	2.0	0.87	0.83	0.80	0.77	0.74	0.71
	3.0	0.86	0.82	0.79	0.76	0.73	0.70
	4.0	0.85	0.81	0.78	0.75	0.72	0.70
	≥5.0	0.84	0.80	0.78	0.75	0.72	0.69

\* TRANSPORTATION RESEARCH BOARD. Highway Capacity Manual. Special Report 209. Edición de 1985. Washington, D.C.: T.R.B., 1985, p. 8-11.

19

Fuente: Manual de capacidad para carreteras de dos carriles del INVIAS

**Tabla 20. Estacionamiento**

<b>ESTACIONAMIENTO (<math>f_e</math>)</b>			
$f_e = 1 - \frac{0.1}{N} - \frac{18 \cdot N_m}{3600 \cdot N} > 0.05$			
$N_m = \text{N}^\circ \text{ de estacionamientos por hora}$ $(0 \leq N_m \leq 180)$			
$N_m$	Nº de carriles (N)		
	1	2	3
Prohibido	1.000	1.000	1.000
0	0.900	0.950	0.967
10	0.850	0.925	0.950
20	0.800	0.900	0.933
30	0.750	0.875	0.917
40	0.700	0.850	0.900
50	0.650	0.825	0.883
60	0.600	0.800	0.867
70	0.550	0.775	0.850

Fuente: Manual de carreteras de Luis Bañon Blázquez

**Tabla 21. Paradas de Autobus**

<b>PARADAS DE AUTOBÚS (<math>f_{bb}</math>)</b>						
$f_{bb} = 1 - \frac{14.4 \cdot N_b}{3600 \cdot N} \geq 0.05$						
$N_b = \text{N}^\circ \text{ de autobuses que paran por hora}$ $(0 \leq N_b \leq 250)$						
Nº DE CARRILES (N)	Nº DE AUTOBUSES QUE PARAN POR HORA ( $N_b$ )					
	0	10	20	30	40	50
1	1.000	0.960	0.920	0.880	0.840	0.800
2	1.000	0.980	0.960	0.940	0.920	0.900
3	1.000	0.987	0.973	0.960	0.947	0.933

Fuente: Manual de carreteras de Luis Bañon Blázquez

**Tabla 22. Zona Urbana**

ZONA URBANA ( $f_{ar}$ )		
TIPO DE ÁREA	CENTRO URBANO (CBD)	ZONAS PERIFÉRICAS
FACTOR DE ÁREA ( $f_{ar}$ )	0.90	1.00

Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras

Fuente: Manual de carreteras de Luis Bañón Blázquez

**Tabla 23. Factores de pico horario basados en periodos de cinco minutos suponiendo llegadas de vehículos aleatorias (FPH)\***

VOLUMEN HORARIO TOTAL veh/h (C60)	FACTOR DE PICO HORARIO	VOLUMEN HORARIO TOTAL veh/h (C60)	FACTOR DE PICO HORARIO
100	0.68	1600	0.90
200	0.70	1800	0.92
300	0.72	2000	0.93
400	0.74	2200	0.95
600	0.78	2400	0.95
800	0.81	2600	0.96
1000	0.84	2800	0.97
1200	0.86	≥ 3000	0.97
1400	0.89		

\*Calculados usando las distribuciones de poisson y binomial y calibrados por la Universidad Tecnológica y Pedagógica de Colombia (UTPC) - Tunja.

Fuente: Manual de capacidad para carreteras de dos carriles del INVIAS

**8.6.2 Nivel de servicio.**<sup>47</sup> Para determinar el Nivel de Servicio de una vía de dos carriles con un sentido de circulación, se ha seleccionado como indicador de efectividad la velocidad media de recorrido de los vehículos que integran la corriente vehicular, comprendiendo tanto vehículos ligeros como pesados.

Para calcular el Nivel de Servicio se parte de una velocidad para condiciones casi ideales (excepto por pendiente), la cual se va multiplicando sucesivamente por factores de corrección hasta llegar a una velocidad representativa de las condiciones estudiadas.

La velocidad ideal de automóviles a flujo libre  $V_i$  se toma de la Tabla 25 (con los valores de inclinación de la pendiente ascendente y su longitud), obteniendo la velocidad media de automóviles en condiciones ideales excepto por pendiente.

<sup>47</sup> NARANJO HERRERA, Víctor Hugo. Op. cit.

El primer valor de factor de corrección corresponde al factor de utilización “**Fu**”, el cual se toma de la Tabla 26, conociendo la relación entre el volumen total en el sentido y la capacidad (**Q/C60**). Así, la velocidad a flujo restringido **V1** es el producto de la velocidad ideal de automóviles a flujo libre **Vi** por el factor de utilización **Fu**.

$$\mathbf{V1 = Vi*Fu}$$

Con el valor de la velocidad **V1** y el parámetro de estado de superficie de rodadura seleccionado, se determina el factor de corrección por el estado de la superficie de rodadura “**Fsr**” de la Tabla 27.

Existen tres criterios para evaluar el estado de la superficie de rodadura a saber:

- El valor del IRI (Índice de Rugosidad Internacional).
- El porcentaje de área afectada.
- El Nivel Funcional.

Para efectos del presente documento, se ha considerado el porcentaje de área afectada.

Determinar igualmente el factor de corrección por ancho de carril y berma “**Fcb**” de la Tabla 30 con base en los datos del ancho utilizable de carril y de berma. Además, de los factores de corrección Estacionamiento (**Fe**) Tabla 23, Paradas por auto bus (**Fbb**) Tabla 21 y Zona Urbana (**Far**) Tabla 22.

Al multiplicar la velocidad **V1** por los factores **Fsr**, **Fcb**, **Fe**, **Fbb** y **Far** simultáneamente, se obtiene la velocidad de automóviles a flujo restringido para las condiciones que se estudian y en tangente **V2**.

$$\mathbf{V2 = V1*Fsr*Fcb*Fe*Fbb*Far}$$

Luego se halla el factor de corrección por la presencia de vehículos pesados **Fp**, para lo cual debe hallarse primero el factor **Fp1** de la Tabla 29, con los datos de la longitud y la inclinación de la pendiente, así como con la velocidad **V2**.

Debe tomarse igualmente el factor **Fp2** de la Tabla 30 conociendo el porcentaje total de vehículos pesados y el volumen total en ambos sentidos (**Q**).

Al multiplicar los factores **Fp1** y **Fp2** entre sí, se obtiene el factor **Fp**, de ser mayor a la unidad dicho producto, el valor de **Fp** se hace igual a uno.

Multiplicando la velocidad **V2** por el factor **Fp**, se obtiene la velocidad del tránsito mixto a flujo restringido, para las condiciones estudiadas y en tangente **V3**.

$$V3 = V2 * Fp$$

La velocidad **V3** representa la velocidad media del tránsito mixto a flujo restringido para las condiciones estudiadas, en todo el sector de análisis.

Con el valor de la velocidad media **V3** se entra a la Tabla 31 y se determina el Nivel de Servicio.

A continuación se incluyen las tablas y las hojas de trabajo requeridas para calcular el Nivel de Servicio.

**Tabla 24. Velocidad media ideal de automóviles a flujo libre en pendientes ascendentes (Vi)\***

PEND.A SC. %	LONGITUD DE LA PENDIENTE (km)											
	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0
0	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
1	88	88	88	88	85	85	85	85	85	85	85	85
2	88	82	81	81	80	80	80	80	80	80	80	80
3	83	79	77	78	75	75	75	75	75	75	75	75
4	82	77	74	72	70	70	69	69	69	69	68	68
5	81	74	70	68	68	68	65	65	64	64	64	64
6	80	73	67	65	63	62	61	61	60	60	60	60
7	85	69	63	60	59	58	55	55	54	54	54	54
8	78	68	60	55	54	52	51	51	50	50	49	49
9	70	59	52	49	48	48	44	44	43	43	43	43
10	68	52	48	42	41	40	39	38	38	37	37	37
11	61	48	39	38	35	34	33	31	31	30	30	30
12	55	39	34	30	29	27	27	26	26	25	25	25

\* Valores inferiores de datos de campo colombianos

Fuente: Manual de capacidad para carreteras de dos carriles del INVIAS



**Tabla 25. Factores de corrección al nivel de servicio por el efecto de la utilización de la capacidad ( $F_U$ )**

RELACION VOLUMEN/CAPACIDAD Q/C60	FACTOR DE CORRECCIÓN
0.1	0.99
0.2	0.98
0.3	0.96
0.4	0.92
0.5	0.87
0.6	0.82
0.7	0.75
0.8	0.68
0.9	0.59
1.0	0.50

\* Inferidos de la relación volumen/velocidad determinada con datos de campo colombianos

Fuente: Manual de capacidad para carreteras de dos carriles del INVIAS

**Tabla 26. Factores de corrección al nivel de servicio por el estado de la superficie de la rodadura ( $F_{sr}$ )\***

VELOCIDAD (km/h) V1	IRI > 6 mm/m	IRI 4 a 6 mm/m	IRI 2 a 4 mm/m
	ÁREA AFECTADA Mayor del 30 %	ÁREA AFECTADA Del 15 al 30 %	ÁREA AFECTADA Menor del 15 %
	Nivel Funcional 2	Nivel Funcional 3	Nivel Funcional 4 ó 5
20	1.00	1.00	1.00
30	0.99	0.99	1.00
40	0.97	0.98	1.00
50	0.93	0.95	1.00
60	0.88	0.92	0.98
70	0.81	0.87	0.97
80	0.73	0.82	0.96
90	0.63	0.75	0.94

\* Valores inferidos de datos de campo colombiano

Fuente: Manual de capacidad para carreteras de dos carriles del INVIAS

**Tabla 27. Factores de corrección al nivel de servicio por efecto combinado del ancho de carril y berma ( $f_{cb}$ )\***

ANCHO UTILIZABLE DE LA BERMA (M)	ANCHO CARRIL (m)				
	3.65	3.50	3.30	3.00	2.70
1.80	1.00	0.97	0.93	0.85	0.73
1.50	0.98	0.95	0.91	0.83	0.71
1.20	0.96	0.93	0.89	0.81	0.70
1.00	0.95	0.92	0.88	0.80	0.69
0.50	0.91	0.88	0.84	0.76	0.66
0.00	0.88	0.85	0.81	0.73	0.63

\* Interpolados de los valores del HCM<sup>4</sup>

Nota. Se han realizado mediciones de velocidades altas en ancho de carril superiores a 3.65 , ó bermas incorporadas a la calzada superiores a 1.80 m y con pavimento en buen estado.

Fuente: Manual de capacidad para carreteras de dos carriles del INVIAS

**Tabla 28. Factores de corrección al nivel de servicio por la presencia de vehículos pesados en pendientes ascendentes ( $F_{p1}$ )\***

PENDIENTE ASCENDENTE EN POR CIENTO	LONGITUD DE LA PENDIENTE (km)	VELOCIDAD MEDIA DE LOS AUTOMÓVILES EN km/h, ( $V_i$ )					
		≥90	80	70	60	50	≤40
0	TODAS	0.85	0.88	0.92	0.97	1.00	1.00
1	0.5	0.84	0.88	0.91	0.96	1.00	1.00
	1.0	0.80	0.84	0.89	0.95	1.00	1.00
	1.5	0.76	0.82	0.88	0.95	1.00	1.00
	2.0	0.75	0.82	0.88	0.95	1.00	1.00
	2.5	0.75	0.81	0.88	0.95	1.00	1.00
	3.0	0.75	0.81	0.88	0.95	1.00	1.00
	≥3.5	0.75	0.81	0.88	0.95	1.00	1.00
2	0.5	x	0.80	0.91	0.96	1.00	1.00
	1.0	x	0.87	0.87	0.93	1.00	1.00
	1.5	x	0.82	0.85	0.92	0.99	1.00
	2.0	x	0.79	0.84	0.92	0.98	1.00
	2.5	x	0.79	0.84	0.92	0.98	1.00
	3.0	x	0.78	0.84	0.92	0.98	1.00
	≥3.5	x	0.77	0.84	0.92	0.98	1.00
3	0.5	x	0.84	0.88	0.92	0.98	1.00
	1.0	x	0.79	0.84	0.89	0.97	1.00
	1.5	x	0.75	0.80	0.87	0.95	1.00
	2.0	x	0.74	0.80	0.87	0.95	1.00
	2.5	x	0.73	0.79	0.87	0.95	1.00
	≥3.5	x	0.73	0.79	0.86	0.95	1.00
4	0.5	x	0.82	0.86	0.91	0.97	1.00
	1.0	x	0.77	0.81	0.87	0.95	1.00
	1.5	x	0.72	0.77	0.84	0.92	1.00
	2.0	x	0.72	0.77	0.83	0.92	1.00
	2.5	x	0.71	0.76	0.83	0.91	1.00
	3.0	x	0.71	0.75	0.82	0.91	1.00
≥3.5	x	0.70	0.74	0.82	0.91	1.00	

Fuente: Manual de capacidad para carreteras de dos carriles del INVIAS

**Tabla 29. Factores de corrección por la presencia de vehículos pesados ( $f_{p2}$ )**

PORCENTAJE DE VEHÍCULOS PESADOS	VOLÚMENES EN AMBOS SENTIDOS (veh/h)								
	≤50	100	200	300	400	500	600	800	≥1000
0	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
10	1.07	1.07	1.07	1.07	1.06	1.05	1.04	1.02	1.00
20	1.04	1.04	1.03	1.03	1.02	1.01	0.99	0.97	0.96
30	1.02	1.01	1.00	1.00	1.00	0.98	0.97	0.96	0.95
40	1.00	0.99	0.98	0.97	0.96	0.95	0.94	0.94	0.94
50	0.98	0.97	0.95	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93
60	0.95	0.94	0.93	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
70	0.93	0.92	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91
80	0.92	0.91	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
90	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89
100	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88

\*Basada en el trabajo de investigación realizado por Herrera<sup>6</sup>

Fuente: Manual de capacidad para carreteras de dos carriles del INVIAS

**Tabla 30. Velocidades en km/h que determinan los niveles de servicio por tipo de terreno\***

TIPO DE TERRENO (Pendiente Longitudinal)	NIVELES DE SERVICIO					
	A	B	C	D	E	F
Plano (< 3%)	> 83	72 - 83	62 - 72	52 - 62	42 - 52	≤ 42
Ondulado (≥ 3 - < 6 %)	> 68	59 - 68	51 - 59	43 - 51	34 - 43	≤ 34
Montañoso (≥ 6 - < 8 %)	> 52	45 - 52	39 - 45	33 - 39	26 - 33	≤ 26
Escarpado (≥ 8 %)	> 36	31 - 36	27 - 31	23 - 27	18 - 23	≤ 18

\* Valores basados en datos de campo tomados en carreteras colombianas.

Fuente: Manual de capacidad para carreteras de dos carriles del INVIAS

**Tabla 31. Análisis de capacidad y nivel de servicio.**

La Tabla 31, formato resumen para determinar la capacidad y el nivel de servicio de la vía.

<b>CARRETERAS DE DOS CARRILES DETERMINACION DE LA CAPACIDAD Y NIVELES</b>			
TRAMO:		SECTOR:	
NOMBRE	CRITICO: Si	FECHA:	
<b>1. DATOS GEOMETRICOS DE TRANSITO</b>			
BERMA		TIPO DE TERRENO (P, O, M, E):	
CALZADA		PENDIENTE %:	
NUMERO DE CARRILES		LONGITUD (KM):	
NUMERO DE PARADAS POR AUTO BUS		ESTACIONAMIENTO POR HORA	
<b>ZONA URBANA</b>			
ESTADO SUPERFICIAL RODADURA IRI:		AREA AFECTADA(%)	
VOLUMEN TOTAL EN AMBOS SENTIDOS (Q):		DISTRIBUCION POR SENTIDOS (ASCENSO )	
COMPOSICION EL TRANSITO :			
<b>2. CALCULO DE LA CAPACIDAD C<sub>60</sub> Y C<sub>5</sub></b>			
Fpe X		Fd X	
Fcb X		Fp X	
FE		Fbb	
Far		C <sub>60</sub> X (veh/ h)	
Ci= (veh/ h)		FPH=	
C <sub>60</sub> (veh/ h)		C <sub>5</sub> (veh/ h)	
Q/		Q/	
Q/C <sub>60</sub>		Q/C <sub>5</sub>	
<b>3. CALCULO DE NIVEL DE SERVICIO</b>			
Vi X		Fu=	
V <sub>1</sub> (km/ h)		Fsr X	
FE		Fbb	
Fcb X		Far	
V <sub>2</sub> = (1) (km/h)		Fp <sub>1</sub> X	
Fp <sub>2</sub> =		Fp X	
V final (km/h)			
SI fp > 1.00 hacer fp = 1.00		NIVEL DE SERVICIO	

Fuente: Manual de capacidad para carreteras de dos carriles del INVIAS

## 9. RESULTADOS

### 9.1 CARRERA 11 ENTRE CALLES 26 A 31

**9.1.1 Inventario Vial y de Urbanismo.** Se analizan todos los datos obtenidos en las visitas a campo.

**9.1.1.1 Pavimento rígido Calles 26-31.** La figura muestra las condiciones actuales de la vía en estudio. Se evidencia algunas de las fallencias que van hacer que el nivel de servicio del camino sea bajo.

**Figura 27. Análisis de la Carrera 11**



Fuente: Google Maps.

