

**ESTUDIO DE SEGURIDAD VIAL, EN INTERSECCIONES CRÍTICAS EN EL
TRAMO VIAL DE LA CALLE 17 ENTRE CARRERA 11 HASTA LA CARRERA
29 DE LA CIUDAD DE PASTO**

**LUIS FERNANDO ZAPATA VILLARREAL
EDWIN MAURICIO GONZALEZ RODRIGUEZ**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
SAN JUAN DE PASTO
2014**

**ESTUDIO DE SEGURIDAD VIAL, EN INTERSECCIONES CRÍTICAS EN EL
TRAMO VIAL DE LA CALLE 17 ENTRE CARRERA 11 HASTA LA CARRERA
29 DE LA CIUDAD DE PASTO**

**LUIS FERNANDO ZAPATA VILLARREAL
EDWIN MAURICIO GONZALEZ RODRIGUEZ**

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de
Ingeniero Civil**

**DIRECTOR:
I.C.ESP. LUIS MERINO CHAMORRO**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
SAN JUAN DE PASTO
2014**

NOTA DE RESPONSABILIDAD

Las ideas aportadas en el trabajo de grado son responsabilidad exclusiva de los autores.

Artículo 1° acuerdo # 324 del 11 de Octubre de 1966 del honorable consejo directivo de la Universidad de Nariño

“La universidad de Nariño no se hace responsable de las opiniones o resultados obtenidos en el presente trabajo y para su publicación priman las normas de derecho de autor”.

Artículo 13, Acuerdo N.005 de 2010 emanado del Honorable Consejo Académico.

Nota de aceptación

Presidente del jurado

Jurado

Jurado

San Juan De Pasto, Octubre del 2014

DEDICATORIA

En primer lugar a Dios, por darme la valentía y fuerza necesaria para afrontar todos los retos que se han presentado a lo largo de mi vida.

A mis padres, JAIRO HERNAN ZAPATA RUIZ y DORIS GILMA VILLARREAL, porque siempre han estado a mi lado brindándome su amor, ejemplo y apoyo.
A mi hermana, LORENA ZAPATA, que con su apoyo y preocupación pude sacar este proyecto adelante.

A mi esposa, ANGELITA, por su apoyo y esfuerzo para poder sacar esta nueva meta adelante.

A mi chiquitina linda, MARIA FERNANDA, que cada día ilumina mi camino para salir adelante.

A mi abuelito, LUIS VILLARREAL, las enseñanzas que me brindo fueron de gran apoyo para afrontar todos los retos de que cada día.

A mi compañero de tesis, MAURICIO GONZALEZ, por el apoyo brindado para poder sacar este trabajo adelante.

LUIS FERNANDO ZAPATA VILLARREA

DEDICATORIA

Este proyecto va dedicado especialmente a mis padre EDWIN HUMBERTO GONZALEZ, madre MARIA ESTELA RODRIGUEZ MARTINEZ y hermano HAROLD HUMBERTO GONZALEZ RODRIGUEZ que siempre me apoyaron a desarrollar y poder concluir satisfactoriamente el trabajo de tesis para completar una maravillosa carrera como es ingeniería civil.

A mi compañero de tesis LUIS FERNANDO ZAPATA VILLARREAL por los esfuerzos realizados en nuestro trabajo de grado.

Además va dedicada a mis tíos, primos, todos mis familiares y amigos que continuamente me brindan su apoyo en los proyectos de crecimiento personal.

Es de suma importancia agradecer esta tesis a todos los profesores de la honorable Universidad de Nariño, de la cual me siento orgulloso por las enseñanzas que dejan en mi vida y todo lo que representa haber hecho parte de ella.

Muchas gracias!

EDWIN MAURICIO GONZALEZ RODRIGUEZ

RESUMEN

Las estadísticas de accidentalidad son de gran preocupación para las entidades encargadas del mantenimiento y operación de los corredores viales a su cargo, razón por la cual se hizo necesario determinar los puntos críticos de accidentalidad con el objetivo de dar a conocer el estudio trazando como meta disminuir la tasa accidentalidad en San Juan de Pasto en el tramo vial de la calle 17 entre carreras 11 a 29.

Para la elaboración del presente estudio se hizo necesario recopilar la accidentalidad presentada en los sectores comprendidos entre las carreras 11 a 29 arrojando nueve intersecciones críticas en la ciudad de pasto. Con base en la información captada, se identificaron los puntos críticos de accidentalidad de muertos o heridos.

Luego de determinar los sitios críticos de accidentalidad, se plantea la metodología de evaluación de los dispositivos de seguridad vial, como alternativa para determinar las deficiencias del estado de conservación de la vía en temas relacionados con la topografía, el diseño en planta, la capacidad de la vía y su nivel de servicio, el estado de sumideros y de la infraestructura vial con inspección visual de cada uno de ellos y por último la señalización horizontal y vertical, dirigida a mejorar las condiciones de transitabilidad y seguridad de los usuarios. Finalmente se correlaciona dichas deficiencias en relación con la identificación de los puntos críticos basados en sucesos representativos para determinar el riesgo que presenta cada intersección en estudio con el fin de disminuir los índices de accidentalidad.

ABSTRACT

The accident statistics are of great concern to the agencies responsible for the maintenance and operation of road corridors in charge, why it was necessary to determine the critical points of accidents with the aim of publicizing the study tracing target decrease the accident rate in Pasto on the road stretch of 17 street racing 11-29 .

For the preparation of this study was necessary to collect the accident presented in the sectors between 11-29 races throwing nine critical intersections in the city of grass. Based on the capture din formation, accident host pots of death sort injuries were identified.

After determining the critical accident sites, the methodology for evaluating road safety devices as an alternative is proposed to determine the weaknesses of the condition of the road on topics related to the two epigraphy, the design plan, the ability to the route and level of service, the state of sinks and road infrastructure with visual inspection of each and finally the horizontal and vertical signage directed at improving traffic conditions and safety of users.

Finally correlates the seed efficiencies regarding the identification of critical points to determine the risk posed by each study intersection in order to reduce accident rates.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	18
1. MARCO DE REFERENCIAS	25
1.1 ANTECEDENTES	25
1.1.1 Beneficios.....	25
1.2 MARCO LEGAL	26
1.3 ANÁLISIS DE ESTADÍSTICAS DE ACCIDENTALIDAD VÍAL	27
1.3.1 Análisis de estadísticas de accidentalidad en Colombia:	27
1.4 SITIO.....	28
1.4.1 Condiciones generales.....	29
1.4.2 Topografía del entorno.....	29
1.5 CAUSAS MEDIATAS DE LA ACCIDENTALIDAD VÍAL	30
1.5.1 Consideraciones sociales:.....	30
1.5.2 Entorno urbano	31
1.5.3 Consideraciones institucionales	31
1.6 CAUSAS INMEDIATAS DE LA ACCIDENTALIDAD VÍAL	32
1.6.1 Entorno urbanístico.....	32
1.6.2 Situación urbanística actual.	32
1.6.3 Sistema vial básico	33
1.6.4 Sistema de actividades y centros de actividad.....	34
1.6.5 Mobiliario urbano y paisajismo	34
1.6.6 Infraestructura de servicios	34
2. ESTUDIO DE SEGURIDAD VÍAL	35
2.1 RECONOCIMIENTO VISUAL DE LAS INTERSECCIONES CRÍTICAS ...	35
2.2 ESTADÍSTICAS DE ACCIDENTALIDAD DE SAN JUAN DE PASTO.....	35
2.3 MANUAL GENERAL	36

2.3.1	Composición del formato general (Tabla N°2.1).	36
2.3.2	Formato general:.....	37
2.4	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.....	37
2.4.1	Amarre de puntos con estación total:.....	38
2.5	DETERMINACION DE LA COMPOSICION DE LA VIA.....	38
2.5.1	Determinación del flujo vehicular en ADES.....	38
2.5.2	Capacidad.....	40
2.5.3	Nivel de Servicio	44
2.6	CÁLCULO DE RADIO DE GIRO.....	48
2.7	MÉTODOLOGIA DE ZONIFICACION POR RIESGO DE CADA INTERSECCIÓN	49
3.	PROCESAMIENTO DE DATOS	50
3.1	PROCESAMIENTO DE AFORO VEHICULAR.....	50
3.2	PROCESAMIENTO DE TABLAS MANUAL GENERAL	50
4.	ANALISIS Y RESULTADOS	51
4.1	INTERSECCIÓN CON CALLE 17 CON CARRERA 11.....	51
4.1.1	Conteo vehicular.	51
4.1.2	Aplicación del manual general en la intersección de la calle 17 con carrera 11.....	54
4.1.3	Plano final de la intersección de calle 17 con carrera 11	62
4.1.4	Capacidad y Nivel de servicio	62
4.1.5	Matriz (Zonificación del Sector estudiado).	67
5.	CONCLUSIONES.....	79
6.	RECOMENDACIONES	80
	BIBLIOGRAFIA.....	81

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1.1: Alcance y delimitaciones del estudio de seguridad vial en el tramo vial de la calle 17 entre carrera 11 hasta la carrera 29 de la ciudad de Pasto	20
Tabla 2.6: Amarre de puntos	38
Tabla 2.7: Automóviles directos equivalentes ADES.....	38
Tabla 2.8: Formato para dirigencia aforo vehicular en unidades ADES	39
Tabla 2.9: Velocidad de diseño	40
Tabla 2.10: Factores para cálculo de Flujo de Saturación.....	42
Tabla 2.11: Datos para cálculo de Saturación.....	42
Tabla 2.12 Nivel de servicio para intersecciones controladas con señal de pare.....	48
Tabla 2.13 Nivel de servicio para intersecciones controladas con semaforo.....	48
Tabla 4.1 Formato Vehicular En unidades ADES.....	51
Tabla 4.2: Formato General Infraestructura.....	55
Tabla 4.2: Formato General Infraestructura.....	58
Tabla 4.2: Formato General Infraestructura.....	59
Tabla 4.3: Formato general daños de pavimento	60
Tabla 4.4: Capacidad y Nivel de servivio calle 17 con carrera 11	63
Tabla 4.5: Amenaza por exposicion en centros generadores de transito	68
Tabla 4.6: Amenaza por consecuencia - situación de amenaza.....	70
Tabla 4.7: Cálculo de peligrosidad por cada acceso	73
Tabla 4.8: Factores de modificación de la peligrosidad por jerarquía vía.	73

Tabla 4.9:	Factores de modificación de la peligrosidad por jerarquía vial y nivel de tolerancia.....	73
Tabla 4.10:	Cálculo de Amenaza por cada acceso.....	74
Tabla 4.11:	Vulnerabilidad por centros generadores de tránsito (VCGT)	74
Tabla 4.12:	Vulnerabilidad por exposición de los usuarios (VEX)	74
Tabla 4.13:	Vulnerabilidad por velocidades de operación esperadas Vv.....	75
Tabla 4.14:	Cálculo de Vulnerabilidad	75
Tabla 4.15:	Cálculo de Riesgo.....	76
Tabla 4.16:	Porcentaje de riesgo.....	76
Tabla 4.17:	Prioridad del tratamiento para proyectos en pre diseño y diseño definitivos.....	76
Tabla 4.18:	Prioridad del tratamiento para proyectos en construcción y operación	77
Tabla 4.19:	Asociación del nivel de riesgo obtenido con los accidentes más probables	77

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.2 Víctimas fatales en Colombia 2007-2013	27
Figura 2.1: Nomenclatura para mejor comprensión de la intersección.	36
Figura 2.2: Nivel de Servicio A.....	45
Figura 2.3: Nivel de Servicio B.....	45
Figura 2.4: Nivel de Servicio C.....	46
Figura 2.5: Nivel de Servicio D.....	46
Figura 2.6: Nivel de Servicio E.....	47
Figura 2.7: Nivel de Servicio F.....	47
Figura 2.8: Trayectoria típicas de vehículos.....	49
Figura 4.1: Plano topográfico calle 17 con carrera 11.....	62
Figura 4.2: Plano de zonificación calle 17 con carrera 11.....	78

LISTA DE GRAFICAS

Pág.