Longitud del tramo: **487.4m**

Ancho de Calzada: **6.73 m**

Ancho de carril: **3.36m**

Área total afectada: **2192.14m<sup>2</sup>**

Área afectada severidad baja: **616.46 m<sup>2</sup>**

Área afectada severidad media. **230.06 m<sup>2</sup>**

Área afectada severidad alta. **1345.62 m<sup>2</sup>**

Calle con mayor afectación: **Calle 29**

Calle con menor afectación: **Calle 27**

Porcentaje Área Afectada. **67.1%**

### **9.1.2 Aforo.**

**TPD=** 4728 vehículos días

#### **9.1.2.1 Composición del tránsito.**

**Automóviles =** 92%

**Buses=** 6.9%

**Camiones=** 1.1%

**Número de vehículos hora pico =** 464 VPH – 9.6%

**9.1.3 Estacionamiento.** El estacionamiento se calcula con la tabla anexa del libro “Manual de Carreteras de Luis Bañon Blázquez”.

Estas son las variables de la fórmula que se presenta en la Tabla 23.

**Nm=** Número de estacionamiento por hora.

**N=** Número carriles de la vía.

**Fórmula =**  $1 - (0.1/2) - ((18 \times 5) / (3600 \times 2)) = 0.9375$

**9.1.4 Número de parada de buses por hora.** El estacionamiento se calcula con la tabla anexa del libro “Manual de Carreteras de Luis Bañon Blázquez”.

Estas son las variables de la fórmula que se presenta en la Tabla 24.

**Nm**= Número de paradas de buses por hora.

**N**= Número carriles de la vía.

**Fórmula** =  $1 - ((14.4 \times 10) / (3600 \times 2)) = 0.98$

**9.1.5 Capacidad y nivel de servicio.** Se anexa tabla resumen para el cálculo de capacidad y nivel de servicio basada en el trabajo de Grado de Víctor Hugo Naranjo Herrera<sup>48</sup>.

**Tabla 32. Análisis de capacidad y nivel de servicio Carrera 11 entre calles 26-31**

<b>CARRETERAS DE DOS CARRILES DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD Y NIVELES DE SERVICIO</b>			
<b>TRAMO:</b> Carrera 11 entre calle 26 y 31		<b>SECTOR:</b> Centro	
<b>NOMBRE</b> Carrera 11	<b>CRITICO:</b> Si	<b>FECHA:</b> 10/03/2015	
<b>1. DATOS GEOMETRICOS DE TRANSITO</b>			
<b>BERMA</b>	0 m	<b>TIPO DE TERRENO (P, O, M, E):</b>	P
<b>CALZADA</b>	6.73m	<b>PENDIENTE %:</b>	3
<b>NUMERO DE CARRILES</b>	2	<b>LONGITUD (KM):</b>	0.487
<b>NUMERO DE PARADAS POR AUTO BUS</b>	10	<b>ESTACIONAMIENTO POR HORA</b>	5
<b>ZONA URBANA</b>		Centro	
<b>ESTADO SUPERFICIAL RODADURA IRI:</b>	IRI > 6mm	<b>AREA AFECTADA (%)</b>	67.1
<b>VOLUMEN TOTAL EN AMBOS SENTIDOS (Q):</b>	4728	<b>DISTRIBUCION POR SENTIDOS (ASCENSO )</b>	50/50
<b>COMPOSICION EL TRANSITO :</b>	Automóviles 92% Buses 6.9% Camiones 1.1%		
<b>2. CALCULO DE LA CAPACIDAD C60 Y C5</b>			
<b>Fpe X</b>	0.98	<b>Fd X</b>	1
<b>Fcb X</b>	0.95	<b>Fp X</b>	0.94
<b>FE</b>	0.94	<b>Fbb</b>	0.98
<b>Far</b>	0.9	<b>C60 X (veh/ h)</b>	2757.13
<b>Ci= (veh/ h)</b>	1900	<b>FPH=</b>	0.96
<b>C60 (veh/ h)</b>	2757.13	<b>C5 (veh/ h)</b>	2646.8468

<sup>48</sup> NARANJO HERRERA, Victor Hugo. Op. cit.

Q/	452	Q/	452
Q/C60	0.16	Q/C5	0.17
<b>3. CALCULO DE NIVEL DE SERVICIO</b>			
Vi X	83	Fu=	0.98
V1 (km/ h)	81.34	Fsr X	0.73
FE	0.94	Fbb	0.98
Fcb X	0.81	Far	0.9
V2= (1) (km/h)	39.88	Fp1 X	1
Fp2=	1.06	Fp X	1
V final (km/h)	39.9		
SI fp > 1.00 hacer fp = 1.00	<b>NIVEL DE SERVICIO</b>		F

Fuente: Manual de capacidad para carreteras de dos carriles del INVIAS

**9.1.6 Andenes.** Se muestra los resultados obtenidos de las medidas tomadas en campo. Los datos en la tabla evidencian que los andenes presentan diferencias de alturas, no cuentan con rampas y guía táctil para los peatones con movilidad reducida, están averiados por los múltiples carros que se parquea y transitan sobre ellos y cuentan con muchos obstáculos como postes de alumbrado público, bolsas de basuras, puestos de vendedores ambulantes y publicidad.

**Tabla 33. Formato inventario andén Carrera 11**

Carrera 11						
Tramo	Estado	Ocupacion	Rampa	Ancho	Alto	Zona verde
Calle 26 - Anden izquierdo	CON DAÑOS	LIBRE	NO	0.7	0.125	NO
Calle 26 - Anden derecho	DEMASIADOS DAÑOS	LIBRE	NO	0.7	0.123	NO
Calle 27 - Anden izquierdo	POCOS DAÑOS	LIBRE	NO	0.7	0.134	NO
Calle 27 - Anden derecho	POCOS DAÑOS	LIBRE	NO	0.7	0.121	NO
Calle 28 - Anden izquierdo	POCOS DAÑOS	LIBRE	NO	0.7	0.112	NO
Calle 28 - Anden derecho	POCOS DAÑOS	LIBRE	NO	0.7	0.124	NO
Calle 29 - Anden izquierdo	POCOS DAÑOS	LIBRE	NO	4.14	0.134	SI
Calle 29 - Anden derecho	POCOS DAÑOS	LIBRE	NO	4.14	0.128	SI
Calle 30 - Anden izquierdo	POCOS DAÑOS	LIBRE	NO	4.14	0.116	SI
Calle 30 - Anden derecho	POCOS DAÑOS	LIBRE	NO	4.83	0.126	NO
Calle 31 - Anden izquierdo	POCOS DAÑOS	POCA OCUPACION	NO	3.45	0.105	SI
Calle 31 - Anden derecho	POCOS DAÑOS	LIBRE	NO	4.14	0.109	SI

Fuente Autores de la investigación.



## 9.2 CARRERA 12 ENTRE CALLES 24 A 40

### 9.2.1 Inventario Vial y de Urbanismo.

Se analizan todos los datos obtenidos en las visitas de campo.

**9.2.1.1 Pavimento flexible Calles 24 a 26.** La figura 28 muestra las condiciones actuales de la vía en estudio. Se evidencia algunas de las falencias que van hacer que el nivel de servicio de la camino sea bajo.

**Figura 28. Análisis de la Carrera 12.**



Fuente: Google maps

Longitud del tramo: **342 m**

Ancho de Calzada: **11.83 m**

Ancho de carril: **2.95m**

Área total afectada: **3389 m2**

Área afectada severidad baja: **317 m<sup>2</sup>**

Área afectada severidad media: **1782 m<sup>2</sup>**

Área afectada severidad alta: **1290 m<sup>2</sup>**

Calle con mayor afectación: **Calle 24**

Calle con menor afectación: **Calle 25**

#### **9.2.1.2 Pavimento rígido. Calles 27 a 40.**

Longitud del tramo: **1210.05m**

Ancho de Calzada: **7.26 m**

Ancho de carril: **3.63m**

Área total afectada: **5712.05m<sup>2</sup>**

Área afectada severidad baja: **1893.84 m<sup>2</sup>**

Área afectada severidad media: **841.31 m<sup>2</sup>**

Área afectada severidad alta: **2976.90 m<sup>2</sup>**

Calle con mayor afectación: **Calle 38**

Calle con menor afectación: **Calle 23**

#### **9.2.1.3 Resumen de la Carrera 12 entre Calles 24 a 40.**

Longitud total: **1552.05 m**

Número de Carriles: **3**

Ancho de calzada Promedio: **8.07 m**

Ancho de Carril Promedio: **2.69m**

Porcentaje Área Afectada: **44.2 %**

**9.2.2 Andenes.** Se muestra los resultados obtenidos de las medidas tomadas en campo. Los datos en la Tabla 34 evidencian que los andenes presentan diferencias de alturas, no cuentan con rampas y guía táctil para los peatones con movilidad reducida, están averiados por los múltiples carros que se parquean y transitan sobre ellos y cuentan con muchos obstáculos como postes de alumbrado público, bolsas de basuras, puestos de vendedores ambulantes y publicidad.

**Tabla 34. Formato inventario andén Carrera 12**

INVENTARIO DE ANDENES						
CARRERA 12						
Tramo	Estado	FLUJO	RAMPA	Ancho(m)	Alto(m)	Zona verde
Calle 24 - Anden izquierdo	DAÑOS MODERADOS	LIBRE	NO	2.07	0.131	NO
Calle 24 - Anden derecho	DAÑOS MODERADOS	LIBRE	NO	3.45	0.132	NO
Calle 25 - Anden izquierdo	NO TIENE					
Calle 25 - Anden derecho	POCOS DAÑOS	LIBRE	NO	2.07	0.127	NO
Calle 26 - Anden izquierdo	DEMASIADOS DAÑOS	CONGESTIONADO	NO	2.76	0.108	SI
Calle 26 - Anden derecho	DAÑOS MODERADOS	CONGESTIONADO	NO	1.38	0.116	SI
Calle 27 - Anden izquierdo	DEMASIADOS DAÑOS	CONGESTIONADO	NO	3.45	0.137	SI
Calle 27 - Anden derecho	DEMASIADOS DAÑOS	CONGESTIONADO	NO	3.45	0.156	SI
Calle 28 - Anden izquierdo	DAÑOS MODERADOS	CONGESTIONADO	NO	3.45	0.143	NO
Calle 28 - Anden derecho	DEMASIADOS DAÑOS	CONGESTIONADO	NO	3.45	0.137	NO
Calle 29 - Anden izquierdo	POCOS DAÑOS	CONGESTIONADO	NO	3.45	0.139	SI
Calle 29 - Anden derecho	POCOS DAÑOS	LIBRE	NO	3.45	0.141	SI
Calle 30 - Anden izquierdo	POCOS DAÑOS	CONGESTIONADO	NO	3.105	0.144	NO
Calle 30 - Anden derecho	POCOS DAÑOS	LIBRE	NO	3.45	0.142	SI
Calle 31 - Anden izquierdo	POCOS DAÑOS	CONGESTIONADO	NO	3.45	0.136	NO
Calle 31 - Anden derecho	POCOS DAÑOS	CONGESTIONADO	NO	5.52	0.142	NO
Calle 32 - Anden izquierdo	POCOS DAÑOS	MODERADO	NO	3.45	0.142	SI
Calle 32 - Anden derecho	POCOS DAÑOS	MODERADO	NO	5.52	0.145	SI
Calle 33 - Anden izquierdo	EN BUEN ESTADO	LIBRE	NO	5.52	0.106	SI
Calle 33 - Anden derecho	POCOS DAÑOS	LIBRE	NO	4.14	0.102	SI
Calle 34 - Anden izquierdo	CON DAÑOS	MODERADO	NO	6.21	0.116	NO
Calle 34 - Anden derecho	CON DAÑOS	MODERADO	NO	4.83	0.14,2	NO
Calle 35 - Anden izquierdo	POCOS DAÑOS	LIBRE	NO	3.5	0.135	NO
Calle 35 - Anden derecho	POCOS DAÑOS	LIBRE	NO	3.45	0.137	NO
Calle 36 - Anden izquierdo	POCOS DAÑOS	LIBRE	NO	4.83	0.135	SI
Calle 36 - Anden derecho	POCOS DAÑOS	LIBRE	NO	1.38	0.137	NO
Calle 37 - Anden izquierdo	DEMASIADOS DAÑOS	LIBRE	NO	1.38	0.143	SI
Calle 37 - Anden derecho	POCOS DAÑOS	LIBRE	NO	6.21	0.146	SI
Calle 38 - Anden izquierdo	POCOS DAÑOS	LIBRE	NO	5.52	0.108	SI
Calle 38 - Anden derecho	POCOS DAÑOS	LIBRE	NO	4.14	0.114	NO
Calle 39 - Anden izquierdo	POCOS DAÑOS	LIBRE	NO	5.52	0.127	SI
Calle 39 - Anden derecho	POCOS DAÑOS	LIBRE	NO	4.14	0.125	SI
Calle 40 - Anden izquierdo	POCOS DAÑOS	LIBRE	NO	2.76	0.128	SI
Calle 40 - Anden derecho	POCOS DAÑOS	LIBRE	NO	3.45	0.129	SI

Fuente: Autores de la investigación

### 9.2.3 Aforo.

- **TPD= 5007** vehículos días

#### 9.2.3.1 Composición del tránsito.

- **Automóviles = 92.8%**
- **Buses= 6%**
- **Camiones= 1.2%**
- **Número de vehículos hora pico = 487 VPH – 10.08%**

**9.2.4 Estacionamiento.** El estacionamiento se calcula con la tabla anexa del libro “Manual de Carreteras de Luis Bañon Blázquez”.

Estas son las variables de la fórmula que se presenta en la Tabla 23.

**Nm=** Número de estacionamiento por hora.

**N=** Número carriles de la vía.

**Fórmula =**  $1 - (0.1/2) - ((18 \times 15) / (3600 \times 2)) = 0.9125$

**9.2.5 Capacidad y nivel de servicio.** Se anexa la tabla resumen para el cálculo de capacidad y nivel de servicio basada en el trabajo de grado de Víctor Hugo Naranjo Herrera<sup>49</sup>

**Tabla 35. Resultado de análisis Carrera 12.**

CARRETERAS DE DOS CARRILES DETERMINACION DE LA CAPACIDAD Y NIVELES DE SERVICIO			
TRAMO: Carrera 12 entre calle 24 y 40		SECTOR: Centro	
NOMBRE Carrera 11	CRITICO: Si	FECHA: 10/03/2015	
1. DATOS GEOMETRICOS DE TRANSITO			
BERMA	0 m	TIPO DE TERRENO (P, O, M, E):	P

<sup>49</sup> NARANJO HERRERA, Victor Hugo. Op.cit.

<b>CALZADA</b>	8.07	<b>PENDIENTE %:</b>	1
<b>NUMERO DE CARRILES</b>	3	<b>LONGITUD (KM):</b>	1.55
<b>NUMERO DE PARADAS POR AUTO BUS</b>	22	<b>ESTACIONAMIENTO POR HORA</b>	15
<b>ZONA URBANA</b>		Centro	
<b>ESTADO SUPERFICIAL RODADURA IRI:</b>	IRI > 6mm	<b>AREA AFECTADA (%)</b>	44.2
<b>VOLUMEN TOTAL EN AMBOS SENTIDOS (Q):</b>	4728	<b>DISTRIBUCION POR SENTIDOS (ASCENSO )</b>	50/50
<b>COMPOSICION EL TRANSITO :</b>	Automóviles 92.8% Buses 6% Camiones 1.2%		
<b>2. CALCULO DE LA CAPACIDAD C60 Y C5</b>			
<b>Fpe X</b>	0.99	<b>Fd X</b>	1
<b>Fcb X</b>	0.88	<b>Fp X</b>	0.93
<b>FE</b>	0.91	<b>Fbb</b>	0.97
<b>Far</b>	0.9	<b>C60 X (veh/ h)</b>	3668.86
<b>Ci= (veh/ h)</b>	1900	<b>FPH=</b>	0.96
<b>C60 (veh/ h)</b>	3668.86	<b>C5 (veh/ h)</b>	3522.11
<b>Q/</b>	500.6	<b>Q/</b>	500.6
<b>Q/C60</b>	0.14	<b>Q/C5</b>	0.14
<b>3. CALCULO DE NIVEL DE SERVICIO</b>			
<b>Vi X</b>	86	<b>Fu=</b>	0.99
<b>V1 (km/ h)</b>	85.14	<b>Fsr X</b>	0.73
<b>FE</b>	0.91	<b>Fbb</b>	0.97
<b>Fcb X</b>	0.63	<b>Far</b>	0.9
<b>V2= (1) (km/h)</b>	31.11	<b>Fp1 X</b>	1
<b>Fp2=</b>	1.06	<b>Fp X</b>	1
<b>V final (km/h)</b>	31.11		
<b>Si fp &gt; 1.00 hacer fp = 1.00</b>	<b>NIVEL DE SERVICIO</b>		F

Fuente: Autores de la investigación

## 10. ANÁLISIS DE RESULTADOS.

### 10.1 CARRERA 11 CON CALLES 26 A 31

La carrera 11 es una de las vías que descongestionan a la ciudad, y es vía principal para enlazar la Avenida 30 de Agosto con el centro y Ciudad Victoria o con la Avenida Belcazar.

La dirección de flujo de la vía es de oeste a este y está construida en pavimento rígido, la longitud del tramo es de 487.4m y cuenta con dos carriles con un ancho individual de 3.36m; es una vía que cuenta un porcentaje muy alto de área afectada de 67.1%.

**Figura 29. Daños en el pavimento rígido.**



Fuente: Google Maps

Los andenes que acompañan a la vía en sus últimos tramos entre las calles 28 a 26 cuentan con una ancho mínimo que imposibilita el uso de la acera y el peatón camina por la vía reduciendo el ancho de carril. Además, los andenes construidos no están equipados con rampas para prestar servicio a las personas con movilidad reducida.

**Figura 30. Andenes sin rampa y ancho mínimo.**



Fuente: Google Maps

Basados en los resultados obtenidos y que se consignaron en la tabla 35. Se demuestra que la capacidad ideal de la vía se ve afectada por los factores de corrección aplicados en un 27.44%, lo que significa que la vía es un 72.55% eficiente para manejar el flujo del tránsito vehicular. La capacidad total de la vía en condiciones vigentes para el volumen de una hora es del 16%; como para el volumen que supone los cinco minutos pico de tráfico dentro de la hora del 17%. La velocidad ideal comparada con la velocidad deducida con los factores de corrección es 48% menos que la ideal. El nivel de servicio de la vía es muy bajo (F) producto de los múltiples daños de la vía, la pendiente pronunciada al final del tramo en la calle 26 y los demás factores que afectan de manera significativa la vía como son: los estacionamientos, peatones en la vía y semáforo.

## **10.2 CARRERA 12 ENTRE CALLES 24 A 40**

La carrera 12, vía paralela a la Avenida 30 de Agosto. Esta carrera principal de la ciudad que sirve como ruta hacia la salida al municipio de Marsella y comunica el centro urbano con la plaza de mercado. La dirección del flujo de es este a oeste hacia la ciudad de Cartago municipio del departamento del Valle del Cauca.

La carrera 12 está construida en pavimento flexible y pavimento rígido, la longitud del tramo de pavimento flexible es de 342 m y el del pavimento rígido es de 1210.05 m dando como resultado un tramo de 1552.05 m en total. Esta vía cuenta con tres carriles en promedio con un ancho individual de 2.69m; es una vía que cuenta un porcentaje muy alto de área afectada de 44.2%.

**Figura 31. Daños Pavimento Flexible Carrera 12.**



Fuente: Google maps

Los andenes que acompañan a la vía en toda la longitud del tramo son de unas dimensiones mayores a las mínimas que posibilita un buen flujo de los peatones. Además, los andenes construidos no están equipados con rampas para prestar servicio a las personas con movilidad reducida.

**Figura 32. Andenes sin rampas.**



Fuente: Google Maps



Basados en los resultados obtenidos y que se consignaron en la tabla 35 Resultado de análisis Carrera 12. Se demuestra que la capacidad ideal de la vía se ve afectada por los factores de corrección aplicados en un 35.63%, lo que significa que la vía es un 64.36% eficiente para manejar el flujo del tránsito vehicular. La capacidad total de la vía en condiciones vigentes para el volumen de una hora es del 14%; igual como para el volumen que supone los cinco minutos pico de tráfico dentro de la hora del 14%. La velocidad ideal comparada con la velocidad deducida con los factores de corrección es 63.82 % menos que la ideal. El nivel de servicio de la vía es muy bajo (F) producto de los múltiples daños de la vía, la cantidad de vehículos que se estacionan en la vía reduciendo significativamente el ancho del carril, sumado a las erróneas señales de tránsito que fuerzan a los vehículos a realizar múltiples paradas en las distintas intersecciones y los negocios que están ubicados en la vía que fuerzan a los vehículos detenerse por la cantidad de peatones en la vía.

## **11. PROPUESTA DE MEJORA DE CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO**

### **11.1 RECOMENDACIONES A ORGANISMOS PÚBLICOS Y PRIVADOS.**

- **El Área Metropolitana de Occidente (AMCO)** como entidad desarrolladora de proyectos de impacto metropolitano, debería establecer en sitios estratégicos tanto en la carrera 11 como en la carrera 12 paradas de autobuses cumpliendo con toda su normatividad y señalización, ya que ayudaría a establecer un ritmo específico en la dinámica vial evitando taponamientos.

**Figura 33. Poco amueblamiento urbano.**



Fuente: Google Maps

- Para reparar el estado de los andenes es necesaria la intervención de la **Secretaría de Infraestructura**, logrando que los andenes cumplan con los requisitos mínimos para ello, realizando rampas de acceso para personas con discapacidad física y tener la franja de circulación para personas invidentes. Para la recuperación de pasos peatonales y andenes se sugiere apegarse a los Artículos 63, 82 y 88 de la Constitución Política de Colombia, el Código Civil, la Reforma Urbana Ley 9 de 1989 y la ley 140 de 1994 publicidad exterior visual.

**Figura 34. Estado de los andenes.**



Fuente: Google Maps

Además, es recomendable la participación de la Secretaria de Gobierno y el Instituto Municipal de Tránsito de Pereira para la recuperación de estos espacios arborizando o creando más zonas verdes en estos tramos. Se evidencia que los postes de luces de alumbrado público y paso de redes de servicio eléctrico y telefónico están localizando en el medio del andén, siendo un obstáculo para el tránsito peatonal.

**Figura 35. Ubicación de los postes de alumbrado público.**



Fuente: Google Maps

- El Instituto Municipal de Tránsito de Pereira, el directo responsable de la señalización vial, debe tener en cuenta el estado crítico que se presenta en los tramos evaluados, es recomendable que se prioricen las líneas de carril, demarcación de pasos peatonales, señales preventivas, reglamentarias e informativas.

**Figura 36. Falta de organismos de tránsito**



Fuente: Google maps

- Para mejorar la dinámica vial es necesario que la **Secretaría de Infraestructura** intervenga en la restauración del pavimento Rígido y Flexible teniendo en cuenta la gran cantidad de daños con severidades Altas y Medias que se presentan en los tramos evaluados de la Carrera 11 y Carrera 12 en la ciudad de Pereira
- Se recomienda la participación activa en la carrera 11 y carrera 12 de la **fuerza de seguridad** para mantener el orden público y educar a los habitantes y comerciantes del sector sobre la importancia de la movilidad en la ciudad de Pereira y como ellos son partícipes de la dinámica vial.

**Figura 37. Ocupación de los andenes**



Fuente: Google Maps

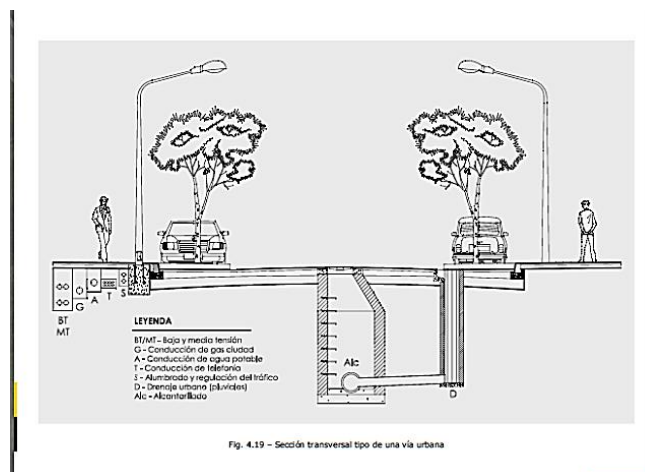
## 11.2 RECOMENDACIONES TÉCNICAS

Se aclara que se requiere de estudios complementarios para dar soluciones definitivas a las situaciones halladas. Por lo tanto se plantea unas propuestas técnicas preliminares para resolver el problema.

Basados en los resultados obtenidos e interpretando los mismos, se exponen una serie de indicaciones para lograr una optimización de la vía, mejorando el pavimento, el urbanístico y el tránsito; esta información será esquematizada en el anexo planos.

Para realizar una mejora en el camino se basa en una sección tipo para poder visualizar la construcción de una vía urbana; se entiende que la senda urbana presenta un problema para su diseño, en razón a que los edificios, casas y parques ya están construidos obligando a la ruta unos anchos de carril determinados.

**Figura 38. Sección tipo de una vía.**



Fuente: Manual de carreteras. Luis Bañón Blázquez

### 11.2.1 Dimensiones de los vehículos.

Tabla 36. Dimensiones principales de los vehículos de diseño.

CATEGORÍA	LONGITUD TOTAL (m)	ANCHO (m)	LONGITUD TRACTOCAMIÓN (m)	LONGITUD SEMIRREMOLQUE (m)	FIGURA No.
Vehículo liviano	5.00	1.80	-	-	2.2.
Bus mediano	10.91	2.44	-	-	2.3.
Bus grande	13.00	2.60	-	-	2.4.
2	11.00	2.50	-	-	2.5.
3	11.40	2.50	-	-	2.6.
3S2	20.89	2.59	4.57	14.63	2.7.

Fuente: Manual de diseño geométrico de carreteras. 2008

### 11.3 CARRERA 11 ENTRE CALLES 26 A 31

Con el fin de mejorar la capacidad y nivel de servicio de la carrera 11, se debe hacer una repavimentación de la vía en todas las losas de concreto que tengan un daño de gravedad comprendido entre el medio y alto. Esta acción se hace con el objetivo de que el factor de corrección por el estado de la superficie sea bajo.

Sumado, se recomienda la reconstrucción de los andenes aplicando los estándares de dimensión, rampa y guía táctil. Los andenes de la vía deberán tener una medida de ancho de 2m, mientras las condiciones del terreno lo permitan. Medida que establece la *guía de movilidad peatonal urbana del IDU*.

Figura 39. Guía táctil.



Fuente: Google Maps

También, se aconseja la implementación de señalización horizontal y vertical para impedir el parqueo de vehículos en la vía; para procurar mantener el ancho de carril ideal de diseño.

**11.3.1 Análisis de las propuestas de mejoras.** Con la meta de mejorar el nivel de servicio de la vía se realizan los siguientes ajustes a la vía para optimizarla.

- Una calzada de dos carriles de 6,6 metros de ancho promedio. Se asume que cada carril es de 3,30 metros de ancho permitiendo que un vehículo como un bus grande transite sin problema (ver Tabla 39, dimensiones de vehículos).
- Realizando ese ajuste se permite mejorar el ancho del andén en las calles 26 a 28 en 20cm en cada lado, garantizando el paso de una silla de ruedas.
- Se repavimentan las losas con un grado de afectación entre los rangos medio y alto.

Se vuelve hacer los cálculos con la propuesta de mejoras y se logran los siguientes resultados.

**Tabla 37. Tabla de cálculo para determinar la capacidad y nivel de servicio de la vía Carrera 11**

<b>CARRETERAS DE DOS CARRILES DETERMINACION DE LA CAPACIDAD Y NIVELES DE SERVICIO</b>			
<b>TRAMO:</b> Carrera 11 entre calle 26 y 31		<b>SECTOR:</b> Centro	
<b>NOMBRE</b> Carrera 11	<b>CRITICO:</b> Si	<b>FECHA:</b> 10/03/2015	
<b>1. DATOS GEOMETRICOS DE TRANSITO</b>			
<b>BERMA</b>	0 m	<b>TIPO DE TERRENO (P, O, M, E):</b>	P
<b>CALZADA</b>	6.6	<b>PENDIENTE %:</b>	3
<b>NUMERO DE CARRILES</b>	2	<b>LONGITUD (KM):</b>	0.487
<b>NUMERO DE PARADAS POR AUTO BUS</b>	10	<b>ESTACIONAMIENTO POR HORA</b>	0
<b>ZONA URBANA</b>		Centro	
<b>ESTADO SUPERFICIAL RODADURA IRI:</b>	IRI > 6mm	<b>AREA AFECTADA (%)</b>	18.6
<b>VOLUMEN TOTAL EN AMBOS SENTIDOS (Q):</b>	4728	<b>DISTRIBUCION POR SENTIDOS (ASCENSO )</b>	50/50



<b>COMPOSICION EL TRANSITO :</b>	Automoviles 91.7% Buses 6.7% Camiones 1.2%		
<b>2. CALCULO DE LA CAPACIDAD C60 Y C5</b>			
Fpe X	0.98	Fd X	1
Fcb X	0.95	Fp X	0.94
FE	1	Fbb	0.98
Far	0.9	C60 X (veh/ h)	2933.12
Ci= (veh/ h)	1900	FPH=	0.96
C60 (veh/ h)	2933.12	C5 (veh/ h)	2815.7945
Q/	452	Q/	452
Q/C60	0.15	Q/C5	0.16
<b>3. CALCULO DE NIVEL DE SERVICIO</b>			
Vi X	83	Fu=	0.98
V1 (km/ h)	81.34	Fsr X	0.82
FE	1	Fbb	0.98
Fcb X	0.81	Far	0.9
V2= (1) (km/h)	47.65	Fp1 X	1
Fp2=	1.06	Fp X	1
V final (km/h)	47.65		
SI fp > 1.00 hacer fp = 1.00	<b>NIVEL DE SERVICIO</b>		E

Fuente: Autores de la investigación.

Ver en anexos, planos en la sección de anexos (corte) de la vía Carrera 11 entre calles 26 a 31 y el nuevo trazado de la vía.

#### 11.4 CARRERA 12 ENTRE CALLE 24 A 40

Con el fin de mejorar la capacidad y nivel de servicio de la carrera 12, se debe hacer una repavimentación asfáltica al tramo inicial de las calles 24 a 26 mejorando también su señalización vertical y horizontal. En el resto de la vía se reconstruye todas las losas de concreto que tengan un grado de daño de gravedad comprendido entre los rangos medio y alto. Esta acción se hace con el objetivo de que el factor de corrección por el estado de la superficie sea bajo.

Sumado, se recomienda la reconstrucción de los andenes aplicando los estándares de dimisión, rampa y guía táctil. Los andenes de la vía deben tener una medida de ancho de 2m, mientras las condiciones del terreno lo permitan. Medida que establece la *guía de movilidad peatonal urbana del IDU*.

También, se aconseja la implementación de señalización horizontal y vertical para impedir el parqueo de vehículos en la vía; para procurar mantener el ancho de carril ideal de diseño.

**11.4.1 Análisis de las propuestas de mejoras.** Con la meta de mejorar el nivel de servicio de la vía se realizan los siguientes ajustes a la vía para optimizarla.

- Una calzada de dos carriles de 9 metros de ancho promedio. Se asume que cada carril es de 3 metros de ancho permitiendo que un vehículo como un bus grande transite sin problema (ver Tabla 39, Dimensiones de vehículos).
- Realizando ese ajuste se permite la mejora del estado de los andenes y realiza las obras de reconstrucción de los mismos según recomendaciones para flujo de peatones con movilidad reducida.
- Se repavimenta las losas con un grado de afectación entre los rangos medio y alto.
- La carrera 12 se vuelve como vía principal, disminuyendo el número de paradas de los vehículos.
- Se ofrece la opción para la mejora de la movilidad el considerar la carrera 12 como el par vial de la carrera 11 (ubicada al costado opuesto de la Av. 30 de Agosto), para la movilidad de los vehículos y ciclo ruta en dirección este- oeste y viceversa.

Se vuelve hacer los cálculos con la propuesta de mejoras y se logran los siguientes resultados.

**Figura 40. Par vial.**



Fuente: Google maps.

**Tabla 38. Tabla de cálculo para determinar la capacidad y nivel de servicio de la vía Carrera 12**

<b>CARRETERAS DE DOS CARRILES DETERMINACION DE LA CAPACIDAD Y NIVELES DE SERVICIO</b>			
<b>TRAMO:</b> Carrera 12 entre calle 24 y 40		<b>SECTOR:</b> Centro	
<b>NOMBRE</b> Carrera 11	<b>CRITICO:</b> Si	<b>FECHA:</b> 10/03/2015	
<b>1. DATOS GEOMETRICOS DE TRANSITO</b>			
<b>BERMA</b>	0 m	<b>TIPO DE TERRENO (P, O, M, E):</b>	P
<b>CALZADA</b>	9	<b>PENDIENTE %:</b>	1
<b>NUMERO DE CARRILES</b>	3	<b>LONGITUD (KM):</b>	1.55
<b>NUMERO DE PARADAS POR AUTO BUS</b>	22	<b>ESTACIONAMIENTO POR HORA</b>	0
<b>ZONA URBANA</b>		Centro	
<b>ESTADO SUPERFICIAL RODADURA IRI:</b>	IRI > 6mm	<b>AREA AFECTADA (%)</b>	15
<b>VOLUMEN TOTAL EN AMBOS SENTIDOS (Q):</b>	4728	<b>DISTRIBUCION POR SENTIDOS (ASCENSO )</b>	50/50
<b>COMPOSICION EL TRANSITO :</b>	Automóviles 93.1% Buses 5.8% Camiones 1.1%		
<b>2. CALCULO DE LA CAPACIDAD C60 Y C5</b>			

Fpe X	0.99	Fd X	1
Fcb X	0.92	Fp X	0.93
FE	1	Fbb	0.97
Far	0.9	C60 X (veh/ h)	4214.98
Ci= (veh/ h)	1900	FPH=	0.96
C60 (veh/ h)	4214.98	C5 (veh/ h)	4046.38
Q/	500.6	Q/	500.6
Q/C60	0.12	Q/C5	0.12
<b>3. CALCULO DE NIVEL DE SERVICIO</b>			
Vi X	86	Fu=	0.99
V1 (km/ h)	85.14	Fsr X	0.96
FE	1	Fbb	0.97
Fcb X	0.73	Far	0.9
V2= (1) (km/h)	52.09	Fp1 X	1
Fp2=	1.06	Fp X	1
V final (km/h)	52.09		
SI fp > 1.00 hacer fp = 1.00	<b>NIVEL DE SERVICIO</b>		D

Fuente: Autores de la investigación.