Grafica 4.1 Hora Pico giro de Calle 17 a 17.....	52
Grafica 4.2 Hora Pico giro de Calle 17 a 11.....	52
Grafica 4.3 Hora Pico giro de Calle 17 a 11.....	53
Grafica 4.4 Hora Pico giro de carrera 11 a 11	53
Grafica 4.5 Hora Pico giro de carrera 11 a 11	53
Grafica 4.6 Hora Pico giro de carrera 11 a calle 17	54
Grafica 4.7 Hora Pico giro de carrera 11 a calle 17	54

LISTA DE IMÁGENES

	Pág.
Imagen 2.1: Placa de Empopasto 063.....	38
Imagen 2.1: Placa de Empopasto 063	38
Imagen 4.1: Uso del Suelo	55
Imagen 4.2: Calzada B	56
Imagen 4.2: Calzada B	56
Imagen 4.4: Calzada A	57
Imagen 4.4: Calzada A	57
Imagen 4.6: Iluminación (3306)	59
Imagen 4.6: Iluminación (3306)	59

GLOSARIO

CALZADA: Se denomina calzada a la parte de la carretera destinada a la circulación de los vehículos. Se compone de un cierto número de carriles y su zona exterior (donde no se debe circular excepto en circunstancias especiales) son los arcenes, que no pertenecen a la calzada. En las autopistas y autovías, hay una o más calzadas por cada sentido de circulación, separadas por medianas u otros medios.

CARACTERISTICAS EN LA VIA: Se define como vía la zona de uso público o privado abierta al público destinada al tránsito de vehículos, personas y animales, las vías están compuestas por andenes, calzadas, ciclo rutas, separadores, bermas y demás elementos de espacio público.

CAUSAS PROBABLES DEL ACCIDENTE: Son los factores apreciativos por los cuales se presenta un accidente. Se incluyen los relacionados con el conductor, vehículo, el peatón, el pasajero o la vía.

CONURBADAS: es una región que comprende una serie de ciudades, pueblos grandes y otras áreas urbanas que, a través del crecimiento poblacional y la expansión física se expanden.

CUNETAS: es una zanja o canal que se abre a los lados de las vías y que, debido a su menor nivel, recibe las aguas pluviales y las conduce hacia un lugar que no provoquen daños.

CLASE DE ACCIDENTE: Básicamente encontramos tres tipos de accidentes: primero los accidentes simples que son aquellos percances en las cuales intervienen un vehículo. Segundo los accidentes múltiples que son aquellos en los que participan un vehículo o un peatón o dos vehículos y tercero el atropello que es el encuentro que se da entre un vehículo y un peatón o animal.

GRAVEDAD DEL ACCIDENTE: Los accidentes de tráfico tienen diferentes escalas de gravedad, el accidente más grave se considera aquel donde resultan víctimas mortales, bajando la escala de gravedad donde hay heridos graves, heridos leves y el que origina daños materiales a los vehículos afectados, así: a) si el accidente presenta muertos y heridos con daños materiales, la gravedad quedara definida con muertos. b). Si el accidente presenta heridos, o heridos y daños materiales, la gravedad quedara definida con heridos y, c) Si solo se presentaron daños materiales la gravedad quedara definida solo daños.

INCIPIENTE: es un término que se emplea cuando se quiere dar cuenta que **algo está iniciándose**, es decir, que se encuentra **dando sus primeros pasos**, por tanto, no resulta ser algo del todo establecido u oficial, dependiendo del caso en cuestión.

INDICE DE PELIGROSIDAD: Número de accidentes (ocurridos en un periodo de tiempo) entre volumen de vehículos (que transitan en un periodo de tiempo).

INTERSECCION: es la confluencia de varias vías, por las que el tráfico se mueve en diversas direcciones. Las intersecciones de mucho movimiento están reguladas por un "semáforo", pero no **CONTROLADAS**. Los que controlan son los conductores. El semáforo regula el paso de los vehículos por las diferentes vías, pero no se puede impedir que los conductores se equivoquen por distracción, o bien, que cometan infracciones a causa de la impaciencia o la temeridad.

HIDROPLANEAO: se produce cuando los neumáticos de un vehículo pierden contacto con el pavimento por una película de agua y por consiguiente disminuye o se elimina el poder de adherencia de las ruedas.

MITIGACION: Es el esfuerzo por reducir la pérdida de vida y propiedad reduciendo el impacto de los desastres. La mitigación se logra tomando acción *ahora* – antes de que azote el próximo desastre – para así disminuir los daños por desastre, reconstrucción y daños repetidos.

SARDINEL: Son piezas aligeradas prefabricadas en concreto, cuya función es delimitar el andén cuando se va a generar un desnivel o elemento de separación entre el tráfico vehicular y el andén. Este limita los materiales que componen el andén y resiste el impacto de las llantas de los vehículos que circulan por la vía

SUMIDERO: Son las estructuras encargadas de recoger el agua que fluye por las cunetas de las vías con el mínimo de interferencia para el tráfico vehicular y peatonal, evitando se introduzca a los colectores material de arrastre.

TASA DE MORTALIDAD: Es el indicador demográfico que señala el número de defunciones de una población, durante un periodo determinado durante la ocurrencia de un evento.

VADOS: Modificación de las aceras y bordillos de las vías públicas para facilitar el acceso de los vehículos o personas discapacitadas a los locales y viviendas.

INTRODUCCIÓN

Encaminados con la nueva visión que el país tiene respecto a la estructuración de nuevas políticas de seguridad vial este proyecto pretende formular acciones tendientes a disminuir los preocupantes índices de accidentalidad que se vienen presentando en la ciudad de San Juan de Pasto, con la aplicación de los criterios que contempla la normatividad respectiva (PLAN NACIONAL DE SEGURIDAD VIAL COLOMBIA 2013 -2021¹ entre otros) y los conceptos de tránsito y movilidad, además de los factores que intervienen en el flujo vehicular se pretende identificar los factores incidentes en la accidentalidad y la determinación de la problemática a resolver.

Teniendo en cuenta que la gran mayoría de los accidentes de tránsito pueden ser evitados o por los menos previsibles, considerando que se conocen los patrones de tránsito y comportamiento que pueden influir en la accidentalidad es conveniente desarrollar una metodología que permita implementar soluciones estratégicas para la prevención de la accidentalidad. Dicha metodología permitirá la determinación de los elementos que evalúen los riesgos potenciales de accidentalidad y buscar minimizar los mismos y consecuencias de los accidentes para disminuir su continuidad y daño, además de los costos públicos y personales como seguros, gastos hospitalarios, incapacidades, bloqueo del tráfico durante el accidente, ambientes inseguros que predispongan al conductor, peatón o público en general a transitar por determinada vía y sobretodo la pérdida de vidas humanas.

Se enfatiza en la auditoría de vías urbanas en operación, que es el tipo que mayor aplicación y desarrollo que se ha tenido. Este tipo de auditorías son preventivas, en cuanto a corregir errores antes de que ocurran los accidentes.² Realizado propuestas de actuaciones encaminadas a la reducción del número de accidentes por causas imputables de alguna manera a la vía y a la minimización de los efectos producidos por los accidentes.

Gracias a la intervención de los organismos de control de riesgos y accidentalidad vial el país viene desarrollando planes estratégicos que mitiguen la potencialidad de estos, en las diferentes etapas de la vía como son diseño, construcción y

¹ Plan Nacional De Seguridad Vial Colombia 2013 -2021, principales ciudades mortalidad en accidentes de tránsito [en línea]. [Citado abril de 2013]. Disponible en internet. <URL:<https://www.mintransporte.gov.co/descargar.php?id=3348>>

² MENDOZA, Alberto. Ingeniería investigación y tecnología: Auditorías de seguridad vial de carreteras en operación [en línea] v.10 n.2 México abr. /jun. (2009). <http://aprendeenlinea.udea.edu.co/lms/investigacion/file.php/38/ARCHIVOS_2010/textos/guia_Bibliografia.PDF> [citado noviembre 101]

operación; esta investigación se desarrollará en la fase de operación de la vía, es decir, la vía esta con flujo vehicular permanente donde es conveniente determinar los factores que contribuyen con los accidentes e implementar soluciones a la problemática determinada.

En fin la investigación desarrollara una estrategia de carácter metodológico encaminada a la caracterización de intersecciones críticas con un radio de influencia en la zona de aspectos como trazados, levantamientos, condiciones urbanísticas y del medio en general; determinar los factores de incidencia sociales, económicos y de diseño además de mitigar dichos riesgos una vez se ha identificado de manera clara la problemática del tramo que corresponde a la calle 17 con intersecciones viales entre carreras 11 a 29 tomando los puntos críticos de este estudio en la ciudad de San Juan de Pasto. Dentro de la línea de investigación de estudio de seguridad vial existen más sondeos realizados en diferentes puntos de la ciudad, que dan continuidad al estudio realizado.

ALCANCE Y DELIMITACIONES

El alcance que tiene el estudio de seguridad vial en el tramo comprendido entre la calle 17 - carrera 11 hasta la carrera 29 de la ciudad de San Juan de Pasto, Nariño, comprende varias perspectivas de análisis, ya que se estudiaron consideraciones sociales, económicas e institucionales, además las causas de accidentalidad mediante el análisis de estadísticas de la zona; la estructuración del entorno urbano el cual incluye la organización física de vías, áreas construidas, parques y otros elementos lo que define la circulación de usuarios y la canalización de los flujos según la lógica de la localización y de la articulación de los ámbitos espaciales donde se generan los procesos socioeconómicos. Luego de haber realizado el levantamiento topográfico de la intersecciones representativas se determinó la situación de la infraestructura vial en cuanto a su diseño geométrico: Alineamiento horizontal, vertical, condiciones de la superficie de rodadura “de acuerdo a los manuales de INVIAS en inspección visual” con su drenaje superficial, visibilidad e iluminación todo esto se verifico según el “POT³”, conjuntamente se realizó un estudio de tránsito para determinar la composición, volúmenes, flujos vehiculares, capacidad y nivel de servicio de la intersección; a la vez se realizó un inventario de los dispositivos de control y regulación presentes en la zona implementando de este modo un inventario físico de la misma. La metodología aplicada para evaluar y llegar a un resultado de cada intersección crítica se adoptó la metodología ya implementada por “DISVIAL INGENIERIA DE PROYECTOS” el cual se logró obtener la zonificación individual de cada punto crítico.

Es necesario destacar que en la ciudad de San Juan de Pasto (Nariño) se viene adelantando una alta intervención con respecto a obras que se vienen ejecutando

³ P.O.T. PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE SAN JUAN DE PASTO. [Citado abril de 2013]. Disponible en internet <http://www.pot.pasto.gov.co/index.php/pot-2014-20>

por parte de AVANTE – SEPT. Por tal motivo el presente estudio de seguridad vial se trabajó en fase de operación es decir en vías con flujo permanente sin intervención de AVANTE (sistema estratégico de transporte público).

A continuación se presenta un cuadro donde se resume el alcance y la limitación del trabajo a desarrollar. (ver tabla 1.1)

Tabla 1.1: Alcance y delimitaciones del estudio de seguridad vial en el tramo vial de la calle 17 entre carrera 11 hasta la carrera 29 de la ciudad de Pasto

ITEM	ALCANCE Y DELIMITACION
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	Localización de los elementos en planta, perfil y sección transversal de la intersecciones críticas tales como: postes sardineles, obras de drenaje “sumideros”, edificaciones. etc.
ESTUDIO DE TRÁNSITO	Determinación de la composición, volúmenes, flujos vehiculares, capacidad y nivel de servicio en la intersección o zona de estudio, (el estudio se realizó en horas pico entre lunes a viernes de la semana para obtener las horas pico de las intersecciones con el contador manual EPSILON NT manual.)
INVENTARIO OBRAS DE INFRAESTRUCTURA Y DRENAJE	Con ayuda del levantamiento topográfico y un registro fotográfico detallado de la infraestructura como (andenes, sardineles con su espesor y ancho), iluminación, anchos de calzada etc. como las estructuras de drenaje “sumideros” de cada una de las intersecciones críticas la cual se realizó una inspección visual de cada componente de infraestructura y drenaje en planta lo cual es muy útil el funcionamiento de estas obras para tener un correcto funcionamiento de la movilidad del sector.
SUPERFICIE DE RODAMIENTO	Reconocimiento visual del tipo de la superficie de rodadura, estado actual y el índice de accidentalidad generado por el mal estado de las vías.
INVENTARIO DE LOS DISPOSITIVOS DE CONTROL Y REGULACIÓN	Con ayuda del levantamiento topográfico y un registro fotográfico detallado de los dispositivos de control. Tipo, estado, mantenimiento señalización vertical y horizontal.
DETERMINACION DE LAS CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS DE LA ZONA	Usos de suelo, características del entorno urbano, organización física de vías, áreas construidas, parques y otros elementos.

A partir de la recolección de datos para las variables analizadas y las condiciones de la zona de estudio se procede a organizar la información en listas de chequeo. Esto con el fin de encontrar el o los factores determinantes en la accidentalidad vial en el sitio y con ello proponer alternativas para mitigar o disminuir los impactos producto de los accidentes de tránsito.