Ver en anexos, planos de propuestas de mejora.

## 12. CONCLUSIONES

El estudio realizado sobre la movilidad en las carreras 11 y 12 constituye un paso preliminar para el diseño y la planeación de posibles intervenciones tendientes a su mejoramiento. En este sentido, se espera que el presente documento contribuya como punto de partida para otros investigadores.

- Los tramos en estudio presentan una mala capacidad en relación con los volúmenes de tránsito que registran, así mismo, se espera que la saturación en ella continúe y siga en aumento, de mantenerse la tendencia en el comportamiento del tránsito de los últimos años.
- Por razones prácticas se utiliza el Manual de Carreteras de Luis Bañón Blázquez, ya que muestra un enfoque más práctico a la medición de los niveles de servicio porque se encuentra más orientado al sector urbano. Además, de tener en cuenta ciertos factores adicionales con los que no cuenta el manual del INVIAS como: estacionamientos, paradas de autobuses y el factor de corrección por zona urbana.
- El área total de la carrera 11 entre calles 31 y 26 es de 3267.3 metros cuadrados del cual se encontró un área afectada de 2192.1 metros cuadrado que equivale a un 67.1%.
- El área total del pavimento rígido de la carrera 12 entre calles 27 - 40 es de 8829.34 metros cuadrados del cual se encontró un área afectada de 5712.05 metros cuadrado que equivale a un 44.2 %.
- El área total del pavimento flexible de la carrera 12 entre calles 24 y 26 más una pequeña sección de la calle 29 es de 4094 metros cuadrados del cual se encontró un área afectada de 3401.1 metros cuadrados el cual equivale al 83.1%.
- Las carreras 12 y 11 de la ciudad de Pereira se clasifican como colectoras interurbanas con un volumen de tránsito medio.
- El porcentaje de vehículos es menor en momentos con tiempo lluvioso.

- El Nivel de Servicio de los tramos analizados en el proyecto se encuentra en la mitad inferior del rango establecido para dicho criterio, según lo estipulado en el Manual INVIAS. Las carreras 12 y 11 presentan un Nivel de servicio de “F”.
- Los andenes en los tramos estudiados presentan un deterioro muy alto, uno de ellos en la carrera 12 con calle 37, además estos no cumplen con los requisitos técnicos mínimos.
- La señalización vial presenta un deterioro alto evitando la correcta visualización, además la ausencia de estas incrementa el taponamiento vehicular.
- Arreglando el estado del pavimento se mejora la movilidad en los tramos evaluados, ya que se presenta un aumento en la velocidad de los vehículos que transitan el par vial.
- El presente diagnóstico incluye alternativas de soluciones a las situaciones halladas para incrementar los Niveles de servicio; ya que para realizar dar una solución real requiere de unos estudios complementarios.
- En la propuesta de mejoramiento en el tramo de la carrera 11 se deja un porcentaje de área afectada del 18.6% que equivale a 607.72 m<sup>2</sup>, mejorando el nivel de servicio a “E”
- En la propuesta de mejoramiento en el tramo de la carrera 12 se deja un porcentaje de área afectada del 15% que equivale a 1324.4 m<sup>2</sup> mejorando el nivel de servicio a “D”

## BIBLIOGRAFIA

ALFARO, Grecia y ESPINOSA, Daniela. Tránsito. [en línea]. (2008). Disponible en <<http://transitovehicular.blogspot.com/>>

ARKIPLUS. Historia del pavimento. [en línea]. Disponible en <<http://www.arkiplus.com/historia-del-pavimento>>

BAÑON BLÁZQUEZ, Luis. Tráfico en vías urbanas. [en línea]. (2000). Disponible en [http://sirio.ua.es/proyectos/manual\\_%20carreteras/01020302.pdf](http://sirio.ua.es/proyectos/manual_%20carreteras/01020302.pdf)

CEMEX. Manual de pavimentos. [en línea]. (2010). Disponible en <<http://www.cemexmexico.com/Concretos/files/manualDePavimentos2010.pdf>>

CERQUERA ESCOBAR, Flor Angela. Capacidad y Niveles de Servicio de la Infraestructura Vial. Tunja: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Escuela de Ingeniería de Transporte y Vías. 2007

CUEVA DEL INGENIERO CIVIL. Nacimiento de la Ingeniería de Tráfico. [en línea]. Disponible en <<http://www.cuevadelcivil.com/2011/03/nacimiento-de-la-ingenieria-de-trafico.html>>

INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO. Guía práctica de la movilidad peatonal urbana. [en línea]. Disponible en <[http://app.idu.gov.co/otros\\_serv/Download/2008/guia\\_de\\_movilidad\\_peatonal.pdf](http://app.idu.gov.co/otros_serv/Download/2008/guia_de_movilidad_peatonal.pdf)>

INSTITUTO NACIONAL DE VIAS y UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. Estudio e investigación del estado actual de las obras de la red nacional de carreteras. Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles. Bogotá: INVIAS, 2006.

INSTITUTO NACIONAL DE VIAS y UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. Estudio e investigación del estado actual de las obras de la red nacional de carreteras. Manual para la inspección visual de pavimentos rígidos. Bogotá: INVIAS, 2006.

MBA LOZANO, Eduardo y TABARES GONZÁLEZ, Ricardo. Diagnóstico de vía existente y diseño del pavimento flexible de la vía nueva mediante parámetros obtenidos del estudio en fase 1 de la vía acceso al barrio Ciudadela del Café – Vía La Badea. Manizales, 2005. Trabajo de grado (Especialización en Vías y Transporte). Universidad Nacional de Colombia. Sede Manizales. Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Departamento de Ingeniería Civil.

NARANJO HERRERA, Víctor Hugo. Análisis de la capacidad y nivel de servicio de las vías principales y secundarias de acceso a la ciudad de Manizales. Manizales, 2008. Trabajo de Grado. (Especialización en vías y Transporte). Universidad Nacional de Colombia. Sede Manizales. Facultad de Ingeniería y Arquitectura.

NORMA ASTM D5340. Índice de condición de pavimentos en aeropuertos PCI. [en línea]. (2004). Disponible en <[http://alacpa.org/index\\_archivos/ASTMD5340-MetCalc-PCI-espRev0.pdf](http://alacpa.org/index_archivos/ASTMD5340-MetCalc-PCI-espRev0.pdf)>

PALMA ALVAREZ, Raúl Ivan. Aplicación del Manual de capacidad de carreteras (HCM) versión 2000, para la evaluación del nivel de servicio de carreteras de dos carriles. Guatemala, 2006. Trabajo de Grado. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Civil.

PERU. MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES. Plan Intermodal de Transportes del Perú. Metodología para el cálculo de capacidad vial. [en línea]. Disponible en <[http://www.mtc.gob.pe/portal/logypro/plan\\_intermodal/Parte3/Apendice/Ap\\_3.2\\_Metod\\_para\\_calculo\\_de\\_capacidad\\_Vial.pdf](http://www.mtc.gob.pe/portal/logypro/plan_intermodal/Parte3/Apendice/Ap_3.2_Metod_para_calculo_de_capacidad_Vial.pdf)>

PINILLA VALENCIA, Julián Andrés. Auscultación, calificación del estado superficial y evaluación económica de la carretera sector puente de La Libertad – Maltería desde el K0+000 hasta el K6+000 (Código 5006). Manizales, 2007. Trabajo de grado. Universidad Nacional de Colombia. Sede Manizales.

SANCHEZ SABOGAL, Fernando. Mantenimiento rutinario de vías pavimentadas. [en línea]. Disponible en <<http://caucacolaborativa.gov.co/sites/default/files/MODULO%252017.pdf>>

ZONA INGENIERÍA. Objetivos y alcance de la Ingeniería de Tránsito. [en línea]. (2011). Disponible en <<http://www.entradas.zonaingenieria.com/2011/10/objetivos-y-alcance-de-la-ingenieria-de.html>>



# **ANEXOS**

## Anexo A. Presupuesto

<b>PRESUPUESTO</b>						
<b>RESTAURACIÓN DEL PAVIMENTO RIGIDO Y FLEXIBLE DE LA CARRERA 12 ENTRE CALLES 24 - 40 Y CARRERA 11 ENTRE CALLES 26 - 31 - INCLUYE SEÑALIZACIÓN, RESTAURACIÓN DE ANDENES Y OBRAS COMPLEMENTARIAS</b>						
No	ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
	<b>1</b>	<b>PRELIMINARES</b>				<b>\$183,533,569</b>
1	1.1	Lozalización y Replanteo	m2	19676.64	\$2,050	\$40,337,112
2	1.2	Construcción de campamento en tabla de madera y teja de Zinc	m2	50.00	\$120,000	\$6,000,000
3	1.3	Construcción de Bateria de baños para personal. 2 sanitarios, 1 Orinal y 1 Lavadero	Und	2.00	\$580,050	\$1,160,100
4	1.4	Cerramiento provisional	MI	600.00	\$20,000	\$12,000,000
5	1.5	Suministro de Energia	Mes	4.00	\$70,000	\$280,000
6	1.6	Suministro de Agua y servicio publico	Mes	4.00	\$15,000	\$60,000
7	1.7	Valla Informativa 1mx2m	m2	1.20	\$110,250	\$132,300
8	1.8	Demolición manual de concreto	m3	2080.73	\$55,420	\$115,314,057
9	1.9	Remoción Mecanica de escombros.	m3	600.00	\$13,750	\$8,250,000
	<b>2</b>	<b>AFIRMADOS, BASE Y SUBASE</b>				<b>\$73,919,950</b>
10	2.1	Lleno compactado con afirmado manual, No incluye transporte de material	m3	60.00	\$50,450	\$3,027,000
11	2.2	Sub-Base granular, no incluye transporte de mate	m3	750.00	\$50,450	\$37,837,500
12	2.3	Subase granular para Bacheo, no incluye transporte de material	m3	22.40	\$104,700	\$2,345,280
13	2.4	Base Granular, no incluye transporte de Material	m3	499.00	\$56,830	\$28,358,170
14	2.5	Base Granular para bacheo, no incluye transorte de material	m3	22.40	\$105,000	\$2,352,000
	<b>3</b>	<b>PAVIMENTO RIGIDO</b>				<b>\$513,421,391</b>
15	3.1	Exacavacion en material comun por pavimento rigido existente	m3	8090.00	\$27,700	\$224,093,000
17	3.3	Concreto 3000 PSI - 20cm	m3	2418.93	\$87,500	\$211,656,375
18	3.4	Malla electrosoldada m-84	m2	5393.89	\$14,400	\$77,672,016
	<b>4</b>	<b>PAVIMENTO FLEXIBLE</b>				<b>\$147,159,772</b>
19	4.1	Excavación en material comun por pavimento rigido existente	m3	1300.00	\$27,700	\$36,010,000.00
20	4.2	Emulsión para pavimento asphaltico	m2	487.21	\$1,035	\$504,262
21	4.3	Riego de liga con emulsión asphaltica	m2	487.21	\$1,296	\$631,424
22	4.4	Pavimento en concreto asphaltico	m3	212.80	\$466,168	\$99,200,550
23	4.5	Pavimento en concreto asphaltico para bacheo	m3	22.60	\$478,475	\$10,813,535
	<b>5</b>	<b>ANDENES</b>				<b>\$105,076,125</b>
24	5.1	Concreto 3000 PSI - 10cm	m3	1200.87	\$87,500	\$105,076,125

	<b>6</b>	<b>ESTRUCTURAS Y DRENAJE</b>				<b>\$384,670,140</b>
25	6.1	Excavación en roca	m3	50.00	\$45,377	\$2,268,850.00
26	6.2	Excavación en material comun	m3	2000.00	\$23,200	\$46,400,000.0
27	6.3	Lleno compactado en material transportado	m3	1139.00	\$48,000	\$54,672,000.0
28	6.4	Pasamanos en tuberías HG 2" Incluye accesorios	ml	15.00	\$196,150	\$2,942,250.00
29	6.5	Acero Fy=6000psi Diametro menos a 1/4"	Kg	35420.00	\$2,996	\$106,118,320
30	6.6	Tuberia PVC Perforada de 4"	m	52.00	\$23,840	\$1,239,680.00
31	6.7	Cuneta revestida en concreto de 20,7MPA Incluye excavación y afirmado	m	1970.00	\$54,590	\$107,542,300
32	6.8	Lleno de material filtrante	m3	120.00	\$87,266	\$10,471,920.0
33	6.9	Geotextil no tejidon 1,6	m2	1086.00	\$4,920	\$5,343,120.00
34	6.10	Canal dissipador en concreto 20,7 MPA	m3	60.00	\$617,935	\$37,076,100.0
35	6.11	Cañuela en concreto de 20,7MPA e=0,10 h=0,40 a=30	ml	70.00	\$64,300	\$4,501,000.00
36	6.12	Caja de Inspección 0,8x0,8x0,8m en concreto 17,2mpa con tapa reforzada en concreto de 20,7mpa	Und	20.00	\$304,730	\$6,094,600.00
	<b>7</b>	<b>SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD</b>				<b>\$69,394,171.00</b>
37	7.1	Lineas de demarcación vial	m	1840.00	\$2,738.00	\$5,037,920.00
38	7.2	Señal vertical 0.90m (con cinta reflectiva)	Und	32.00	\$281,348.00	\$9,003,136.00
39	7.3	Pintura defensa metalica y estructuras existentes	m2	125.00	\$41,987.00	\$5,248,375.00
40	7.4	Defensa vial, inclute terminales	m	140.00	\$357,891.00	\$50,104,740.00
	<b>8</b>	<b>OBRAS VARIAS</b>				<b>\$3,403,250.00</b>
41	8.1	Limpieza de alcantarillas, incluye descole y retiro manual	Und	35.00	\$70,950.00	\$2,483,250.00
42	8.2	Limpieza manual de cunetas revestidos y canales en concreto, incluye retiro manual	m	2000.00	\$460.00	\$920,000.00
	<b>9</b>	<b>TRANSPORTE</b>				<b>\$62,610,000.00</b>
43	9.1	Transporte de Material (Base, Subase y afrimado)	m3-km	12470.00	\$1,000.00	\$12,470,000.00
44	9.2	Transporte de materiales provenientes de excavación	m3-km	50140	\$1,000.00	\$50,140,000.00
<b>Valor Costo Directo de la Obra</b>						<b>\$1,543,188,367.51</b>
<b>A.U (25%)</b>						<b>\$385,797,091.88</b>
<b>Valor Total Contrato de Obra</b>						<b>\$1,928,985,459.39</b>

## ANEXO B. MATRIZ DE RIESGO

### MATRIZ DE RIESGOS CARRERA 11 CALLES 26-31

CLASE RIESGO		PROBABILIDAD	IMPACTO
VEHICULAR	Alto indice de peatones	MEDIA	MEDIO
	Ocupación del espacio publico	MEDIA	ALTO
	Falta de señalizacion vial	ALTA	ALTO
	Poca Visibilidad	MEDIA	ALTO
	Estado fisico del pavimento	ALTA	ALTO
	Falta Iluminación	BAJA	MEDIO
AMBIENTAL	Inhalación de vapores y gases	BAJA	MEDIO
	Exposición al ruido	MEDIA	BAJO
	Exposición al polvo de carretera	MEDIA	BAJO
	Contacto con aceites y químicos	BAJA	ALTA
	Cantidad de basura en andenes y calle	MEDIA	MEDIO
SOCIAL	Ocupación de andenes	MEDIA	MEDIO
	Inseguridad	MEDIA	MEDIA
	Estado de andenes	ALTA	MEDIO

### MATRIZ DE RIESGOS CARRERA 12 CALLES 24-30

CLASE RIESGO		PROBABILIDAD	IMPACTO
VEHICULAR	Alto indice de peatones	MEDIA	MEDIO
	Ocupación del espacio publico	ALTA	ALTO
	Falta de señalizacion vial	ALTA	ALTO
	Poca Visibilidad	MEDIA	ALTO
	Estado fisico del pavimento	ALTA	ALTO
	Falta Iluminación	MEDIA	MEDIO
AMBIENTAL	Inhalación de vapores y gases	ALTA	MEDIO
	Exposición al ruido	ALTA	BAJO

	Exposición al polvo de carretera	MEDIA	BAJO
	Contacto con aceites y quimicos	ALTA	MEDIO
	Cantidad de basura en andenes y calle	ALTA	ALTO
<b>SOCIAL</b>	Ocupación de andenes	ALTA	ALTO
	Inseguridad	ALTA	ALTO
	Estado de andenes	ALTA	MEDIO