Con la información recolectada se realizarán planos de la zona en los que se identificarán y ubicarán los siguientes elementos:

- ✓ Ubicación de los elementos en planta, perfil y sección transversal de la intersección por medio de coordenadas haciendo uso de una estación total.
- ✓ Ubicación de obras de infraestructura y drenaje por medio de coordenadas amarradas a coordenadas reales utilizando una estación total.
- ✓ Ubicación de señalización vertical y horizontal por medio de coordenadas amarradas a coordenadas reales utilizando una estación total.
- ✓ Determinación de las zonas de influencias o riesgo propuesto por DISVIAL y la comparación del fondo de prevención vial.

Se realizará la identificación de algunos parámetros geométricos existentes, tales como, ancho de la vía, pendiente del carril, pendiente de la vía, radios de curvaturas entre otros los cuales serán comparados con el "POT" teniendo en cuenta el alineamiento en planta.

PROBLEMA OBJETO DE ESTUDIO

Planteamiento del problema: En Colombia, como en otras naciones del mundo, los accidentes de tránsito se convierten en un problema alarmante, difícil de ignorar y de contrarrestar, sobre todo porque este tipo de sucesos ocupan el primer lugar en la lista de causas de muerte de población joven del país. Según cifras suministradas por el instituto nacional de tránsito y transporte.

La seguridad Vial consiste en la prevención de accidentes de tránsito o la minimización de sus efectos, especialmente para la vida y la salud de las personas, cuando tuviera lugar un hecho no deseado de tránsito. También se refiere a las tecnologías empleadas para dicho fin en cualquier vehículo de transporte terrestre.

El crecimiento del parque automotor; el mal uso del espacio urbano por parte de los habitantes de la ciudad y de las personas de otras localidades que concurren diariamente a esta ciudad, la ausencia de estacionamientos adecuados y la insuficiente cantidad de agentes municipales de tránsito, son algunas de las causas de los actuales problemas de seguridad en la circulación.

La seguridad vial puede dividirse según “Plan Nacional De Seguridad Vial Colombia 2013 -2021 en aspectos institucionales; medidas sobre el comportamiento humano; medidas sobre los vehículos; medidas sobre la infraestructura o las vías; sistema de atención a víctimas”.

La seguridad vial también está determinada por las señales de tránsito que actúan como guía en la vía pública y marca ciertas conductas que se deben adoptar. La ciudad de Pasto tiene una mortalidad por cada 100 mil habitantes por accidentes de tránsito de 11.35 y 11.9 para los años 2009 y 2010 respectivamente.⁴

La presente investigación pretende estudiar algunos aspectos acerca de la seguridad vial en la ciudad de Pasto Nariño específicamente en la intersección. Con los problemas más frecuentes que pueden causar un accidente como son: exceso de velocidad, conflictos entre vehículos motorizados y peatones, conflictos entre vehículos motorizados y bicicletas, movimientos de giro, vehículos estacionados, mala visibilidad debido a estacionamientos, condiciones de visibilidad deficientes.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Existe un estudio de seguridad vial adecuado y eficaz que permita determinar y mitigar los problemas de accidentalidad de tránsito dentro de la ciudad de San Juan de Pasto, Nariño?

JUSTIFICACIÓN

Los accidentes de tránsito son la quinta causa de muerte en Colombia para el 2012 según las cifras del DANE. La accidentalidad vial en el país dejó un total de 6.219 personas fallecidas de las cuales 5.038 eran hombres y 1.181 mujeres, 41.823 víctimas no fatales distribuidas en 26.210 hombres y 15.613 mujeres.

En 3.116 de los 6.219 casos fatales, la víctima era conductor, 1.186 eran pasajeros y 1.820 peatones. Igual tendencia para las víctimas no fatales así: conductor 21.003, pasajero 11.273 y peatón 9.483. Esto significa que los accidentes de tránsito en Colombia tienen una alta letalidad y un gran número de víctimas sobreviven padeciendo discapacidad.⁵

⁴ Plan Nacional De Seguridad Vial Colombia 2013 -2021, principales ciudades mortalidad en accidentes de tránsito [en línea]. [Citado abril de 2013]. Disponible en internet. <URL:<https://www.mintransporte.gov.co/descargar.php?id=3348>>

⁵ BOLETÍN DE PRENSA - FORENSIS 2013 Colombia [en línea]. [Citado en abril de 2013]. Disponible en internet.

⁵ <http://www.medicinalegal.gov.co/documents/10180/145695/presentacion+forensis2014.pdf/aa016-1a19-4322-9cf3-a9b9fd985978>>

Sin lugar a duda los altos índices de accidentalidad que vienen en constante en San Juan de Pasto son determinantes en el afán por consolidar una estrategia capaz de proporcionar alternativas de identificación y mitigación.

Es así como la presente investigación pretende brindar una metodología que permita a la ciudad de San Juan de Pasto contrarrestar de manera eficaz los problemas de seguridad vial presentes en ella reconociendo los diferentes factores que intervienen en el riesgo accidental y alternativas de mitigación pertinentes a cada uno de los problemas encontrados.

OBJETIVOS

Objetivo general

Realizar el estudio de seguridad vial que permita identificar las intersecciones críticas en el tramo vial de la calle 17 entre carrera 11 hasta la carrera 29 de la ciudad de San Juan de Pasto en la fase de operación, mediante la implementación de la metodología sistemática con base en las características físicas de la vía y de su entorno permitan identificar los principales riesgos potenciales de accidentalidad, peligrosidad y sus posibilidades o alternativas de mejoramiento.

Objetivos específicos

- ✓ Reconocer de manera visual de las intersecciones críticas en el tramo vial de la calle 17 entre carrera 11 hasta la carrera 29 de la ciudad de San Juan de Pasto para observar posibles obstáculos que se tenga en cuenta el estudio de seguridad vial.
- ✓ Analizar las estadísticas de accidentalidad, factores contribuyentes y determinantes del tramo vial de la calle 17 entre carrera 11 hasta la carrera 29 de la ciudad de San Juan de Pasto.
- ✓ Realizar un Manual que determinar las condiciones físicas existentes del sitio mirando su estado y funcionalidad en relación con la infraestructura vial, características geométricas del alineamiento horizontal, vertical, condiciones de iluminación, superficie de rodadura, drenaje superficial, señalización vertical y horizontal, las condiciones sociales, culturales y recreativas que se encuentren en la zona o intersección a estudiar todo esto teniendo en cuenta el Plan de Ordenamiento Territorial "POT" de San Juan de Pasto.
- ✓ Realizar el levantamiento topográfico de cada intersección crítica del tramo vial de la calle 17 entre carreras 11 a 29 de la ciudad de San Juan de Pasto con el cual nos servirá de apoyo para verificar y chequear radios de giro, a las ves se tomara datos de la infraestructura de la vía para observar con coordenadas los elementos de cada intersección como es ancho de andenes, señalización vertical, iluminación, sumideros y anchos de calzada con su separador.
- ✓ Determinar la composición de la vía como: volúmenes y flujos vehiculares teniendo en cuenta la unidad de medida directa el automóvil (ADES),

capacidad y nivel de servicio de los puntos críticos de accidentalidad en el tramo vial en estudio.

- ✓ Identificar la problemática de accidentalidad en las intersecciones y el por qué se realiza el estudio de seguridad en el tramo vial de la calle 17 con carreras 11 a 29 tomando como base la metodología propuesta por "DISVIAL".
- ✓ A partir de la identificación de los riesgos se procederá al análisis que se propone de acuerdo a la metodología propuesta por DISVIAL con el fin de recaudar todas las informaciones de cada punto estudiado lo cual nos lleva a dar la zonificación de las intersecciones de acuerdo al grado de peligrosidad que resulte de tal estudio.

1. MARCO DE REFERENCIAS

1.1 ANTECEDENTES

Los procesos metodológicos para la formulación de estrategias de acción conducentes a minimizar los impactos producto de los accidentes de tránsito fueron desarrollados inicialmente en los años 80's en Gran Bretaña por el ingeniero Malcolm Bulpitt, del Departamento de Carreteras y Transporte del Condado de Kent, quien aplicó un chequeo independiente, para mejorar la seguridad de operación de los caminos existentes. Más tarde, otros países como Escocia, Reino Unido, Australia, Nueva Zelanda y Canadá fueron desarrollando otros procedimientos de este y más recientemente Estados Unidos, España y Chile han adoptado dentro de sus políticas viales algunas metodologías. Cabe destacar que el Banco Mundial ha incorporado este procedimiento para proyectos en países en desarrollo.⁶

Ante lo descrito, en Colombia se publicó el Manual de Auditorías de Seguridad Vial para la ciudad de Bogotá, D.C. en Julio del 2005, en el cual se hace alusión a una serie de procedimientos para el desarrollo de una metodología conducente a la disminución de índices de accidentalidad en la ciudad capital. Por lo cual, el presente trabajo busca generar una metodología adaptada para la ciudad de San Juan de Pasto, en el Departamento de Nariño. Entre otros aspectos, desde la formulación del Plan Maestro de Movilidad [PMM] (decreto 319 del 2006) Bogotá ha venido desarrollando proyectos estructuran tés que buscan alcanzar una mayor seguridad vial. Dentro del Plan de Ordenamiento Territorial del Municipio de Pasto en el programa de Movilidad y accesibilidad segura, se mencionan proyectos como la implementación de programas que permitan la reducción de la tasa de accidentalidad causada por vehículos y de la tasa de mortalidad y lesionados ocasionada por accidentes de tránsito en el municipio de Pasto.⁷

1.1.1 Beneficios. El beneficio de este tipo de metodología es difícil de cuantificar en términos contables puesto que es complicado conocer el número de accidentes que se pueden evitar mediante su aplicación en fases de diseño y construcción, aunque en este caso el análisis se realizará en unas intersecciones críticas del

⁶ GRAJEDA, Emilio. Auditorias en seguridad carretera. Procedimientos y prácticas [en línea]. [Citado abril de 2013]. Disponible en internet. <<http://www.imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt183.pdf>> p5

⁷ Alcaldía de Pato Nariño, secretaria de gobierno, muertes por accidentes de tránsito [en línea]. [Citado abril de 2013]. Disponible en internet [http://www.pasto.gov.co/phocadownload/documentos2013/obs_delito/comite_tematico_lesiones_po r_accidentes_de_transito.pdf](http://www.pasto.gov.co/phocadownload/documentos2013/obs_delito/comite_tematico_lesiones_por_accidentes_de_transito.pdf)

tramo vial de la calle 17 con carreras 11 a 29 en fase de operación que cuenta con datos estadísticos de accidentalidad que se esperan minimizar.

Además, considerando la experiencia de otros países en su aplicación, los beneficios pueden ser significativos teniendo en cuenta que estas metodologías hacen parte esencial del control y adecuada funcionalidad de una intersección, de modo que se puede proteger a los usuarios y garantizar un buen nivel de calidad de la red vial en el municipio de Pasto, Nariño.

Los siguientes, son algunos de los beneficios de la aplicación de la metodología:

- Reducir la probabilidad de ocurrencia de accidentes.
- Reducir la severidad de los accidentes.
- Destacar la importancia de la seguridad vial dentro de los ingenieros encargados del diseño de vías urbanas y del control del tránsito.

1.2 MARCO LEGAL

El gobierno Nacional de Colombia en RESOLUCIÓN 1282 DE 2012 (Marzo 30) Por la cual se adopta el Plan Nacional de Seguridad Vial 2011-2016. EL MINISTRO DE TRANSPORTE RESUELVE:

Artículo 1°. Adoptar el Plan Nacional de Seguridad Vial 2011-2016, contenido en el texto anexo, como un documento de política pública, que forma parte integral de la presente resolución.

Artículo 2°. Definir las siguientes Líneas de Acción Estratégicas para la implementación y ejecución del Plan Nacional de Seguridad Vial 2011-2016:

1. Aspectos Institucionales.
2. Estrategias sobre el Comportamiento Humano.
3. Estrategias sobre los Vehículos.
4. Estrategias sobre la Infraestructura Vial.
5. Sistema de Atención y Rehabilitación a Víctimas.

Artículo 3°. El Despacho del Viceministro de Transporte será el encargado de la puesta en marcha y la ejecución del "Plan Nacional de Seguridad Vial 2011-2016".

Artículo 4°. La Superintendencia de Puertos y Transporte, el Instituto Nacional de Vías y la Agencia Nacional de Infraestructura deberán enfocar las correspondientes inversiones al desarrollo de los programas y proyectos contenidos en el "Plan Nacional de Seguridad Vial 2011-2016", para lo cual adelantarán las gestiones administrativas y presupuestales necesarias, con el fin de cumplir con las metas fijadas.