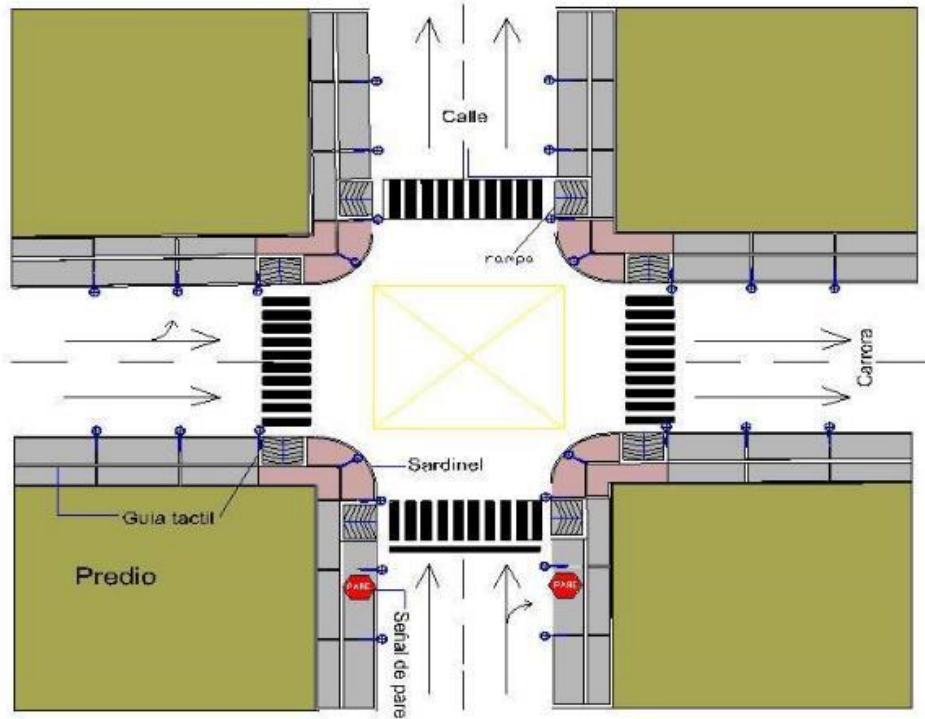
## MATRIZ DE RIESGOS CARRERA 12 CALLES 30-40

CLASE RIESGO		PROBABILIDAD	IMPACTO
<b>VEHICULAR</b>	Alto indice de peatones	MEDIA	MEDIO
	Ocupación del espacio publico	MEDIA	ALTO
	Falta de señalizacion vial	ALTA	ALTO
	Poca Visibilidad	BAJA	MEDIO
	Estado fisico del pavimento	MEDIO	ALTO
	Falta Iluminación	MEDIA	MEDIO
<b>AMBIENTAL</b>	Inalación de vapores y gases	MEDIA	MEDIO
	Exposición al ruido	MEDIA	BAJO
	Exposición al polvo de carretera	MEDIA	BAJO
	Contacto con aceites y quimicos	MEDIA	MEDIO
	Cantidad de basura en andenes y calle	ALTA	ALTO
<b>SOCIAL</b>	Ocupación de andenes	ALTA	ALTO
	Inseguridad	MEDIA	ALTO
	Estado de andenes	ALTA	MEDIO

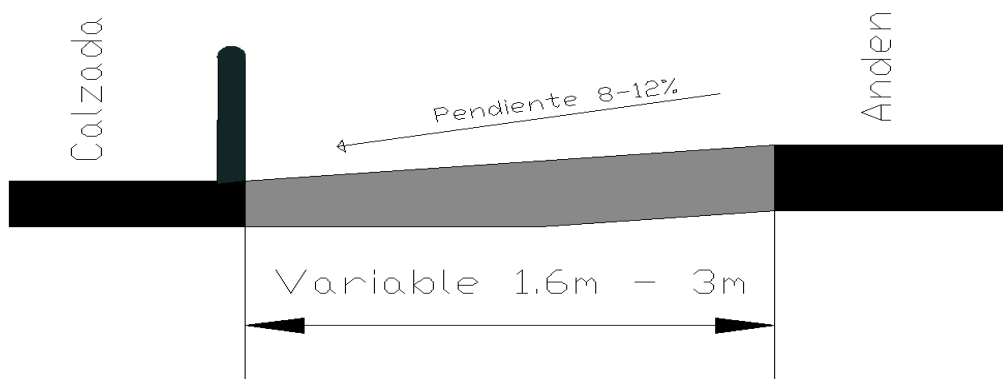
### ANEXO C. PLANOS

Detalle de la intersección para todas las vías y su señalización respectiva.

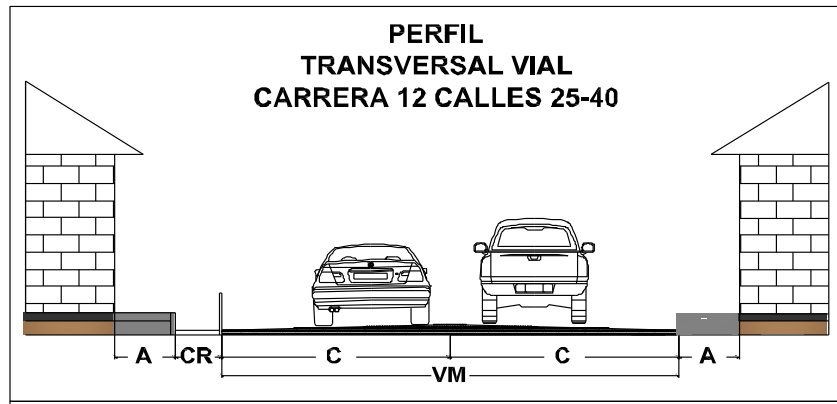
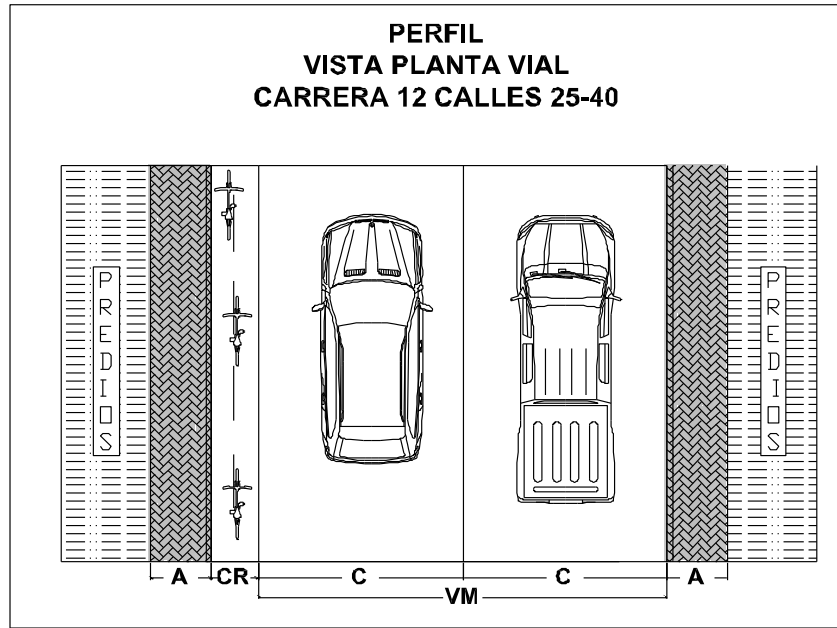
## Detalle de la Intersección



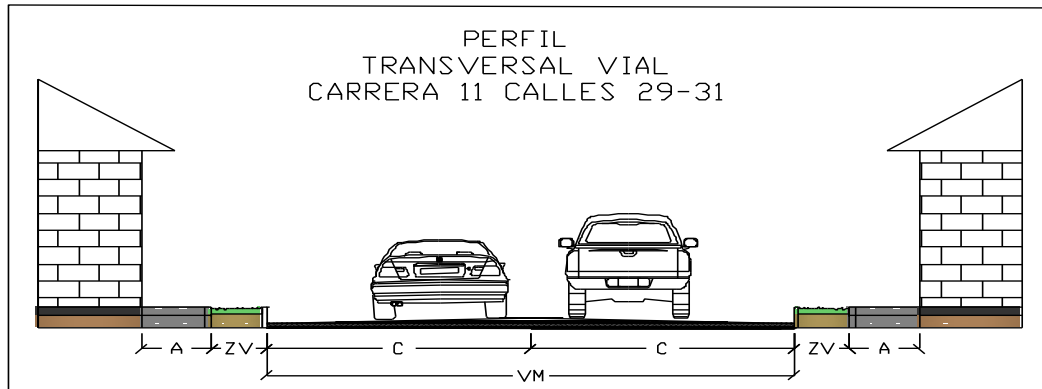
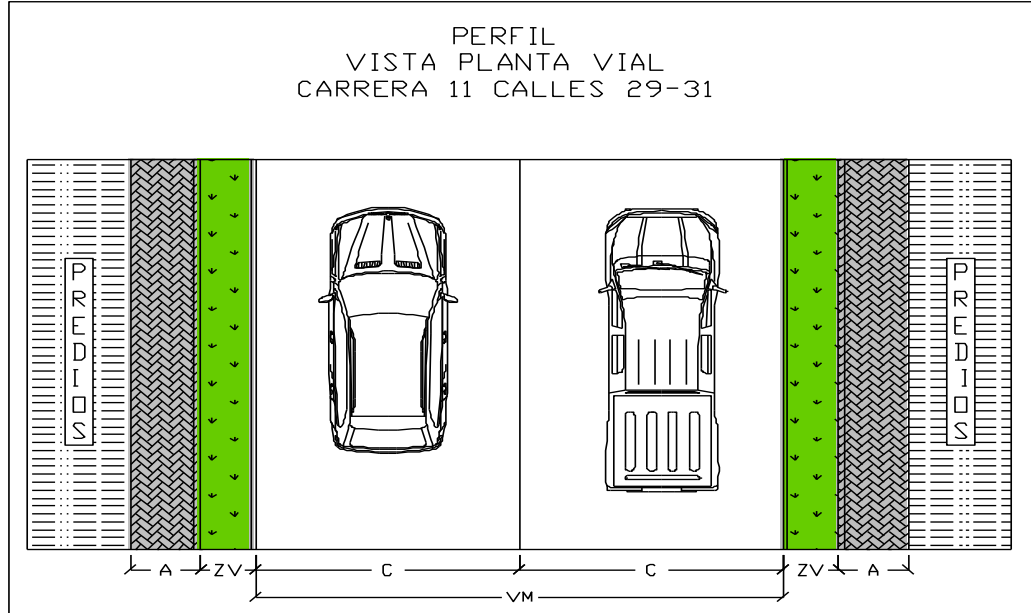
## Detalle de Rampa de acceso



PERFIL VIAL IDEAL

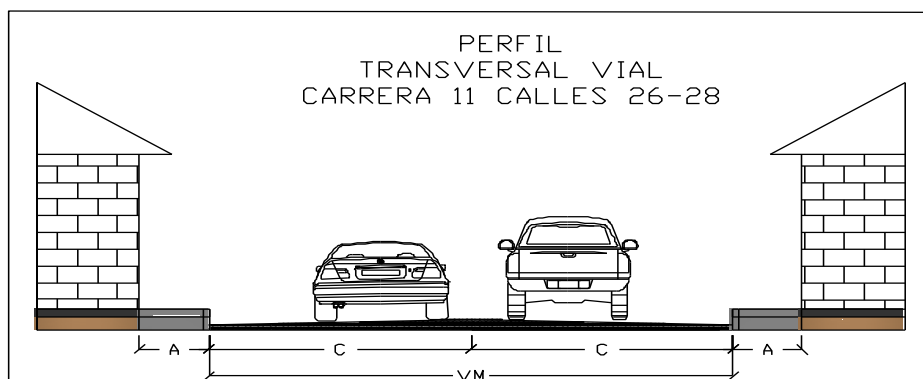
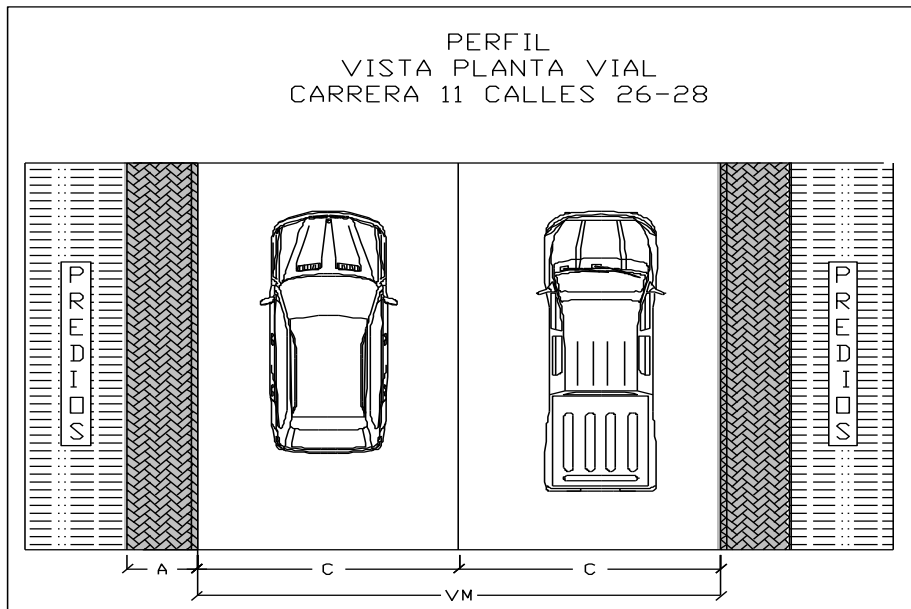


TRAMO	Vía Modificada (VM)	Anden (A)	Ancho	Alto	Cicloruta (CR)	Zona verde (ZV)
Calle 26 - Anden izquierdo	9	4.14	1.7	0.16		no
Calle 26 - Anden derecho			1.8	0.16	1	no
Calle 27 - Anden izquierdo	9	5.9	2.4	0.16		no
Calle 27 - Anden derecho			2.9	0.16	1	no
Calle 28 - Anden izquierdo	9	4.9	2.0	0.16	1	no
Calle 28 - Anden derecho			2.3	0.16	1	no
Calle 29 - Anden izquierdo	9	5.9	2.4	0.16	1	no
Calle 29 - Anden derecho			2.9	0.16	1	no
Calle 30 - Anden izquierdo	9	7.555	3.0	0.16	1	no
Calle 30 - Anden derecho			4.0	0.16	1	no
Calle 31 - Anden izquierdo	9	7.97	3.2	0.16	1	no
Calle 31 - Anden derecho			4.3	0.16	1	no
Calle 32 - Anden izquierdo	9	6.97	2.8	0.16	1	no
Calle 32 - Anden derecho			3.6	0.16	1	no
Calle 33 - Anden izquierdo	9	7.96	3.2	0.16	1	no
Calle 33 - Anden derecho			4.3	0.16	1	no
Calle 34 - Anden izquierdo	9	8.04	3.2	0.16	1	no
Calle 34 - Anden derecho			4.4	0.16	1	no
Calle 35 - Anden izquierdo	9	3.95	1.6	0.16	1	no
Calle 35 - Anden derecho			1.6	0.16	1	no
Calle 36 - Anden izquierdo	9	3.21	1.3	0.16	1	no
Calle 36 - Anden derecho			1.1	0.16	1	no
Calle 37 - Anden izquierdo	9	4.59	1.8	0.16	1	no
Calle 37 - Anden derecho			2.1	0.16	1	no
Calle 38 - Anden izquierdo	9	8.66	3.5	0.16	1	no
Calle 38 - Anden derecho			4.8	0.16	1	no
Calle 39 - Anden izquierdo	9	9.06	3.6	0.16	1	no
Calle 39 - Anden derecho			5.0	0.16	1	no
Calle 40 - Anden izquierdo	9	5.21	2.1	0.16	1	no
Calle 40 - Anden derecho			2.5	0.16	1	no




















TRAMO	Via modificada (VM)	Anden (A)	Ancho	Alto	Zona verde (ZV)	
Calle 29 - Anden izquierdo	6.6	7.68	2.84	0.16	SI	1
Calle 29 - Anden derecho			2.84	0.16	SI	1
Calle 30 - Anden izquierdo	6.6	10.17	4.09	0.16	SI	1
Calle 30 - Anden derecho			4.09	0.16	SI	1
Calle 31 - Anden izquierdo	6.6	8.79	3.40	0.16	SI	1
Calle 31 - Anden derecho			3.40	0.16	SI	1





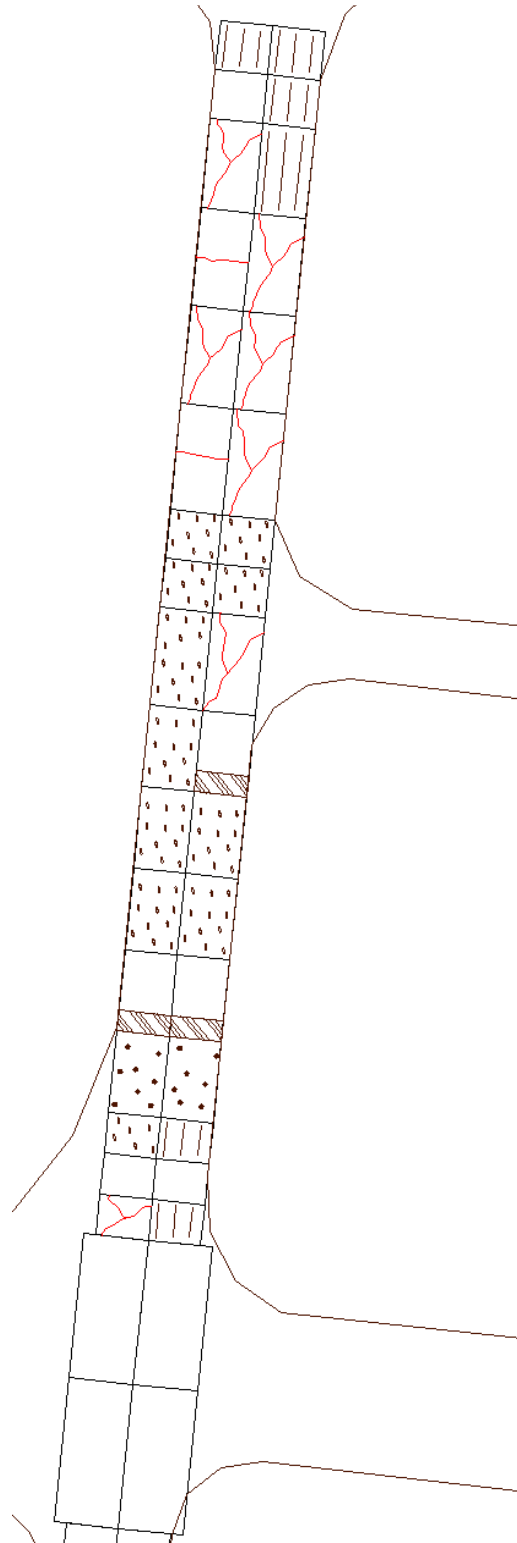
Tramo	Via modificada (VM)	Anden (A)	Ancho	Alto	Zona verde (ZV)	
Calle 26 - Anden izquierdo	5.4	2.4	1.20	0.16	NO	0
Calle 26 - Anden derecho			1.20	0.16	NO	0
Calle 27 - Anden izquierdo	5.4	2.4	1.20	0.16	NO	0
Calle 27 - Anden derecho			1.20	0.16	NO	0
Calle 28 - Anden izquierdo	5.4	2	1.00	0.16	NO	0
Calle 28 - Anden derecho			1.00	0.16	NO	0