Artículo 5°. Los Planes de Seguridad Vial que desarrollen los departamentos, las áreas metropolitanas, los municipios y los distritos se harán con base en los fundamentos y políticas definidos en el Plan Nacional de Seguridad Vial adoptado en la presente resolución.⁸

1.3 ANÁLISIS DE ESTADÍSTICAS DE ACCIDENTALIDAD VIAL

Las estadísticas del sitio sirven entre otras cosas para evaluar su funcionamiento para obtener una medida cuantitativa de ello, se debe contar con un estudio detallado de seguridad vial que prevalece en el tramo, apoyado en los reportes de accidentes; de este modo, se pretende evitar que durante los recorridos, puedan pasar desapercibidos algunos sitios o situaciones de alto riesgo, o que a otros se les dedique demasiado tiempo para su análisis y comprensión. El estudio consiste en analizar información de accidentes en el que se contemplan los siguientes aspectos:

- ✓ Frecuencia y densidad por cada intersección crítica donde se presentaron accidentes con víctimas y accidentes mortales en cada tramo.
- ✓ Índices de accidentalidad y peligrosidad en cada intersección.
- ✓ Índice de gravedad de los accidentes, para el tramo de la calle 17 con carreras 11 a 29 de la intersección críticas.
- ✓ Análisis de accidentes por tipo y características: Por tipo de vehículo, atropellos de peatones, choques, accidentes con pavimento mojado, de día, de noche, etc. (ver figura 1.2)

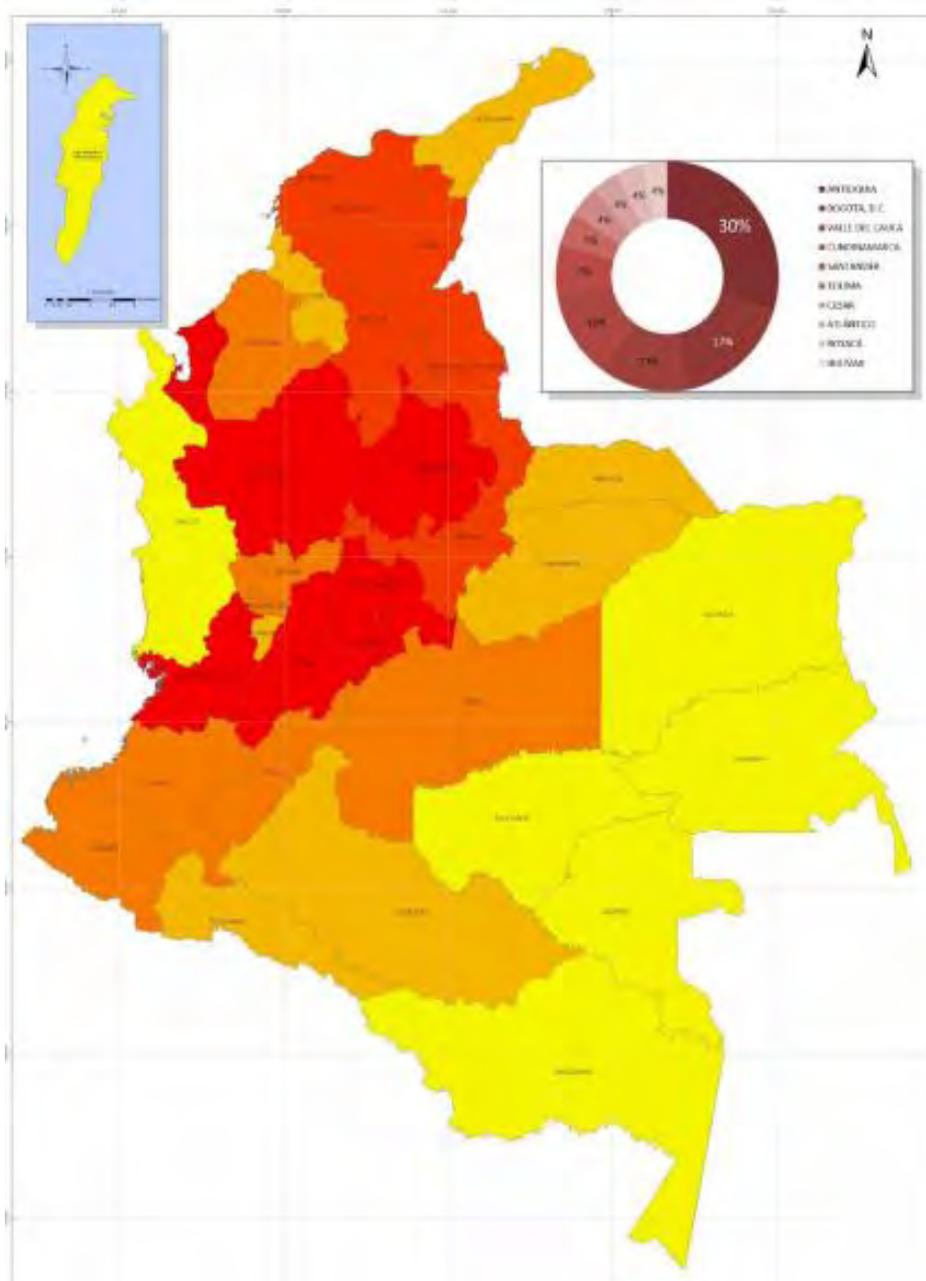
1.3.1 Análisis de estadísticas de accidentalidad en Colombia:

Figura 1.2 Víctimas fatales en Colombia 2007-2013

(Tercer trimestre) georreferenciadas por departamento.



⁸ MINISTRO DE TRANSPORTE, RESOLUCIÓN 1282 DE 2012 [en línea]. [Citado abril de 2013]. Disponible en internet <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=46774>



Fuente: elaboración Ministerio de Transporte con base en los datos del (Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses; Fondo de Prevención Vial, 2008), (2009), (2010), (2011), (2012) y (2013) PLAN NACIONAL DE SEGURIDAD VIAL COLOMBIA 2013-2021%20(1).pdf [En línea] [Citado abril 2013]. Disponible en internet <https://www.mintransporte.gov.co/descargar.php?id=3348>

1.4 SITIO

Se requieren conocer factores como la condición general del sitio, la topografía y los elementos viales pueden controlarse desde la etapa de diseño. Por otra parte

se debe averiguar sobre las condiciones meteorológicas que influyen en el comportamiento del usuario y al empleo debido de la infraestructura y del vehículo.

1.4.1 Condiciones generales. Éstas se refieren a la descripción general del sitio de la infraestructura vial en especial al uso del suelo del área circundante y las actividades ligadas a este.

1.4.2 Topografía del entorno. El trazado de las vías en el diseño no garantiza seguridad, ya que se pueden generar inconsistencias los diseños de los elementos hayan pasado el proceso del impacto vial en el medio ambiente, donde seguramente se han considerado las medidas preventivas, de mitigación y compensación alrededor del entorno, no se puede asegurar que el trazado garantice seguridad, pues se pueden generar inconsistencias, como por ejemplo al pasar de un entorno ondulado (paisajístico) a un entorno plano, donde las velocidades podrían ser mayores que en el primero y la geometría y los controles diferentes. Se debe, entonces, analizar la topografía del entorno, sea ésta plana, ondulada o montañosa, pues las características geométricas, la operación vehicular y peatonal, y los dispositivos de control.

✓ **Levantamiento topográfico y lecturas de datos por medio de estación total**

El trabajo topográfico se realizó seleccionando una de las redes de apoyo topográfico sea del IGAC o EMPOPASTO, para amarrar los puntos de lectura a un sistema de coordenadas geográficas, el error de este tipo de amarre radica en dificultades de óptica y refracción que son propiciados por la temperatura y la presión atmosférica, sumando las precipitaciones que interviene con los laser de los equipos.

El levantamiento se realizó en una zona que comprenda la intersección crítica del tramo vial de la calle 17 con carrera 29 con ayuda de la red de EMPOPASTO situada en la calle 16 con 29 esquina con coordenadas geográficas las cuales se nombran en el desarrollo del proyecto.

1.5 CAUSAS MEDIATAS DE LA ACCIDENTALIDAD VÍAL

1.5.1 Consideraciones sociales:

a. Cultura y comportamientos sociales en el sistema de tránsito

Una de las causales de la accidentalidad nombradas frecuentemente es el comportamiento de los usuarios, especialmente de peatones y conductores del transporte de servicio público, presentándose el incumplimiento de las reglas preestablecidas desde el Estado a través de sus organismos pertinentes, producto de una tradición.

Teniendo en cuenta este factor el Estado y la autoridad puede generar estrategias para intervenir en los comportamientos ciudadanos, tales como campañas educativas de seguridad vial. En este contexto se deberá revisar la información correspondiente.

Se dice que los conductores consideran factible la ocurrencia de accidentes como parte de su trabajo y más posiblemente cuando el sistema de tránsito es ineficiente, ellos atribuyen su causalidad a la falta capacidad estatal para ordenar y controlar el tránsito, provocando la creación de “regulaciones” del tránsito de tipo “particular”, al margen de la norma, tales como: uso continuo de pitos, inscripción de leyendas, vocabulario fuerte, etc.

En cuanto a la relación de los conductores con los pasajeros se puede decir que en el interior de los vehículos de servicio público se crea una permanente situación de agresividad por la forma de conducción del conductor con los pasajeros, dando la impresión a estos últimos que están al borde de un accidente peor que por su capacidad y experiencia no ocurre.

Las autoridades de tránsito se conciben incapaces de “poner orden y hacer justicia”, induciendo a los conductores a crear propias normas, como: variaciones en recorridos preestablecidos, realizar adelantamientos, efectuar paradas arbitrarias, tomar y dejar pasajeros en movimiento, lo cual es fuente de accidentalidad.

Otro factor que puede incidir en la accidentalidad vial es que los conductores tienden a creer que entre mayor sea el tamaño de su vehículo, menor será el daño que ellos sufrirán en caso de accidente incrementándose la sensación de seguridad para realizar maniobras imprudentes “al borde del accidente”.

La modalidad de contratación laboral de los conductores de transporte público también afecta en su comportamiento. La remuneración generalmente se establece en función del número de pasajeros recogidos, lo que genera la

realización de maniobras peligrosas e incremento de velocidad para recoger mayor cantidad de pasajeros. Lo anterior sumado a la competencia entre conductores por ganarse los pasajeros genera mayores conflictos. Otro factor incidente, son las múltiples funciones que debe desarrollar el conductor, es decir, debe conducir y al mismo tiempo cobrar el tiquete de los pasajes, adicionalmente mantiene relaciones con otros conductores ocasionalmente.

1.5.2 Entorno urbano. Los procesos económicos son los que contribuyen a la organización y conformación del uso, la distribución de espacios urbanos, la dinámica y la heterogeneidad social, sin embargo, se deben incluir las determinaciones de orden político, mediante la implantación de medidas o políticas económicas y sociales que deben apoyar y garantizar la viabilidad de los modelos económicos vigentes.⁹

La función del estado sobre el sistema de tránsito debe ser la implementación y control del cumplimiento de regulaciones orientadas a fijar la infraestructura vial y los comportamientos de los usuarios. En cuanto a infraestructura vial, buena parte de las regulaciones se encuentran en el Plan de Ordenamiento Territorial.

La forma de relación entre el equilibrio y la interacción entre la decisión política, el trabajo técnico y la participación social, confieren la posibilidad de generar ciudades seguras con bajos niveles de accidentalidad.

1.5.3 Consideraciones institucionales. La relación que existe entre las diferentes entidades en el ámbito nacional o distrital incide directamente en los elementos influyentes en la seguridad vial; dicha relación se presenta en el marco de la función ejercida en cuanto a definición de políticas, de diseño y vigilancia del cumplimiento de normas, de construcción de la infraestructura, de ejecución de campañas educativas, de diseño e implementación de medidas preventivas, de investigación y de análisis de accidentes.

En este marco se deberá hacer lo siguiente:

- Verificar la existencia de normas.
- Determinar los aspectos que están regulados por una o más normas y definir técnicamente cuál tiene viabilidad de implementarse, sin generar conflicto en la operación.