**Cuadro resumen: representación gráfica de las patologías.**

	BCH	BACHES
	CD	CARAS DURAS
	DE	DESCASCARAMIENTO
	DI	DESINTEGRACIÓN
	DPL	DESPOTRILLAMIENTO DE JUNTAS LONGITUDIANAL
	DPT	DESPOTRILLAMIENTO DE JUNTAS TRASVERSAL
	DSL	DETERIORO DEL SELLO LONGITUDINAL
	DST	DETERIORO DEL SELLO TRASVERSAL
	FB	FISURAS EN BLOQUE
	GA	GRIETAS EN POZOS Y SUMIDEROS
	GB	GRIETAS EN BLOQUE O FRACTURAS MULTIPLES
	GE	GRIETAS DE ESQUINAS
	GL	GRIETAS LONGITUDINALES
	GP	GRIETAS EN LOS EXTREMOS DE LOS PASADORES
	GT	GRIETAS TRANSVRSALES
	PCH	PARCHE
	PU	PULIMIENTO

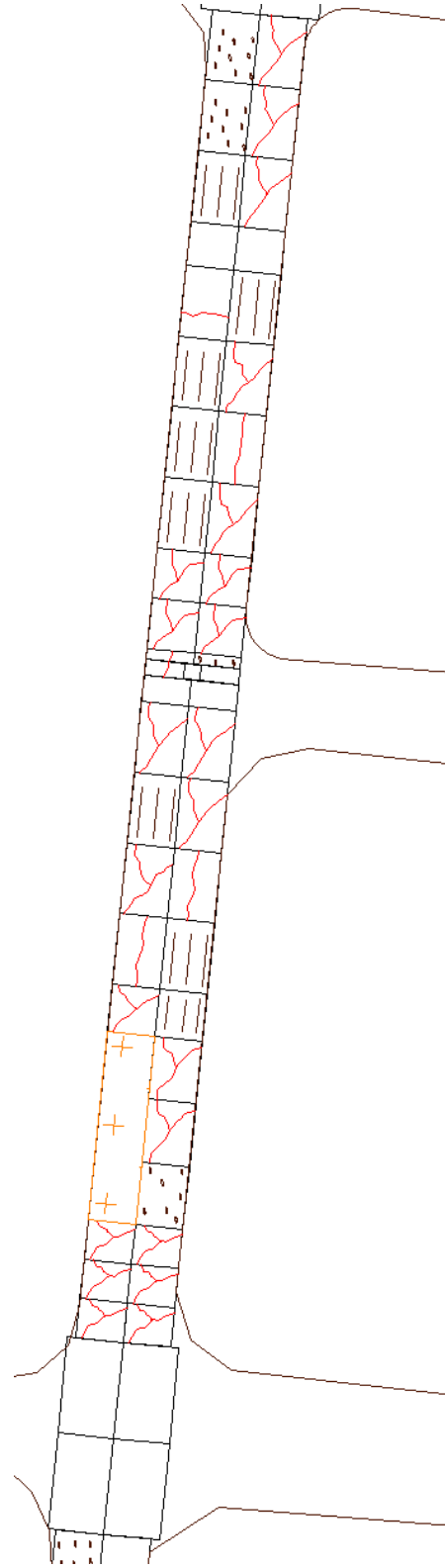
**CARRERA 11**

**Calle 26**

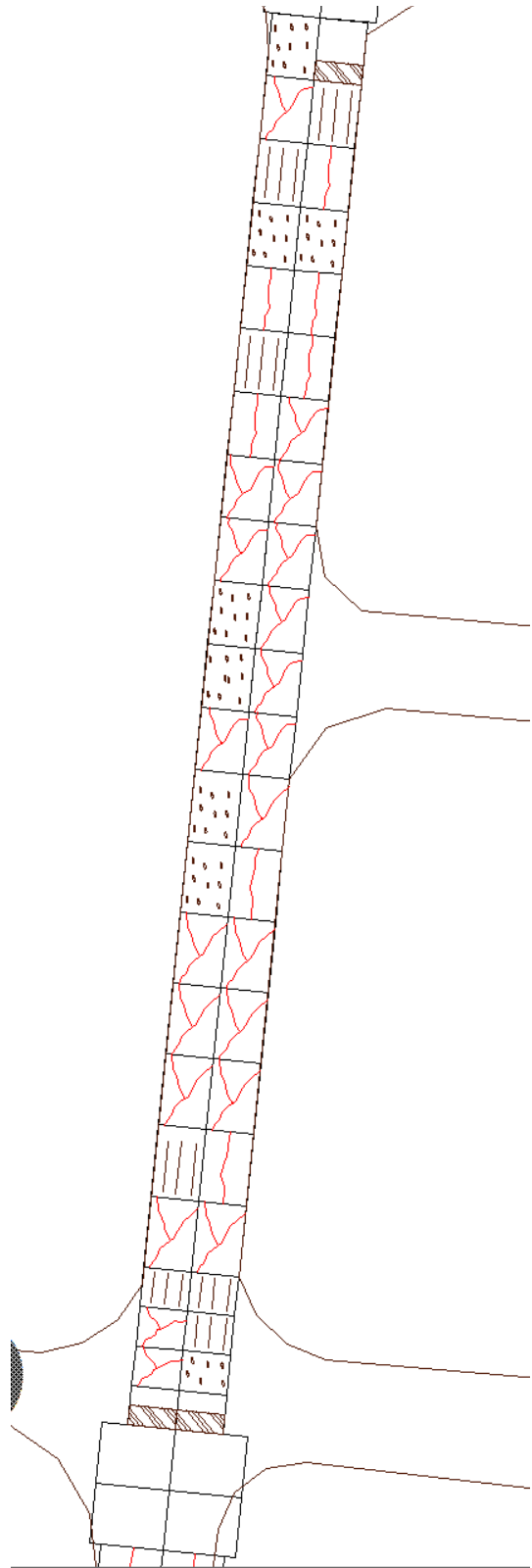




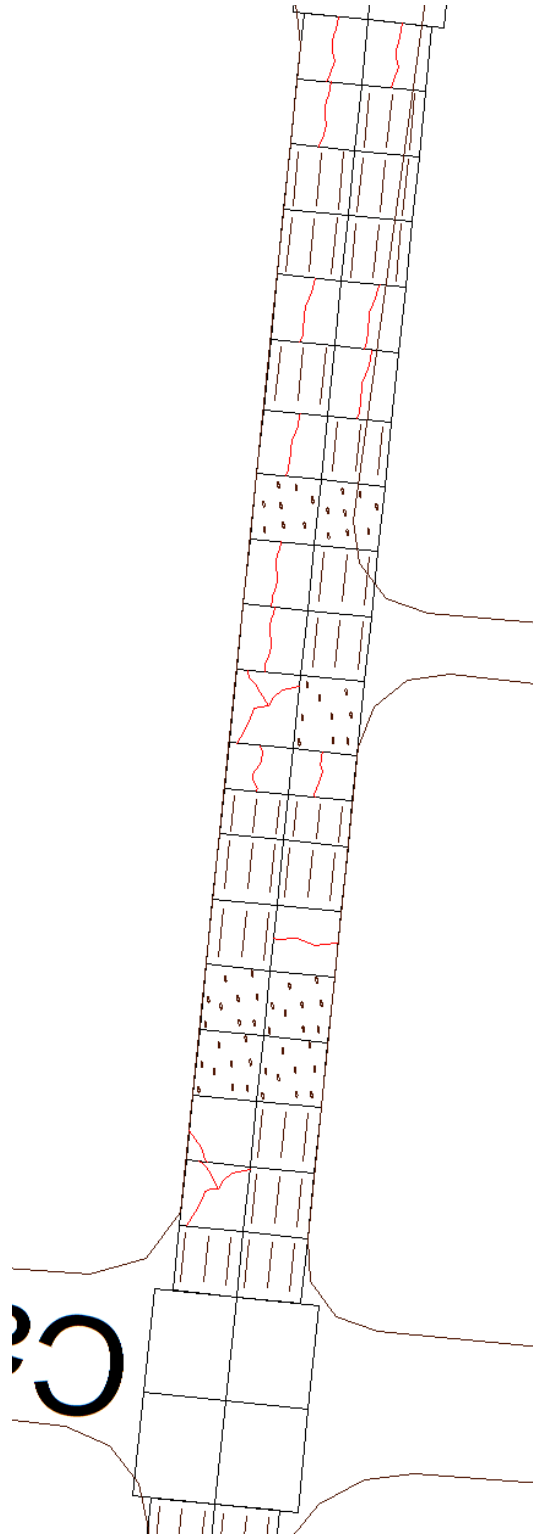
Call2 28



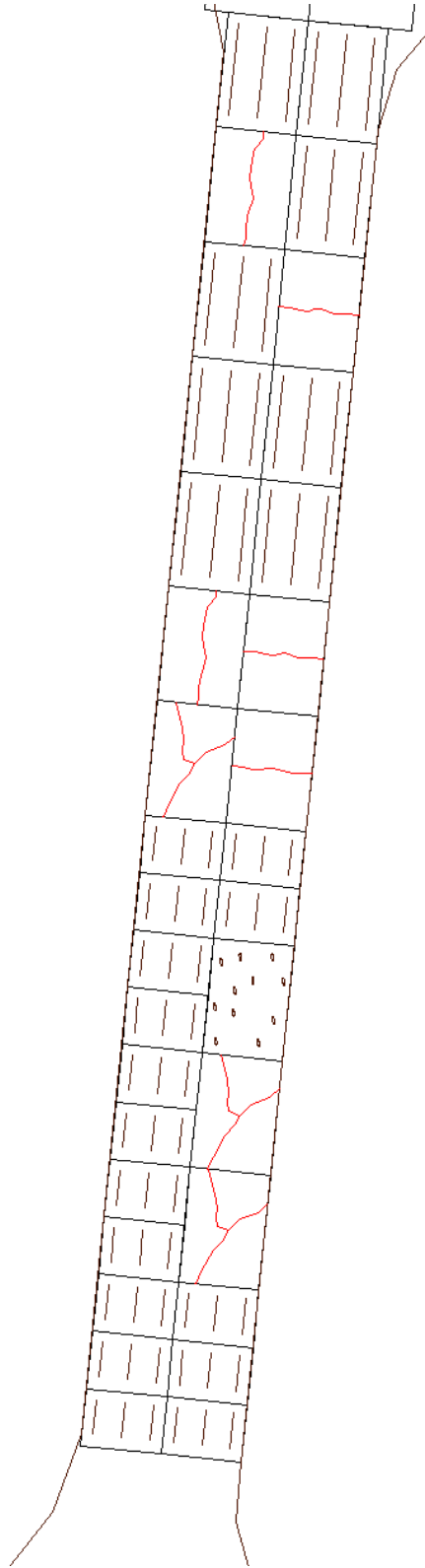
Calle 29



Calle 30



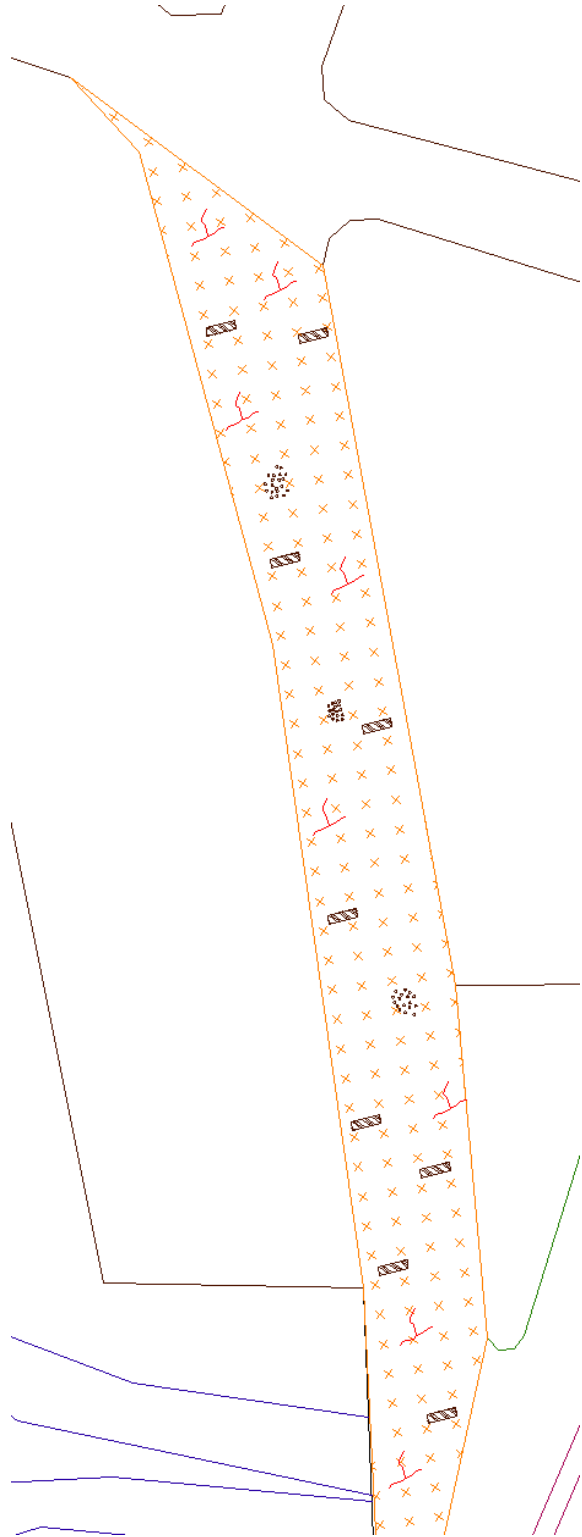
**Calle 31**



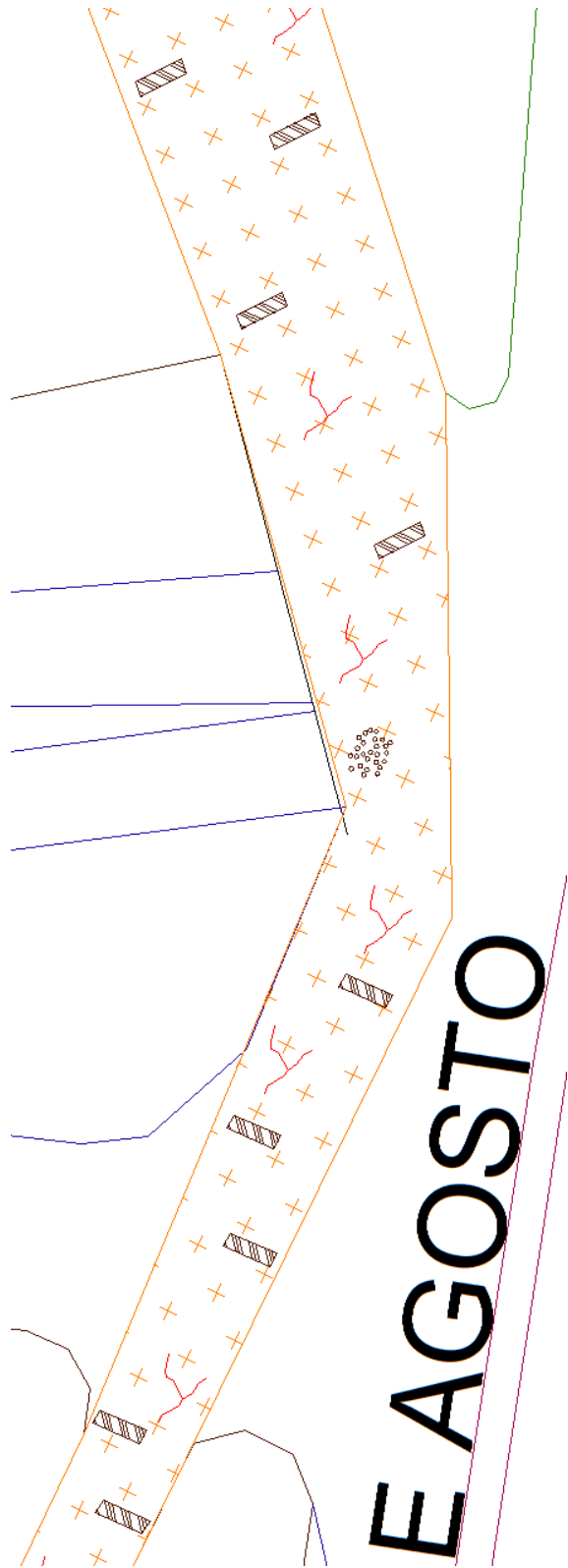


**CARRERA 12**

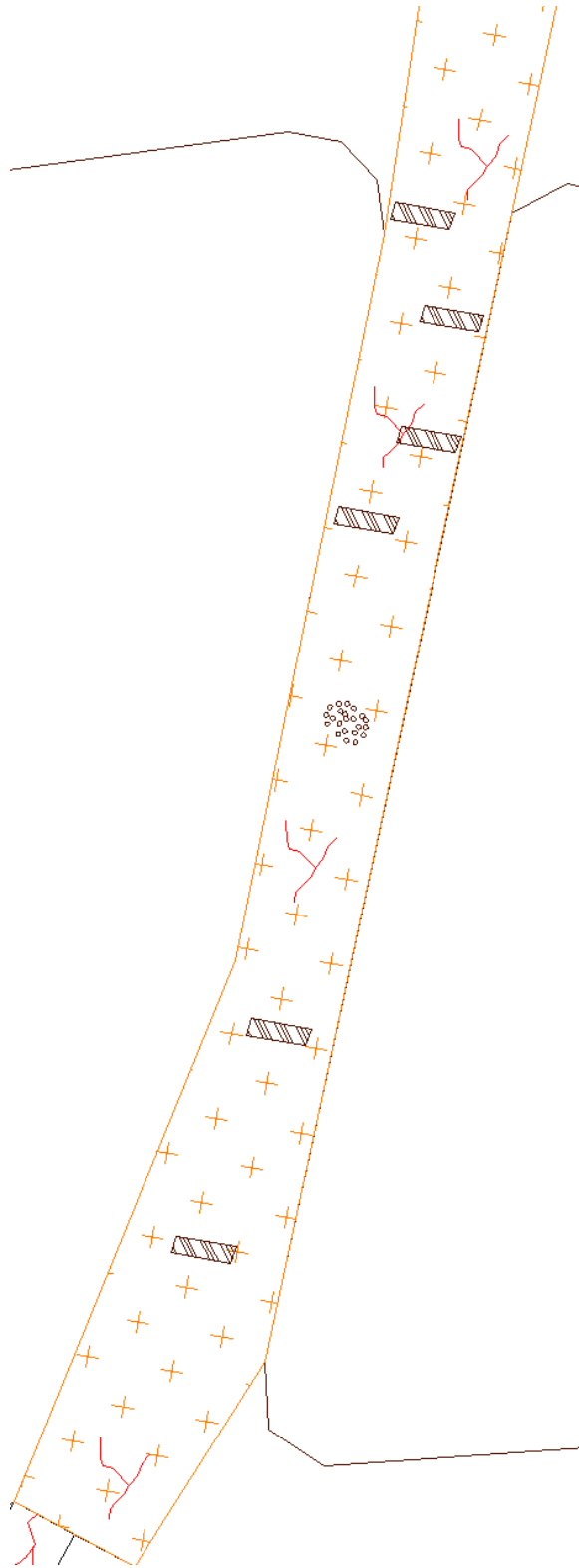
**Calle 24**



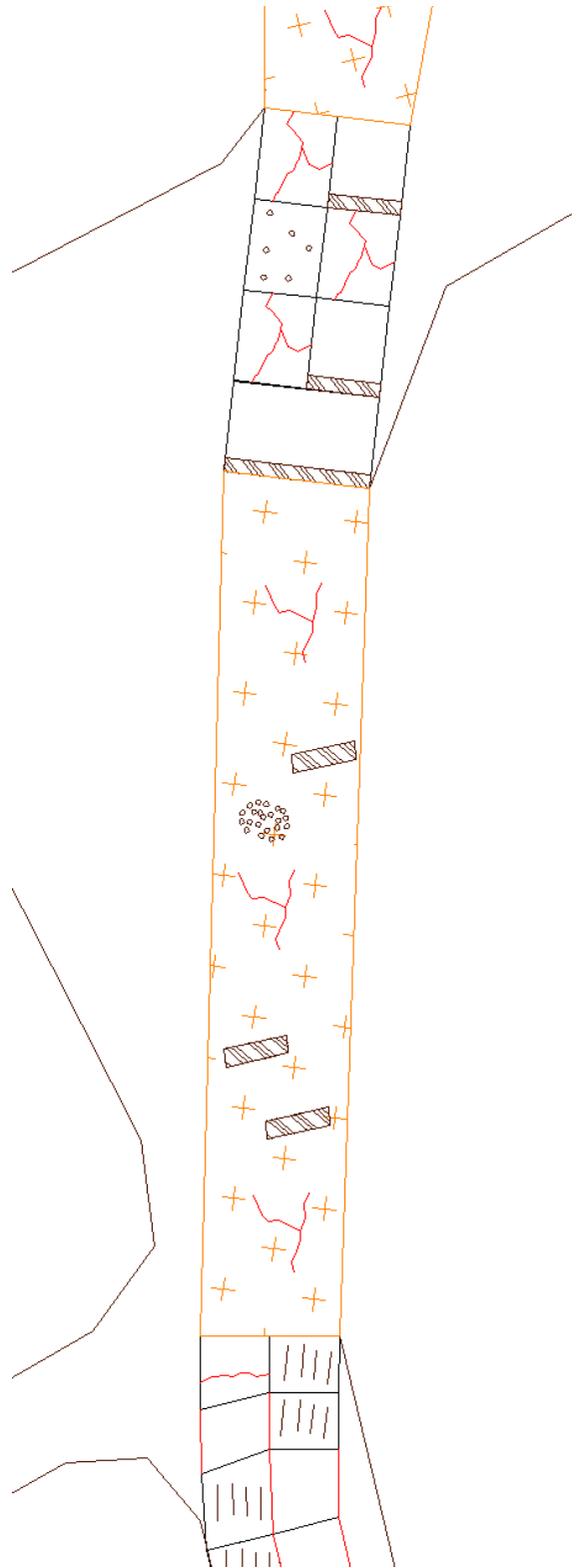
Calle 25



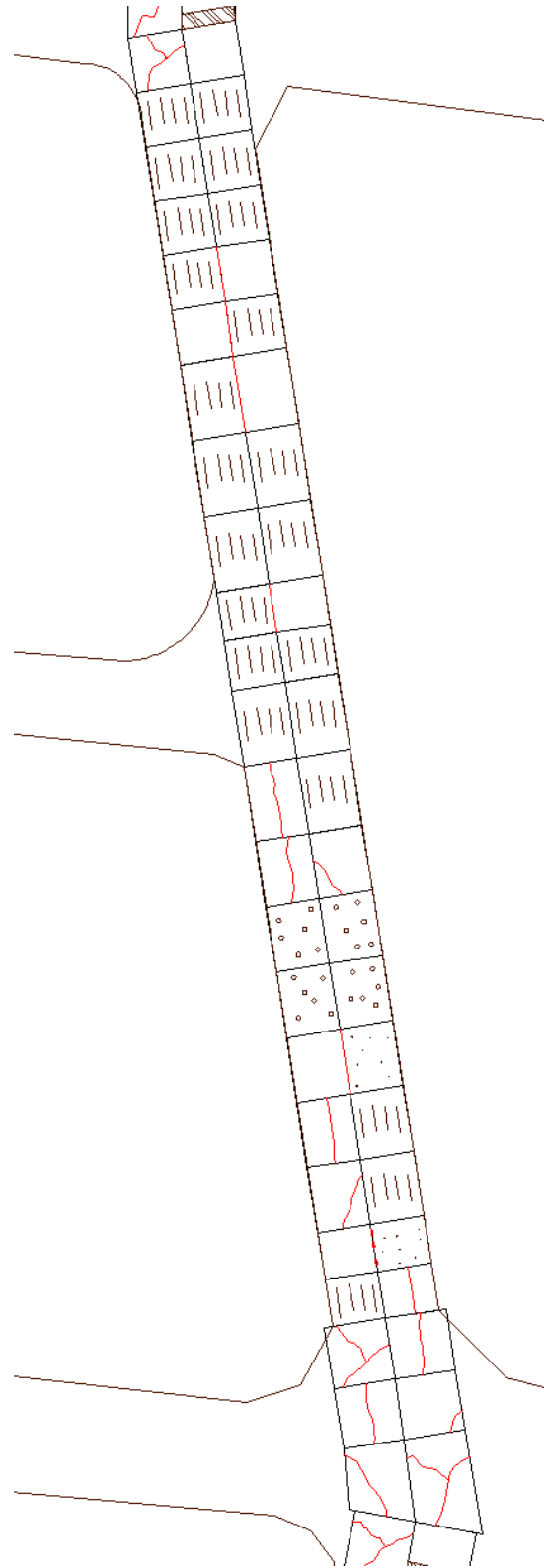
Calle 26