⁹ VENTUREIRA, Yamile. Seminario de situaciones socio ambientales. [En línea]. [Citado abril de 2013]. Disponible en internet. <<https://docs.google.com/document/d/1OICVWfQ6WWBtKSCcAs2hhjWc-b6rfkG6-u-K5pBhQGY/edit?pli=1>> p10

- Verificar si la normatividad general es coherente con el marco contractual.
- Comprobar si las entidades relacionadas con la gestión de los elementos que influyen en la seguridad vial asumen la responsabilidad de cumplimiento de la norma y de funcionar como un proceso integral.¹⁰

1.6 CAUSAS INMEDIATAS DE LA ACCIDENTALIDAD VÍAL

1.6.1 Entorno urbanístico. La estructuración del espacio urbano constituye un elemento fundamental del entorno, el cual define la organización física de vías, áreas construidas, parques y otros elementos fundamentales para la circulación de usuarios y la canalización de los flujos según la lógica de la localización y de la articulación de los ámbitos espaciales donde se generan los procesos socioeconómicos.

1.6.2 Situación urbanística actual. Las características geométricas y funcionales de los proyectos y desarrollos viales urbanos están condicionadas por las particularidades físicas, de conexión vial, grado de ocupación urbana y estructura espacial de las distintas áreas de la ciudad. Se debe determinar la estructura espacial de la ciudad, la organización jerarquizada de sus vías, el nivel de concentración o dispersión de las actividades económicas, sociales y de servicios, el dinamismo que ello le aporta a la ciudad, así como determinar cuáles son las relaciones con sus áreas conurbadas y entre éstas; es importante determinar la cantidad de flujos desde las áreas con concentración de actividades y hacia ellas, esto puede influir en la organización del tránsito y en la accidentalidad.

Es necesario identificar cuáles son las áreas residenciales en desarrollo de las ciudades adyacentes o periféricas, para saber si las personas que habitan estos espacios deben trasladarse al área central de la metrópoli para trabajar, comprar y asistir a actividades de carácter cotidiano.

En cuanto al sistema de movimiento y transporte en términos espaciales se debe tratar de identificar con el tránsito o viajes de personas y mercancías entre las áreas de consumo, producción, intercambio, finanzas, gestión administrativa, gobierno, culto y recreación, en la relación centro - periferia.

¹⁰ Plan Nacional De Seguridad Vial Colombia 2011 -2016, principales ciudades mortalidad en accidentes de tránsito [en línea]. [Citado abril de 2013]. Disponible en internet. <URL:<http://www.mintransporte.gov.co/descargar.php?idFile=5817>>

Se debe conocer el tipo de estructuración física del espacio urbano en las ciudades para definir las posibles modalidades y distribución de desplazamiento de los diversos flujos, desde los orígenes hasta sus respectivos destinos y viceversa.

Se requiere conocer cómo se organizan el movimiento predominante de personas y bienes en la ciudad, el transporte público masivo, el transporte público colectivo, el transporte de carga, el transporte en vehículos particulares y la correspondencia con la trama urbana y las características físicas de los andenes, en la operación vehículo - peatón, incidiendo también en las estaciones y paraderos. La conexión de los sistemas de transporte urbano con la terminal terrestre, deben ser verificados de igual manera.

1.6.3 Sistema vial básico. Se deberá examinar la consistencia del sistema vial urbano con respecto a la conectividad eficiente y segura de la ciudad, estableciendo cómo se conforma el sistema en el nivel macro con la respectiva jerarquía vial urbana, los niveles de servicio de las diferentes clases de vías, su relación funcional y mantenimiento continuo, para disminuir la ocurrencia de accidentes.

En las vías macro urbanas y de carácter regional que sirven de acceso y salida a una ciudad, es necesario identificar sus flujos, la señalización y las características de su sección (separación entre línea de vía y paramento, bermas, zonas de estacionamientos), dado que las actividades comerciales que se localizan en las áreas adyacentes a los tramos de salida e ingreso a la ciudad, son dinámicas (tiendas, lugares de ventas de comidas, restaurantes y otros) y demandan espacios de estacionamientos no previstos.

En el nivel urbano se debe jerarquizar las vías o determinar su clasificación mediante el Plan de Ordenamiento Territorial (POT). y adicionalmente, corroborar su eficiencia al atender el tránsito fluido de automóviles particulares, transporte público, transporte de carga, motociclistas, peatones, ciclistas, y el acceso a las propiedades o lotes urbanos, tratamiento paisajista comprometido con la calidad de vida y del ambiente, el contacto social y la seguridad vial de la ciudad.

Los usos del suelo residencial, comercial, industrial, recreacional, educacional, cultural e institucional requieren en forma particular una adecuada accesibilidad, que responda a los volúmenes y composición del tránsito, para establecer también el dimensionamiento físico de la vía, niveles de servicio y características de la geometría de las mismas, con una calificación funcional de esas vías compatible con cada uso.

Adicionalmente, la utilización del suelo por los vendedores estacionarios y ambulantes ubicados en el espacio público podría contribuir al desorden y uso indebido de los espacios de circulación.

1.6.4 Sistema de actividades y centros de actividad. Los centros de actividad están constituidos por un conjunto de actividades afines o complementarias que, agrupadas, generan una dinámica de atracción al desplazamiento de personas, asociado con el modo de traslado más económico; el de fácil acceso y más usado es, en muchos casos, el menos seguro. En consecuencia, conviene identificar y evaluar la viabilidad y el transporte público para un acceso seguro a los centros de actividad más importantes de la ciudad.

1.6.5 Mobiliario urbano y paisajismo. El mobiliario urbano, la arborización, los monumentos, los arbustos y el ajardinamiento elevado del nivel de los andenes, como parte del paisaje urbano, no deben afectar la distancia de visibilidad, ni ser elementos de intrusión visual. Así mismo, las vallas publicitarias no deberán estar ubicadas de manera tal que distraigan al conductor e incluso al peatón en los cruces de las calles. Debe verificarse la continuidad de andenes y lugares de contacto o próximos a la circulación vehicular.

1.6.6 Infraestructura de servicios. La infraestructura de servicios, en su trazado, instalación de redes, uso, funcionamiento y mantenimiento, debe conservar coherencia y orden, más aún cuando éstos aparecen como mobiliario urbano (cabinas de teléfono, postes, luminarias, hidrantes, etc.); de lo contrario, serán una posible causa potencial de accidentalidad.

2. ESTUDIO DE SEGURIDAD VÍAL

2.1 RECONOCIMIENTO VISUAL DE LAS INTERSECCIONES CRÍTICAS

Se realiza un reconocimiento previo a la iniciación de actividades donde se observa factores que influyan en accidentes a simple inspección de cada intersección y caracterizar cual es más influyente al realizar un análisis más detallando referido al estudio de seguridad vial de las áreas críticas del tramo vial de la calle 17 entre carreras 11 a 29 y a su vez mirar que elementos se deben evaluar para formular el manual de inventario vial como también las características importantes de la infraestructura de las mismas para realizar el levantamiento topográfico y tener en cuenta si hay alteraciones del flujo vehicular por posibles obras civiles alrededor del tramo o de las intersecciones críticas lo cual impide el análisis de seguridad vial.

2.2 ESTADÍSTICAS DE ACCIDENTALIDAD DE SAN JUAN DE PASTO

Para poder identificar las intersecciones críticas se realizó un análisis de los hechos más representativos, tanto como de lesionados y de muertos en diferentes tramos viales representados en el ANEXO A (Datos de accidentalidad del Municipio) llegando a obtener una tabla de sucesos los cuales se representan en el ANEXO B (Resultados de Intersecciones Críticas) con estos datos se logró caracterizar uno de los tramos críticos, está comprendido entre la calle 17 con carreras 11 a 29, en donde se muestran las intersecciones críticas, las cuales se nombran a continuación:

- Intersección crítica calle 17 con carrera 13
- Intersección crítica calle 17 con carrera 14
- Intersección crítica calle 17 con carrera 21
- Intersección crítica calle 17 con carrera 22
- Intersección crítica calle 17 con carrera 23
- Intersección crítica calle 17 con carrera 24
- Intersección crítica calle 17 con carrera 25
- Intersección crítica calle 17 con carrera 27
- Intersección crítica calle 17 con carrera 29

Estos datos de accidentalidad fueron suministrados por la Secretaria de Tránsito y Transporte Municipal (STTM) de lo cual se logró sacar puntos o intersecciones críticas para así comenzar el respectivo análisis de cada intersección.

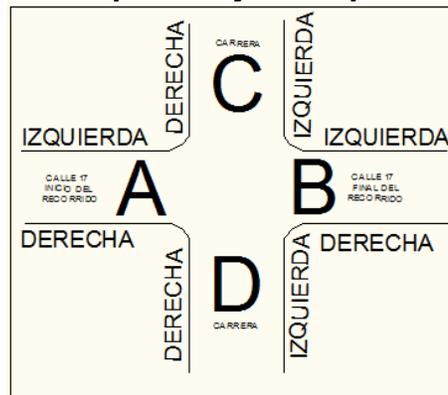
2.3 MANUAL GENERAL

Para la realización del manual general visual se tuvo en cuenta los siguientes aspectos:

2.3.1 Composición del formato general (figura 2.1). A continuación, se explica cada componente del formato general de la geometría de la vía y andenes:

- a) Datos generales de cada intersección.
- b) Con ayuda de esta figura (1) se estableció los sentidos de cada intersección para así mirar el conjunto de vías que llegan a cada intersección con esta ayuda se logra tomar los datos pertinentes de cada calle y poderlos plasmar en los formatos del manual general.

Figura 2.1: Nomenclatura para mejor comprensión de la intersección.



- c) Direccionamiento de la vía si es unidireccional o bidireccional.
- d) Uso del suelo las características que se encuentra en cada intersección a factores que pueden contribuir con la accidentalidad en el sector como los son en el ámbito institucional, comercial, industrial, fines públicos, escolar y residencial.
- e) Dimensiones de la vía tanto para doble calzada como de una calzada teniendo en cuenta si existe separador de calzada.
- f) Dimensionamiento de andenes y cheque si existen vados de acceso.

2.3.2 Formato general:

- a) Se realizó el chequeo de existencia de cunetas y su estado en general.
- b) Se hace la observación del estado de sumideros como también la clasificación del mismo, si es de tipo entrada lateral, con rebosadero y caja de sedimentación con codo.
- c) La iluminación se clasificó en su estado de funcionamiento y en estado de suministro.

2.3.3 Formatos daños de Pavimento. Para la evaluación del formato de daños en la vía se efectuó una inspección previa a cada punto crítico, evaluando que ítem del manual de INVIAS (ANEXO C Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles), (ANEXO D Manual para la inspección visual de pavimentos rígidos) y (ANEXO E Manual para el mantenimiento de la red vial secundaria) se podrían considerar en la aplicación en vías Urbanas ya que hasta el momento no hay un manual exacto para determinar daños y fallas al realizar una inspección visual.

Para un mejor entendimiento del Manual General ANEXO F (Manual de seguridad vial) y con sus Formatos ANEXO G (Formatos generales inspección visual de la vía), ANEXO H (Formatos generales daños de pavimento flexible y rígido).

2.4 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

El anclaje de los puntos se hizo con las Placas de propiedad de EMPOPASTO N° 54 ubicada en la calle 16 con carrera 29 a Placa N° 54 ubicada en la calle 17 con carrera 29, de este modo el levantamiento topográfico en la intersección de la calle 17 con carrera 29.

El levantamiento fue efectuado con estación total, en el cual se levantó anchos de calzadas, anchos de andén, paramento, postes de energía y señalización vertical teniendo así los puntos o coordenadas para poder referenciar en el manual y plasmar las coordenadas de los elementos ya nombrados y llegar a su respectiva evaluación enumerando los diferentes ítems para una calificación final. (ver tabla 2.6)

2.4.1 Amarre de puntos con estación total:

Tabla 2.6: Amarre de puntos

N° Placa Empopasto	Norte	Este	Coordenada
063 Punto Inicial	626368.9400	977222.4900	2531.0000
052 Punto Final	626441.0300	977352.4000	2527.1800

Imagen 2.1: Placa de Empopasto 063



Imagen 2.2: Placa de Empopasto052



Con este levantamiento se logró obtener el plano topográfico de cada intersección el cual está en el ANEXO I (Plano topográfico tramo calle 17) para una mejor comprensión.

2.5 DETERMINACION DE LA COMPOSICION DE LA VIA.

2.5.1 Determinación del flujo vehicular en ADES. Luego de realizar el conteo vehicular en cada intersección se procede a cambiar el volumen de los vehículos presentes en la vía a unidades ADES, las cuales son utilizadas para el cálculo de diferentes factores. Para el diligenciamiento del formato (Tabla 2.8), en el cual se digitalizan los aforos vehiculares, se toma como referencia la siguiente tabla de conversión. (Unidad de medida es el Automóvil) (ver tabla 2.7 – 2.8)

Tabla 2.7: Automóviles directos equivalentes ADES.