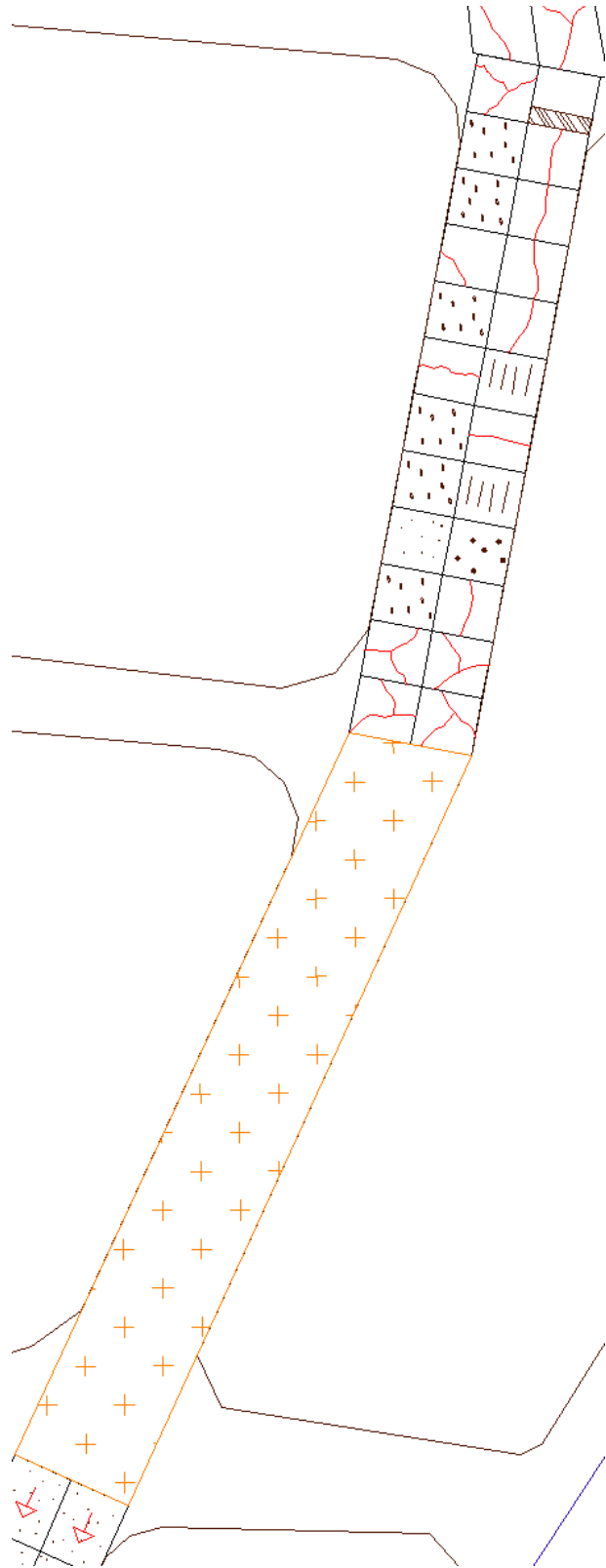
Calle 27



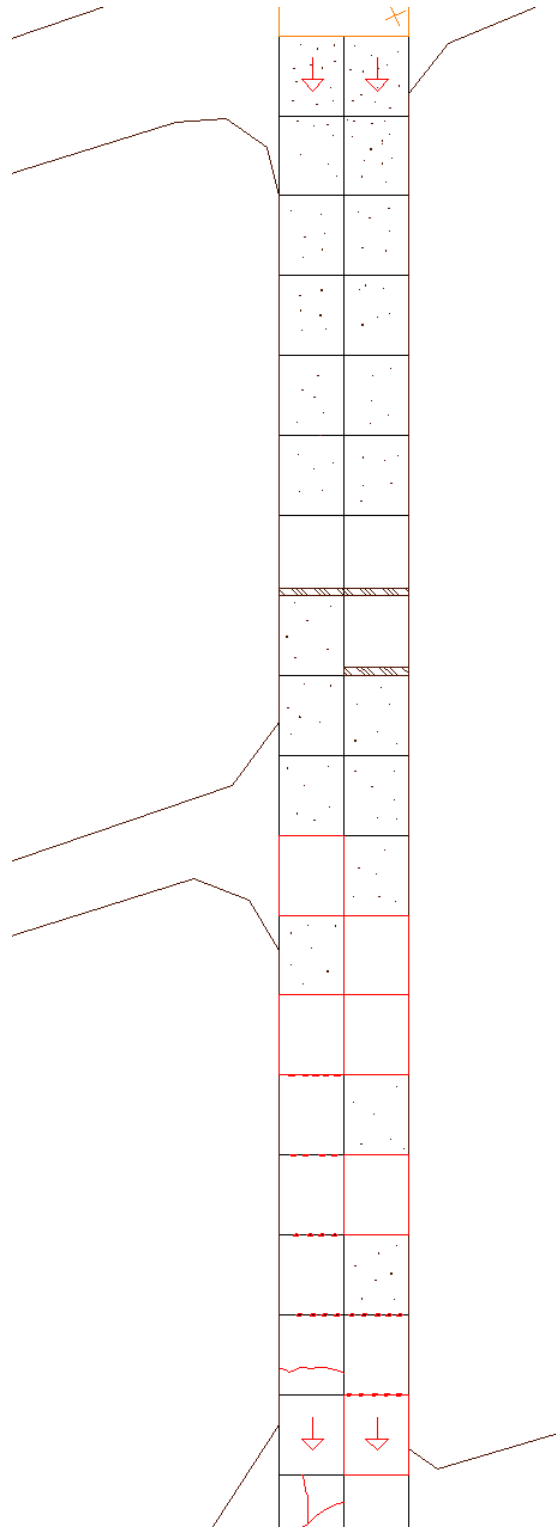
**Calle 28**



**Calle 29**



**Calle 30**

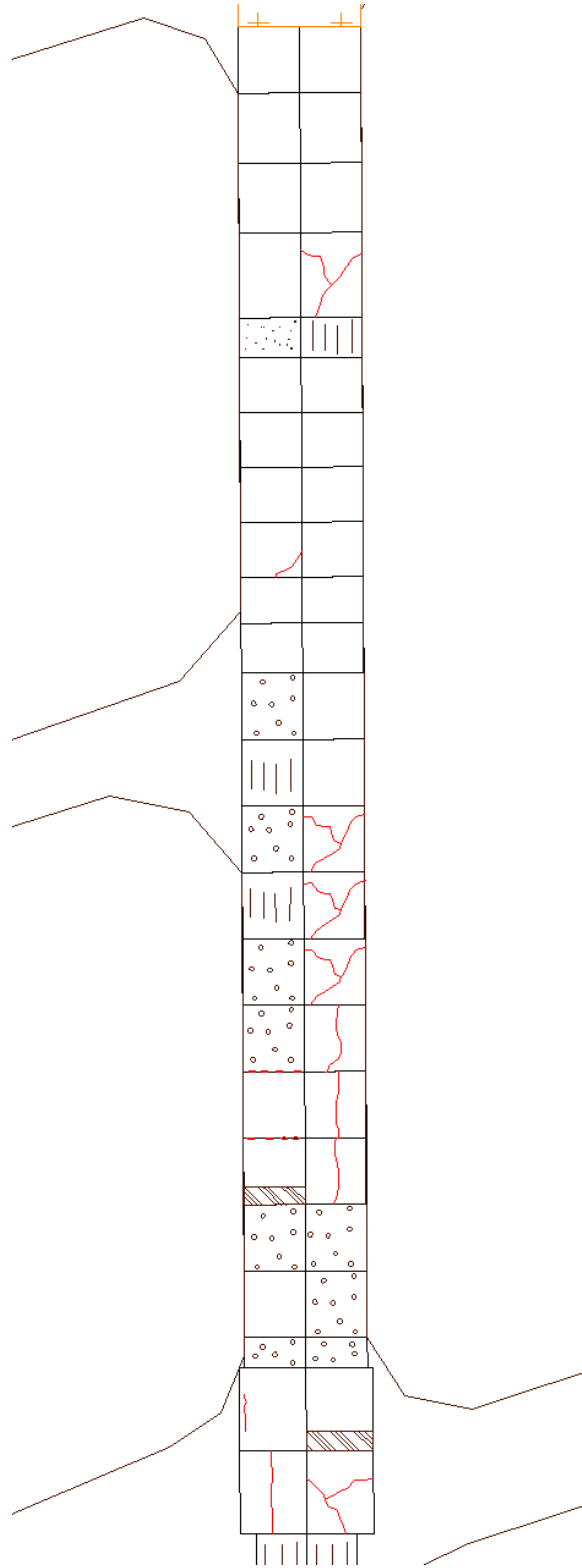




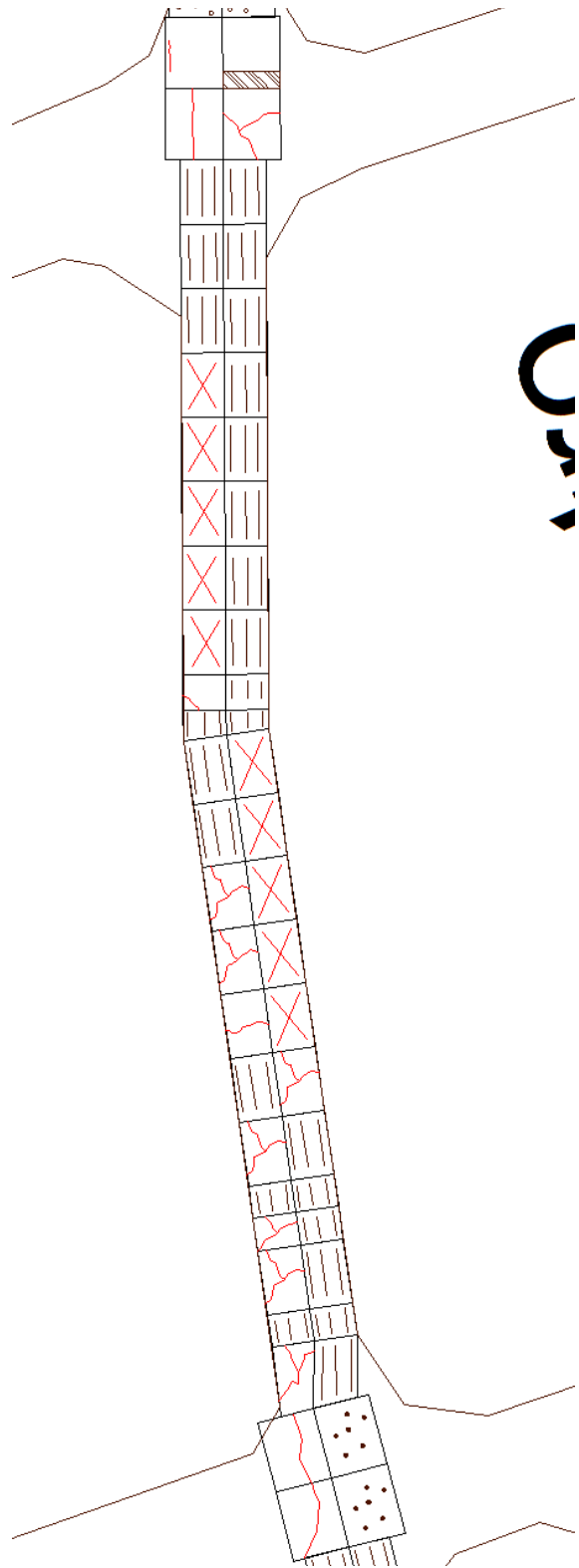




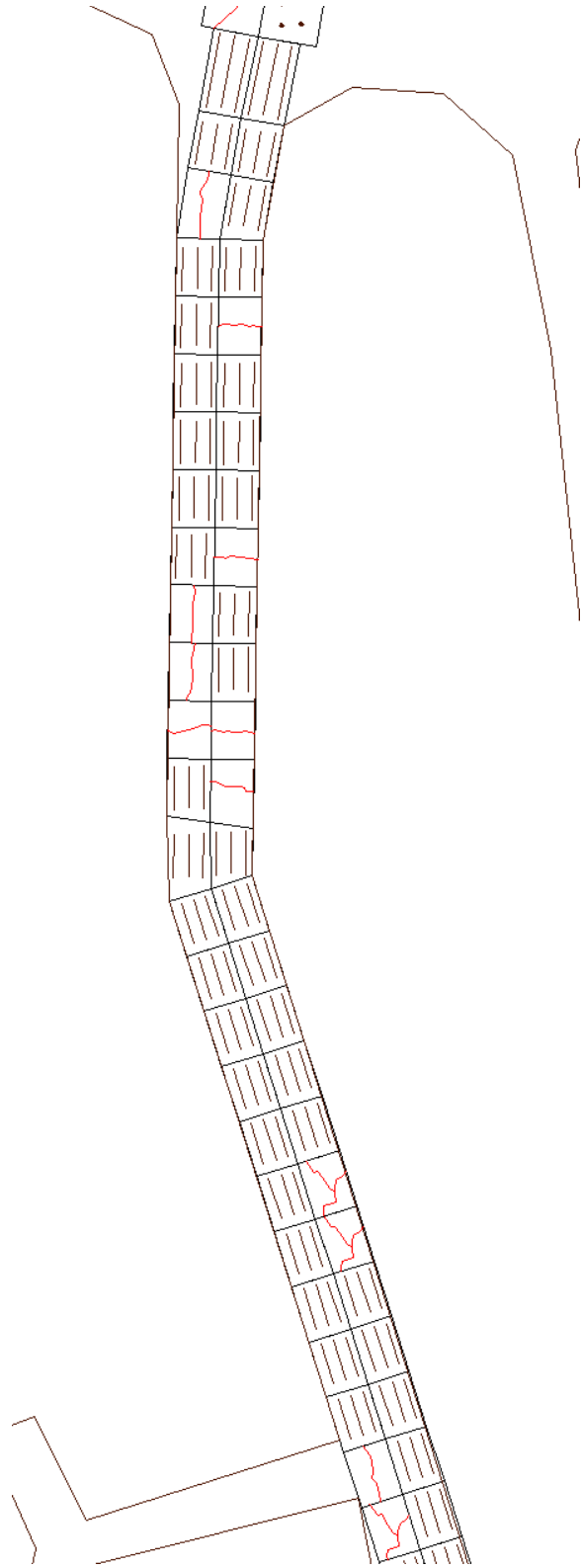
**Calle 33**



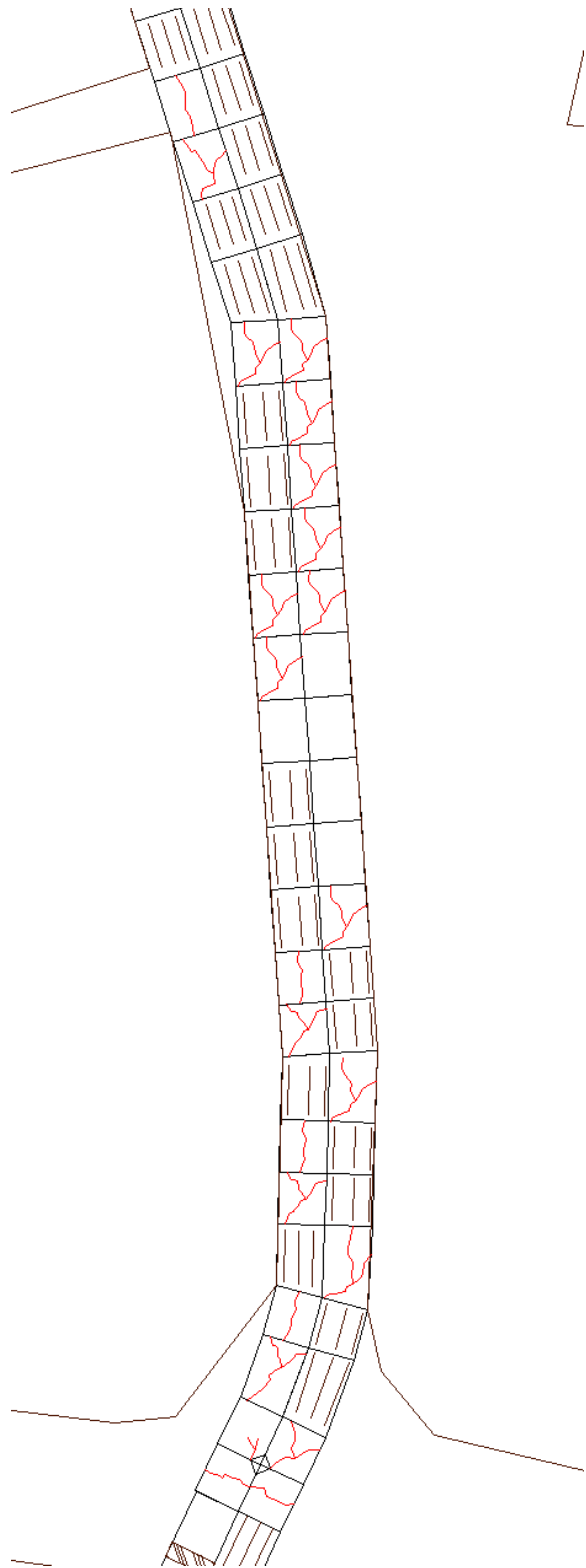
Calle 34



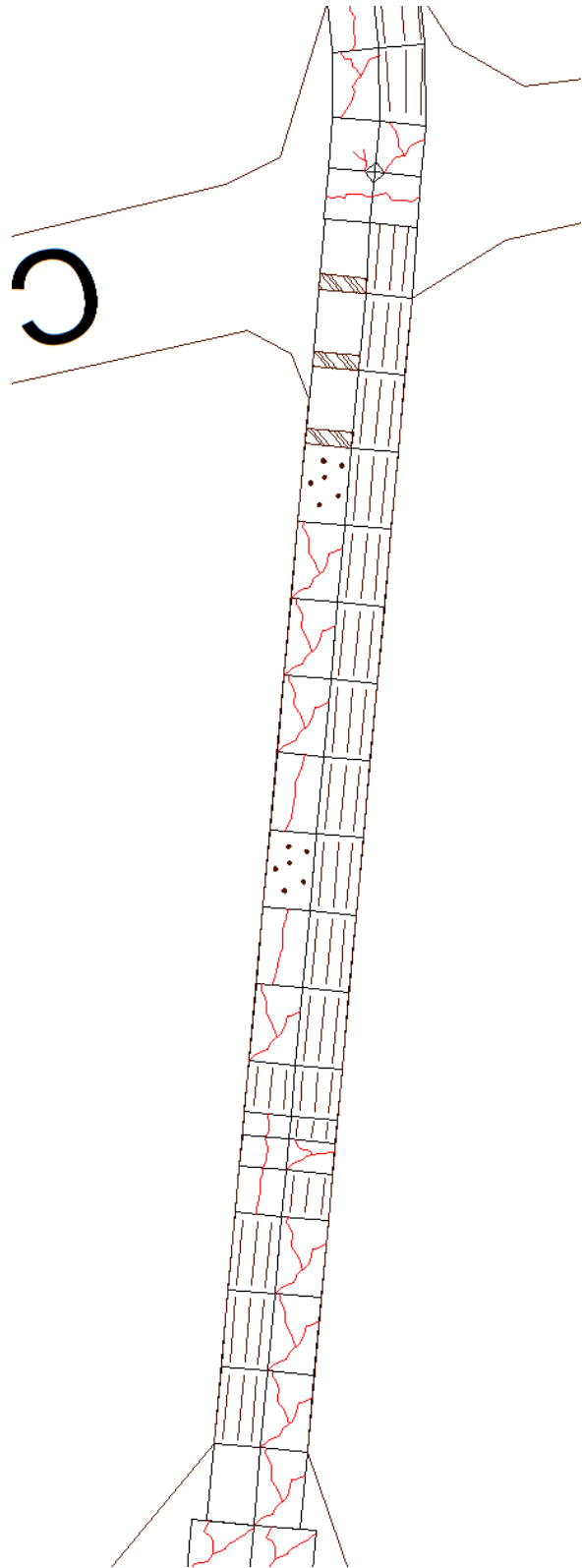
**Calle 35**



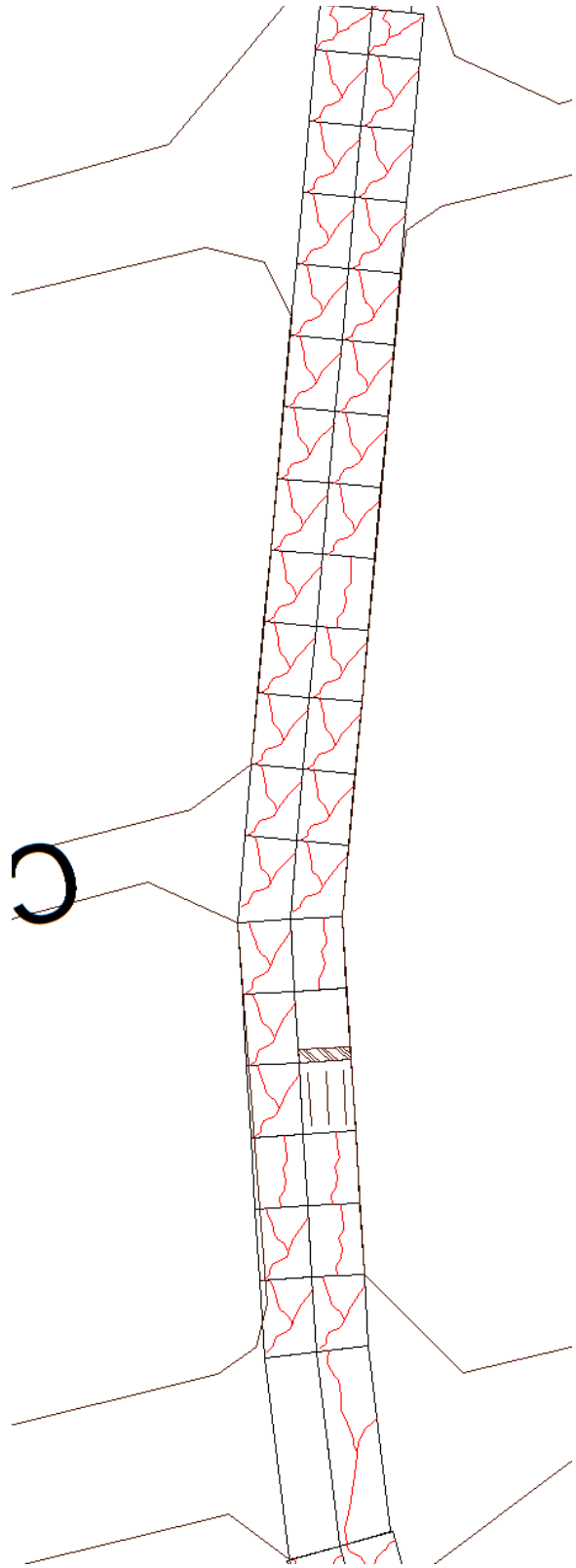
**Calle 36**



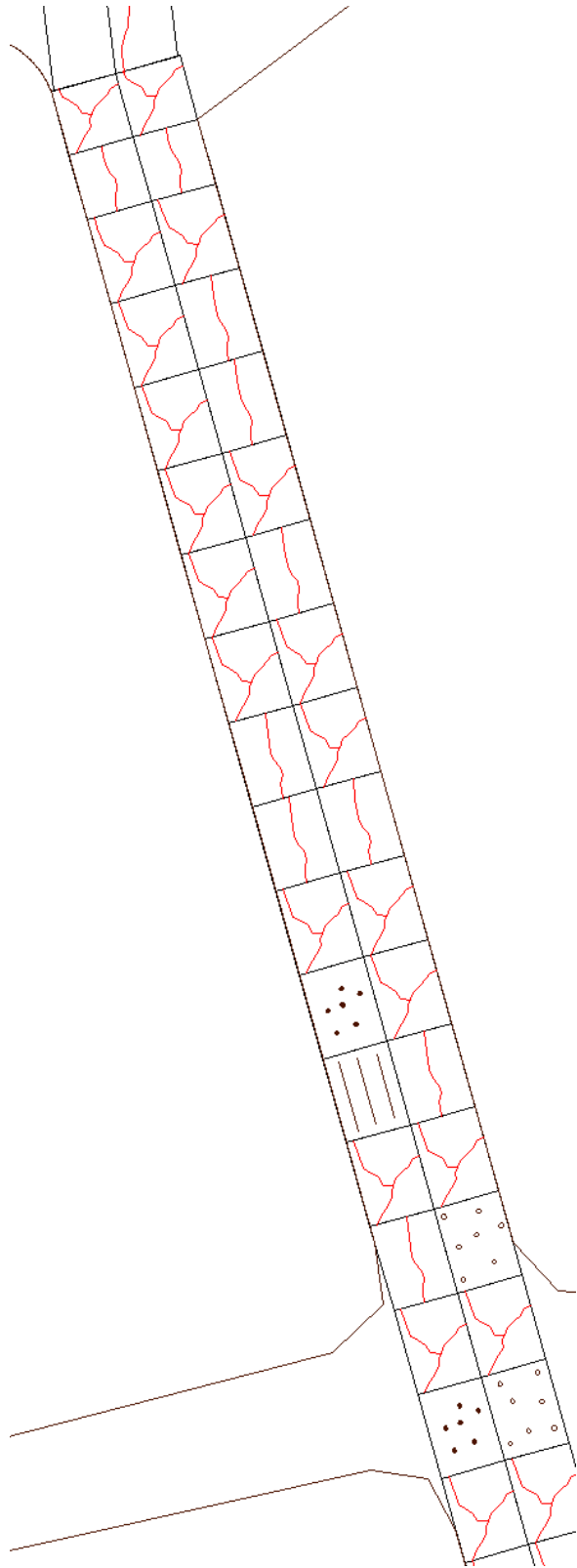
Calle 37



**Calle 38**



**Calle 39**





**Calle 40**