VEHICULO	VIA URBANA	CARRETERA	GLORIETA	INTERSECCION SEMAFORIZAD
Automóvil, vehículo comercial liviano	1.00	1.00	1.00	1.00
Motocicletas	0.75	1.00	0.75	0.33
Vehículo comercial mediano y pesado y vehículos tirados por caballos	2.00	3.00	2.80	1.75
Buses	3.00	3.00	2.80	2.25
Bicicletas	0.33	0.50	0.50	0.20

Tabla 2.8: Formato para dirigencia aforo vehicular en unidades ADES

HORA	AUTOMOVILES								MOTOS								BUSES								Vehículo comercial mediano, pesado y vehículos tirados por caballos								BICICLETAS							
	CALLE 17				CARRERA 11				CALLE 17				CARRERA 11				CALLE 17				CARRERA 11				CALLE 17				CARRERA 11											
	ADES				ADES				ADES				ADES				ADES				ADES				ADES															
	SENTIDO				SENTIDO				SENTIDO				SENTIDO				SENTIDO				SENTIDO				SENTIDO															
	17 A 17	17 A 11	17 A 11	11 A 11	11 A 11	11 A 17	11 A 17	17 A 17	17 A 11	17 A 11	11 A 11	11 A 11	11 A 17	11 A 17	17 A 17	17 A 11	17 A 11	11 A 11	11 A 11	11 A 17	11 A 17	17 A 17	17 A 11	17 A 11	11 A 11	11 A 11	11 A 17	11 A 17	17 A 17	17 A 11	17 A 11	11 A 11	11 A 11	11 A 17	11 A 17					
6:45	↑	←	→	→	←	↗	↘	↑	←	→	→	←	↗	↘	↑	←	→	→	←	↗	↘	↑	←	→	→	←	↗	↘	↑	←	→	→	←	↗	↘					
7:00																																								
7:15																																								
7:30																																								
7:45																																								
8:00																																								
8:15																																								
8:30																																								
8:45																																								
9:00																																								
9:15																																								
9:30																																								
9:45																																								
10:00																																								
10:15																																								
10:30																																								
10:45																																								
11:00																																								
11:15																																								
11:30																																								
11:45																																								
12:00																																								
12:15																																								
12:30																																								
12:45																																								
13:00																																								
13:15																																								
13:30																																								
13:45																																								
14:00																																								
14:15																																								
14:30																																								
14:45																																								
15:00																																								
15:15																																								
15:30																																								
15:45																																								
16:00																																								
16:15																																								
16:30																																								
16:45																																								
17:00																																								
17:15																																								
17:30																																								
17:45																																								
18:00																																								
18:15																																								
18:30																																								
18:45																																								
19:00																																								
19:15																																								
19:30																																								

Al diligenciar el anterior formato, se logró obtener con el vehículo característico el total de automotores por cada giro, para así llegar al resultado de la hora pico.

2.5.2 Capacidad. Para medir la capacidad de cada se hace necesario clasificarlas en intersecciones controladas y no controladas.

Capacidad para intersecciones no controladas: Para poder conocer la capacidad de una vía no controlada por semáforo sino por señal se tiene en cuenta el siguiente procedimiento.

Clasificación de la vía: De acuerdo al esquema de maniobras (ANEXO J Esquemas para maniobras de vía) el cual determina según los movimientos de la vía que clases de curva se debe tomar para obtener la capacidad según el ábaco de maniobras en una intersección. Los movimientos evaluados son:

- a. Giro a la Izquierda: se ingresa en la tabla de maniobras para cruces a la izquierda los tiempos, los cuales nos darán como resultado la letra de la curva de maniobras que está en el ANEXO J, de la misma manera se realizara para giro a la derecha y entrecruzamiento, tal como se evidencia en el ANEXO K.

b. Capacidad para intersecciones controladas

- **Clasificación de vía urbana:** De acuerdo a la tabla N°2.9 se clasifica la máxima capacidad de la vía según la velocidad establecida en el punto o en las intersecciones del tramo vial de la calle 17 son vías locales su máxima velocidad o la esperada es de 30 a 50 Km/h.

Tabla 2.9: Velocidad de diseño

La velocidad de diseño está en función del tipo de vía urbana:

VAP	capacidad 1600 ADES/hora	80 km/h
VAP	capacidad 1600 ADES/hora	60 km/h
VAS	VAS – 1 capacidad 1600 ADES/hora y VAS – 2 capacidad 1000 ADES/hora	60 km/h
VC	capacidad 600 ADES/hora /DOS SENTIDO o capacidad 1450 ADES/hora/SENTIDO	50 km/h
VMP	capacidad 600 ADES/hora /DOS SENTIDO o capacidad 1450 ADES/hora/SENTIDO	50 km/h
VL	capacidad 600 ADES/hora /DOS SENTIDO o capacidad 1450 ADES/hora/SENTIDO	30 - 50 km/h

Para realizar su respectivo análisis se de obtener los siguientes datos

a.

	CLASIFICACION	V	
		Km/h	m/seg
VIA DE ANALISIS:	VC		

b.

	t (seg)
TIEMPO DE PERCEPCION REACCION:	

c.

	a(m/seg ²)
TASA DE DESACELERACION:	

d.

	L` (m)
LONGITUD VEHICULO TIPO	

e.

	W1(m)	W2(m)
ANCHO DE CALZADA		

Con la aplicación de la siguiente fórmula se encontrará la fase máxima de tiempo de los semáforos.

$Y = (t + V/2a) + ((W+L)/V)$ con respondiendo así

$Y = (AMARILLO) + (AMBOS LADOS EN ROJO)$

Siendo Y máximo el tiempo en rojo y amarillo de un semáforo por cada lado.

➤ **Cálculo de fase amarillo y rojo**

El cálculo se realizó de la siguiente manera:

I. Cálculo de amarillo: segundos

Amarillo = (Tiempo de per sección + (velocidad V. Colectora/ 2 *Tasa de desaceleración)

II. Cálculo de rojo: segundos

Rojo = (Ancho de calzada + longitud de vehículo tipo) / (velocidad V. Colectora)

Estos cálculos de amarillo y rojo se hacen por cada lado de la intersección donde se requiera el control de semáforo.

III. Cálculo de la longitud de ciclo:

Longitud de ciclo = Amarillo 1 + Rojo 1 + Amarillo 2 + Rojo 2 ++ Amarillo n + Rojo n

- **Cálculo del flujo de saturación (S):** para realizar este cálculo se toma cada lado de calzada donde se utiliza el semáforo. Con la siguiente Tabla N°2.10 de factores se encontró el flujo de saturación por calzada.

Tabla 2.10: Factores para cálculo de Flujo de Saturación

		calzada n	calzada n
S :Intensidad de saturación (vehículos/hora)	=	1900	1900
N :Número de carriles	=	2	2
fa : Corrección por anchura del carril = $(5,4+A)/9$; donde A : ancho promedio del carril (m)	=	0.989	0.989
fvp: Corrección por vehículos pesados = $100/(100+P)$; donde P: Porcentaje de pesados (%)	=	1.000	1.000
fi : Corrección por inclinación de la rasante = $1-I/100$; donde I : Inclinación de la rasante	=	0.980	0.972
fe : Corrección por estacionamiento = $1-(0.1+M/20)/N$; donde M : Movimientos de estacionamiento en una hora	=	0.625	0.650
fb : Corrección por paradas autobús = $1-B/(250N)$; donde B : Autobuses que paran por hora	=	0.940	1.000
fz : Corrección por situación = rango (0,9-1) ; donde en centro urbano 0,9; en otras zonas 1	=	0.900	0.900
fgd : Corrección por giros a la derecha = $1 - 0.15P$; donde P : Proporción de vehículos que giran a la derecha	=	0.978	1.000
fgl : Corrección por giros a la izquierda = $1/(1+0.05P)$; donde P : Proporción de vehículos que giran a la izquierda	=	1.000	0.972

Con la siguiente Tabla N°2.11 Datos para cálculo de cada factor.

Tabla 2.11: Datos para cálculo de Saturación.

DATOS : calzada n	N	=	# carril	
	A	=	Ancho de carril	
	P	=	% Veh Pesados	
	I	=	Inclinación de la rasante	
	M	=	Mov Estacionamiento	
	B	=	Autobuses pasan * hora	
	fz	=	Corrección por situación	
	P derecha	=	Giran a la derecha	(%)
	P izquierda	=	Giran a la izquierda	(%)

Con esta tabla se ingresa datos según la calzada y se calcula el flujo de saturación que está en la tabla N°2.11 de esta manera

$$S = 1900 \cdot (N \cdot f_a \cdot f_{vp} \cdot f_i \cdot f_e \cdot f_b \cdot f_z \cdot f_{gd} \cdot f_{gl})$$

➤ **Relación flujo actual vs Flujo de saturación**

Con la siguiente formula $Y_i = (Q_i \text{ max})/S$ se encontró la relación del flujo actual (Q max) que se refiere al flujo mayor por los giros l de cada calzada en estudio / flujo de saturación es el calculado anteriormente.

Encontrando un (Y_i) para cada calzada en el cual se sumó los (Y_i) de cada calzada para encontrar la suma de Y para aplicarla en longitud de ciclo óptimo.

a. **Longitud ciclo optimo (Co):** siendo igual a:

$$Co = (1.5L + 5) / (1 - \sum Y_i) \quad (\text{Seg})$$

Dónde: Co = Longitud de ciclo óptimo.

L = Longitud de ciclo.

Y = Relación flujo actual vs Flujo de saturación.

Obteniendo este resultado se debe verificar que el tiempo o longitud de ciclo óptimo (Co) no debe superar los 120 seg ya que si lo hace la intersección ya no sería controlada sino se pasaría a buscar otras alternativas de solución como una glorieta.

b. **Cálculo de Tiempo verde efectivo total (gt):** su cálculo se hace con la siguiente formula ($gt = Co - L$)

Dónde: gt = Tiempo verde efectivo total

Co = Longitud de ciclo óptimo.

L = Longitud de ciclo.

Ya obteniendo el resultado se calcula el tiempo verde para cada fase aplicando la siguiente fórmula: $g_i = Y_i / (\sum Y_i) \cdot gt$.

Dónde: g_i = Tiempo efectivo total para cada fase

Y_i = Relación flujo actual vs Flujo de saturación.

$\sum Y_i$ = sumatoria de Y_i por cada fase

gt = Tiempo verde efectivo total

c. **Cálculo de la capacidad:** Con la aplicando la siguiente fórmula se encuentra el cálculo de capacidad para cada calzada de la siguiente forma: $C_i = S_i \cdot g_i / Co$

Dónde: C_i = Capacidad para cada calzada.
 S_i = Flujo de saturación por cada calzada.
 g_i = Tiempo efectivo total para cada fase.
 C_o = Longitud de ciclo óptimo.

De esta forma se encuentra la capacidad para cada calzada, en la Tabla N° 10: (Velocidad de diseño) se verifica si la capacidad por cada una no supera la establecida en esta tabla.

Luego se hace un diagrama de fases el cual está consignado en el ANEXO L (Capacidad de intersecciones controladas)

Por último, se realiza una proyección de tiempo con un incremento del 3% por cada año a los vehículos en unidades ADES por cada sentido para verificar hasta que tiempo funciona como una intersección controlada para una mejor entendimiento mirar ANEXO L.

2.5.3 Nivel de Servicio. El concepto de nivel de servicio se utiliza para evaluar la calidad del flujo. Es “una medida cualitativa que descubre las condiciones de operación de un flujo de vehículos y/o personas, y de su percepción por los conductores o pasajeros”.

La condición se describe en término de factores que influyen y estos son:

- La velocidad
- El tiempo de recorrido
- La libertad de maniobra
- las interrupciones a la circulación
- La comodidad
- La seguridad vial.

Nivel de Servicio A: Representa una 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. (ver figura 2.2)

Figura 2.2: Nivel de Servicio A



El nivel general de comodidad y conveniencia proporcionado por la circulación al motorista, pasajero o peatón, es excelente.

Nivel de Servicio B: Está dentro del rango del flujo estable, aunque se empiezan a observar otros vehículos integrantes de la circulación. La libertad de selección de las velocidades deseadas, sigue relativamente inafectada, aunque disminuye un poco la libertad de maniobra en relación con la del nivel de servicio A. (ver figura 2.3)

Figura 2.3: Nivel de Servicio B



El nivel de comodidad y conveniencia es algo inferior a los del nivel de servicio A, porque la presencia de otros comienza a influir en el comportamiento individual de cada uno.

Nivel de Servicio C: Pertenece al rango del flujo estable, pero marca el comienzo del dominio en el 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. (ver figura 2.4)

Figura 2.4: Nivel de Servicio C



El nivel de comodidad y conveniencia desciende notablemente.

Nivel de servicio D: Representa una circulación de densidad elevada, aunque estable. La velocidad y libertad de maniobra quedan seriamente restringidas, y el conductor o peatón experimenta un nivel general de comodidad y conveniencia bajo. (ver figura 2.5)

Figura 2.5: Nivel de Servicio D



Los pequeños incrementos del flujo generalmente ocasionan problemas de funcionamiento.

Nivel de servicio E: El funcionamiento está en él, o cerca del, límite de su capacidad. La velocidad de todos se ve reducida a un valor bajo, bastante uniforme. La libertad de maniobra para circular es extremadamente difícil, y se consigue forzando a un vehículo o peatón a “ceder el paso”. (ver figura 2.6)

Figura 2.6: Nivel de Servicio E



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

Nivel de servicio F: Representa condiciones de flujo forzado. Esta situación se produce cuando la cantidad de tránsito que se acerca a un punto o calzada, 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. (ver figura 2.7)

Figura 2.7: Nivel de Servicio F



Para obtener el nivel de servicio en las intersecciones no controladas e intersecciones controlada se aplica el tiempo de espera o de movimientos en cada ciclo de parada de los vehiculos.

Con las siguientes tablas (2.12 y 2.13), se aplicó la metodología para identificar que nivel de servicio tienen las intersecciones del tramo vial de la calle 17 con carreras 11 a 29 de la ciudad de San Juan de Pasto.

a. Nivel de servicio en intersecciones no controladas.

Con la Tabla N°2.12 (Nivel de criterios de servicio para intersecciones controladas con señal de pare) se pudo lograr obtener el nivel de servicio para intersecciones no controladas. Mirar ANEXO K.

Tabla 2.12 (Nivel de servicio para intersecciones controladas con señal de pare)

Nivel de Servicio	Demora medida control (seg/Veh)
A	0 -10
B	> 10 - 15
C	> 15 - 25
D	> 25 - 35
E	> 35 - 50
F	> 50

b. Nivel de servicio en intersecciones controladas.

En la Tabla N°2.13 (Nivel de criterios de servicio para intersecciones controladas con semaforo) se logró obtener el nivel de servicio para intersecciones controladas. Mirar ANEXO L.

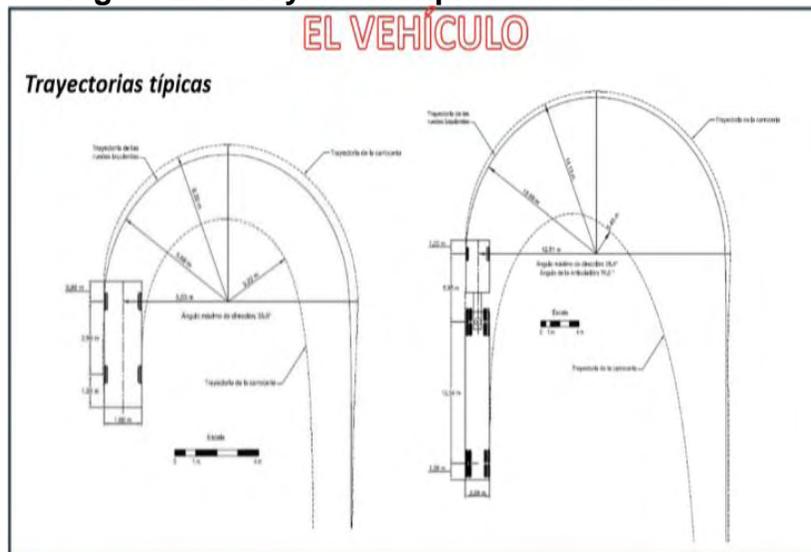
Tabla 2.13 Nivel de servicio para intersecciones controladas con semaforo

Nivel de Servicio	Control por vehículo (seg/Veh)
A	0 -10
B	> 10 - 20
C	> 20 - 35
D	> 35 - 55
E	> 55 - 80
F	> 80

2.6 CÁLCULO DE RADIO DE GIRO.

En la **figura 2.8**, (Trayectoria típicas de vehículos) se puede analizar con el vehículo de diseño "automóvil" las dimensiones que se deben cumplir para realizar un maniobra de giro, el cual se estableció con un radio de tres metros que al aplicarlo en cada intersección no cumplió dando como resultado un balance no apropiado para las intersecciones en estudio ya que por esta causa se pueden generar conflictos o en el peor de los casos accidentes.

Figura 2.8: Trayectoria típicas de vehiculos



2.7 MÉTODOLÓGIA DE ZONIFICACION POR RIESGO DE CADA INTERSECCIÓN

Teniendo en cuenta la metodología propuesta por DISVIAL (Ingeneria de Transito) se optó este método y se lo adaptó para que funcione aplicado para el tramo vial de la calle 17 con carreras 11 a 29, para asi obtener la solucion de las intersecciones críticas por medio de colores característicos de riesgo llegando a la conclusión de este trabajo de seguridad vial el cual se mencionará en análisis y resultados de este proyecto.

3. PROCESAMIENTO DE DATOS

Para el procesamiento de datos se realizó por cada intersección crítica ya nombradas anteriormente en el desarrollo.

3.1 PROCESAMIENTO DE AFORO VEHICULAR.

Para la toma de datos del conteo vehicular se los establece en el ANEXO LL,(Aforo Vehicula por Cada intersección).(LL con cra 11, LL con cra 13, LL con cra 14, LL con cra 21, LL con cra 22, LL con cra 24, LL con cra 25, LL con cra 27, LL con cra 29).

3.2 PROCESAMIENTO DE TABLAS MANUAL GENERAL

Para la realización del manual de inventario vial la toma datos por cada intersección critica se realiza en el ANEXO M (Manual General por cada intersección)(M CRA 11, M CRA 13, M CRA 14, M CRA 21, M CRA 22, M CRA 24, M CRA 25, M CRA 27 Y ANEXO M CRA 29)lo referente a la infraestructura de idual se ANEXA M Daños por cada intersección (ANEXO M Cra 11 daños, M Cra 13 daños, M Cra 14 daños, M Cra 21 daños, M Cra 22 daños, M Cra 24 daños, M Cra 25 daños, M Cra 27 daños, M Cra 29 daños,). De idual manera se aneza las fotos recopiladas por cada intersección en el ANEXO N.

4. ANALISIS Y RESULTADOS

4.1 INTERSECCIÓN CON CALLE 17 CON CARRERA 11

4.1.1 Conteo vehicular. Con el formato del ANEXO LL cra 11 (Conteo vehicular por cada intersección) a continuación se realizó la digitalización de datos del aforo vehicular para la intersección obteniendo como resultado los vehículos en unidades ADES, con el cual se caracteriza la hora pico por cada giro los cuales se los referencia con distintos colores que esta presentes en dicho anexo de esta intersección. (ver tabla 4.1)

Tabla 4.1 Formato Vehicular En unidades ADES.

	AUTOMOVILES HORA PICO						
	CALLE 17			CARRERA 11			
	ADES			ADES			
	SENTIDO			SENTIDO			
	17 A 17	17 A 11	17 A 11	11 A 11	11 A 11	11 A 17	11 A 17
HORA	↑	←	→	→	←	↗	↖
6:45	16	142	15	37	16	6	3
7:00	83	725	75	183	79	32	15
7:15	43	371	38	94	41	16	8
7:30	20	172	17	45	19	7	4
7:45	29	256	27	64	27	11	5
8:00	57	501	52	124	55	21	10
8:15	22	200	21	51	21	9	4
8:30	39	341	36	88	38	16	8
11:45	42	462	41	203	74	27	13
12:00	40	263	42	201	76	14	8
12:15	16	176	14	78	27	10	4
12:30	13	124	12	55	20	8	3
12:45	19	221	19	100	35	13	8
13:00	10	97	10	45	17	6	3
13:15	4	52	6	20	5	2	1
13:30	22	180	30	109	32	10	4
13:45	29	322	38	142	41	20	9
14:00	35	381	44	167	47	23	10
14:15	13	149	17	65	19	10	3
14:30	6	75	8	36	8	4	2

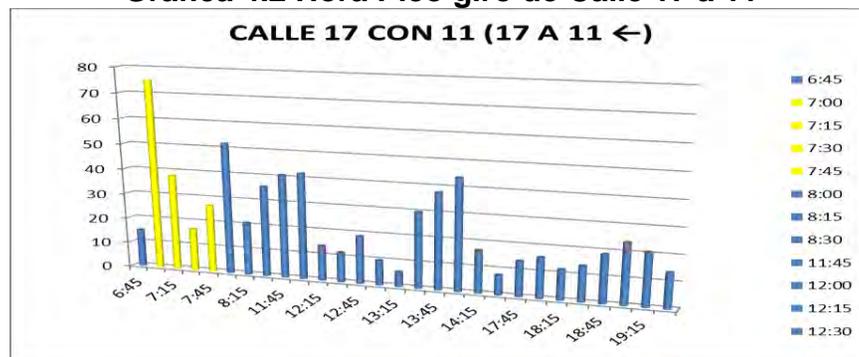
17:45	14	180	14	88	46	8	5
18:00	16	217	16	103	55	11	6
18:15	13	162	12	78	42	7	5
18:30	14	180	14	88	46	8	5
18:45	19	251	19	122	64	12	6
19:00	24	322	24	157	81	16	10
19:15	20	267	21	129	68	12	8
19:30	14	180	14	88	46	6	5
MAX	83	725	75	203	81	32	15

Con estos se realizaron las siguientes gráficas en las cuales se demuestra los picos mas altos del día en esta intersección por cada giro. (ver grafica 4.1 – 4.7)

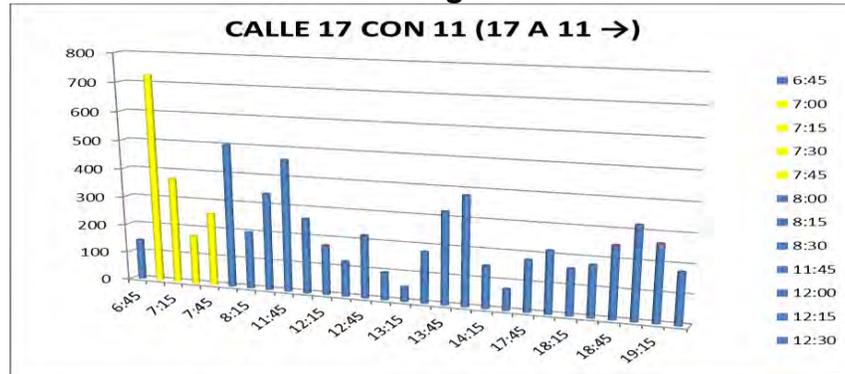
Grafica 4.1 Hora Pico giro de Calle 17 a 17



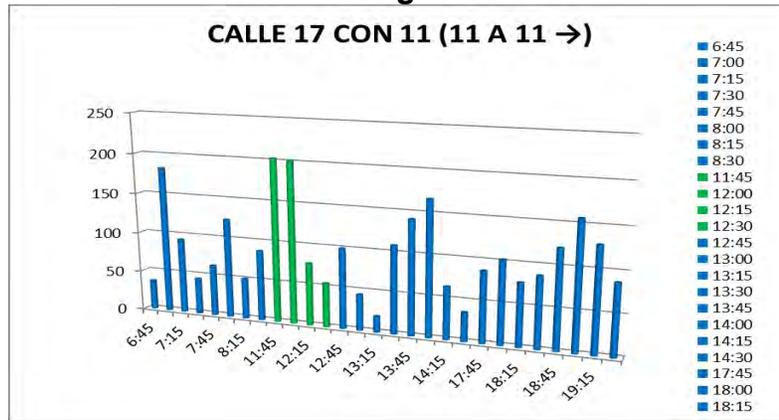
Grafica 4.2 Hora Pico giro de Calle 17 a 11



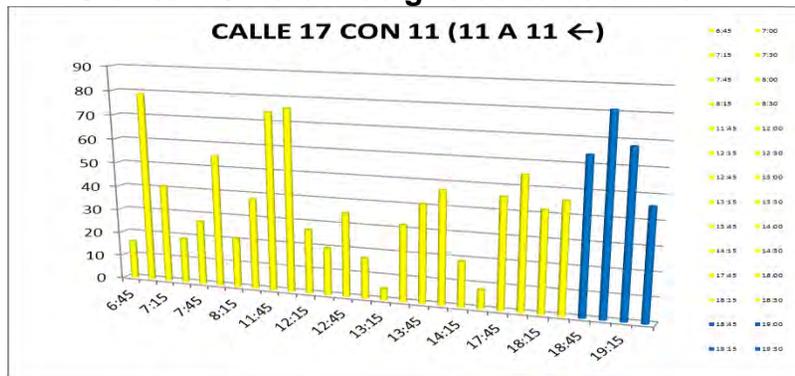
Grafica 4.3 Hora Pico giro de Calle 17 a 11



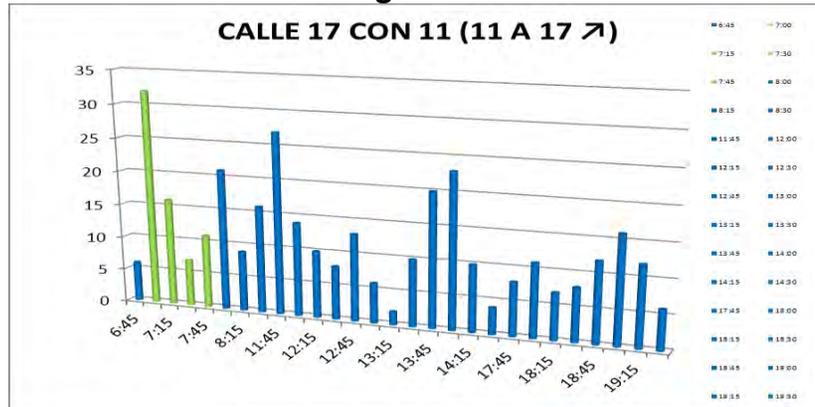
Grafica 4.4 Hora Pico giro de carrera 11 a 11



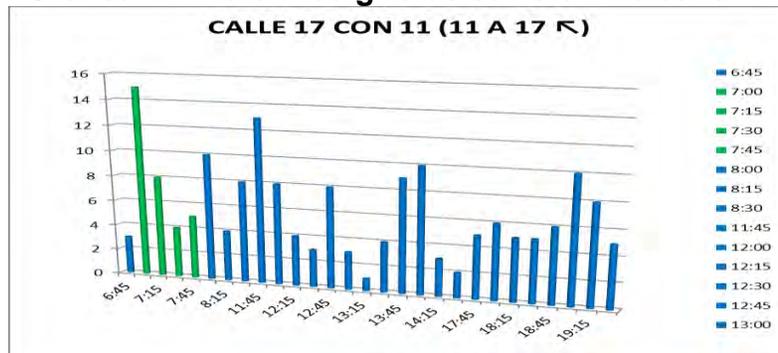
Grafica 4.5 Hora Pico giro de carrera 11 a 11



Grafica 4.6 Hora Pico giro de carrera 11 a calle 17



Grafica 4.7 Hora Pico giro de carrera 11 a calle 17



Con estas gráficas se caracterizo la hora pico por cada giro de la intersección de la calle 17 con carrera 11.

4.1.2 Aplicación del manual general en la intersección de la calle 17 con carrera 11. Para poder calificar la estructuración de la vía comenzando por la clasificación de su direccionamiento y el uso del suelo que esta presente en la zona estudiada. (ver imagen 4.1)

Imagen 4.1: Uso del Suelo



La imagen 4.1 caracteriza la zona de estudio según P.O.T, en la cual se evidencia venta de materiales de construcción para ser aplicada en la metodología de DISVIAL y caracterizando posibles factores que estén interviniendo en este punto para producir accidentes. (ver tabla 4.2)

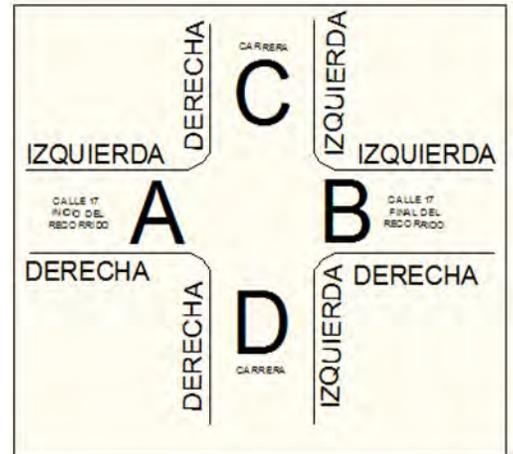
Manual general Intersección calle 17 con cra 11:

Tabla 4.2: Formato General Infraestructura.



UNIVERSIDAD DE NARIÑO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL
 INVENTARIOS VÍALES 2013

FECHA: _____
 PAÍS: Colombia
 DEPARTAMENTO: Nariño
 MUNICIPIO: San Juan de Pasto TRAMO: Cll 17 entre Crr 11 - Crr 29
 INTERSECCIÓN: __Calle 17 con carrera 11_____



Direccionamiento	1	2	3								
		Unidireccional	Bidireccional								
	Calle	X									
	Carrera		X								
	1	2	3	4	5	6	7	9	10	11	12
Uso del suelo	Institucional	Comercial	Industrial	Fines públicos	Escolar	Residencial	Observaciones	B	R	M	N° Imagen
		X				X					3338

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
CALZADA DOBLE			SEPARADOR			CALZADA SENCILLA		OBSERVACIONES		IMAGEN
A	Calzada doble	Izquierdo (m)	Derecho (m)	Ancho (m)	Alto (m)	NA	Calzada sencilla	Ancho (m)		3296
ANCHO DE VIA							X	7.08		
B	Calzada doble	Izquierdo (m)	Derecho (m)	Ancho (m)	Alto (m)	NA	Calzada sencilla	Ancho (m)		3311
ANCHO DE VIA							X	6.8		
C	Calzada doble	Izquierdo (m)	Derecho (m)	Ancho (m)	Alto (m)	NA	Calzada sencilla	Ancho (m)		3289
ANCHO DE VIA	X	6	6	1.85	0.15					
D	Calzada doble	Izquierdo (m)	Derecho (m)	Ancho (m)	Alto (m)	NA	Calzada sencilla	Ancho (m)		3303
ANCHO DE VIA	X	5.77	5.77	1.85	0.15					
ANDENES										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	Dimensiones			Estado			Rampa de acceso		OBSERVACIONES	N° Imagen
Anden A	Ancho (m)	Alto (m)	Bueno	Regular	Malo	Existe	No existe		DISCONTINUO + OBSTACULOS	3298 3297
Izquierdo	4.15	0.15		X			X			
Derecho	4.2	0.15		X			X			
Anden B	Ancho (m)	Alto (m)	Bueno	Regular	Malo	Existe	No existe		DISCONTINUO + OBSTACULOS	3312 3313
Izquierdo	4.24	0.04		X			X			
Derecho	4.5	0.1		X			X			
Anden C	Ancho (m)	Alto (m)	Bueno	Regular	Malo	Existe	No existe		DISCONTINUO + OBSTACULOS	3290 3291
Izquierdo	2	0-15		X			X			
Derecho	2.7	0.15		X			X			
Anden D	Ancho (m)	Alto (m)	Bueno	Regular	Malo	Existe	No existe		DISCONTINUO + OBSTACULOS	3305 3304
Izquierdo	1.88	0.12		X			X			
Derecho	2.73	0.07		X			X			

Imagen 4.2: Calzada B



Imagen 4.3: Calzada



Imagen 4.4: Calzada A



Imagen 4.5: Calzada D



Tabla 4.2: Formato General Infraestructura.

CUNETAS							
1	2	3	4	5	6	7	8
Cunetas		Estado				OBSERVACIONES	N° Imagen
		Bueno	Regular	Malo	NE		
A	Derecha				X		
	Izquierda				X		
B	Derecha				X		
	Izquierda				X		
C	Derecha				X		
	Izquierda				X		
D	Derecha				X		
	Izquierda				X		

SUMIDEROS								
1			2	3	4	5	6	7
COORDENADAS			TIPO DE SUMIDERO " CODIGO "	ESTADO			OBSERVACIONES	N° IMÁGENES
E	N	COTA m		B	R	M		
628199.701	976325.57	2541.94	SB 1		X		REJILLA EN MAL ESTADO + UNDIMIENTO DE PAV	3323
628198.677	976319.67	2541.94	SB 2	X				3324
628168.199	976319.98	2542.3	SB 3		X			3325
628151.993	976318.94	2542.32	SB 4	X				3329
628150.316	976325.82	2542.32	SB 5	X				3330
628158.632	976332.29	2542.19	SB 6	X				3331
628163.033	976335.8	2542.19	SB 7	X				3332
628178.984	976336.1	2542.18	SB 8	X				3333

ILUMINACION									
1			2	3	4	5	6	7	8
COORDENADAS			CODIGO	ESTADO LUMINARIA		ESTADO SUMINISTRO		OBSERVACIONES	N° IMÁGENES
E	N	COTA m		B	M	B	M		
628112.845	976339.82	2542.19	ILU 1	X			X	SATURACION CABLES	3315
628141.801	976334.77	2542.23	ILU 2	X			X	SATURACION CABLES	3316
628150.108	976302.23	2542.32	ILU 3	X		X			3314
628212.089	976324.01	2541.94	ILU 4	X			X	SATURACION CABLES	3300
628186.403	976328.31	2542.12	ILU 5		X		X	SATURACION CABLES	3301
628192.79	976369.23	2542.34	ILU 6	X		X			3306
628174.791	976341.81	2542.48	ILU 7	X		X			3307
628172.899	976351.12	2542.2	ILU 8	X		X			3336

Tabla 4.2: Formato General Infraestructura.

SEÑALIZACION											
1			2	3	4	5			6		7
COORDENADAS			CODIGO	H	V	ESTADO			OBSERVACIONES	N° Imagen	
E	N	COTA m				B	R	M			
628179.603	976328.98	2542.03	SEÑ1	X			X		MARCACION DE GUIA DE LA INTERSECCIÓN	3302	
628147.742	976326.96	2542.19	SEÑ2	X			X		MARCACION DE GUIA DE LA INTERSECCIÓN	3319 - 3320	
628154.82	976312	2542.28	SEÑ3	X			X		SENDERO PEATONAL	3295	
628174.11	976342.42	2542.27	SEÑ4	X		X			MARCACION DE GUIA DE LA INTERSECCIÓN	3308 - 3309	
628171.033	976322.48	2542.18	SEÑ5	X				X	CUADRICULA DE MARCACION AMARILLA	3337	
628112.761	976339.29	2542.31	SEÑ6		X	X			SR-28	3317	
628147.742	976326.96	2542.19	SEÑ7		X	X			SR-01	3318	

Con este formato digitalizado se estableció tanto las coordenadas de los elementos evaluados como cunetas, sumideros, iluminación y señalización de igual manera se califica su estado superficial acumulandolas para proceder a su análisis en la matriz de riesgos la cual arroja la Zonificación de cada sector.

A continuación se anexa unas imágenes del reporte fotográfico que se encuentra en el ANEXO N (Fotos inventario vial). (ver imagen 4.6 – 4.7)

a. Iluminación.

Imagen 4.6: Iluminación (3306)



Imagen 4.7: Iluminación (3315)

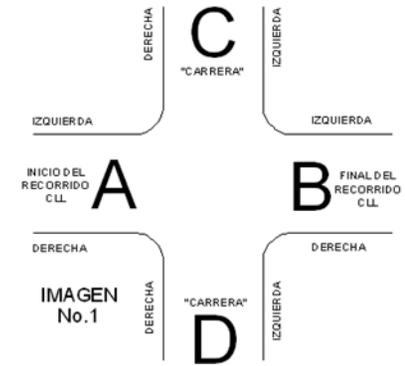


Tabla 4.3: Formato general daños de pavimento



UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERÍA - DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL
INVENTARIOS VÍALES 2013

FECHA: _____
PAÍS: Colombia
DEPARTAMENTO: Nariño
MUNICIPIO: San Juan de Pasto
TRAMO: ClI (17) entre Crr (11) - Crr (29).
INTERSECCIÓN: _____



Codificación del tipo de daño en pavimentos rígidos													
Deterioros de la superficie	Daño en losa				Deterioros de la estructura	Agrietamientos			Otros				
	DS	Deficiencia del sellado "m"		DI		Desintegración "m2"		GE	Grieta de esquina "m2"		PE	Presencia o emanación de finos "m"	
	DP	Juntas desportilladas "m"		BCH		Baches "m2"		GLO	Grieta longitudinal "m"		FR	Fisuramiento por retracción "m2"	
	SJ	Separación de la junta longitudinal "m"		TI		Textura inadecuada "m2"		GTR	Grieta transversal "m"				
				LE		Levantamiento localizado "m2"		GD	Agrietamiento por durabilidad "m2"				
				PCH		Parches deteriorados "m2"							



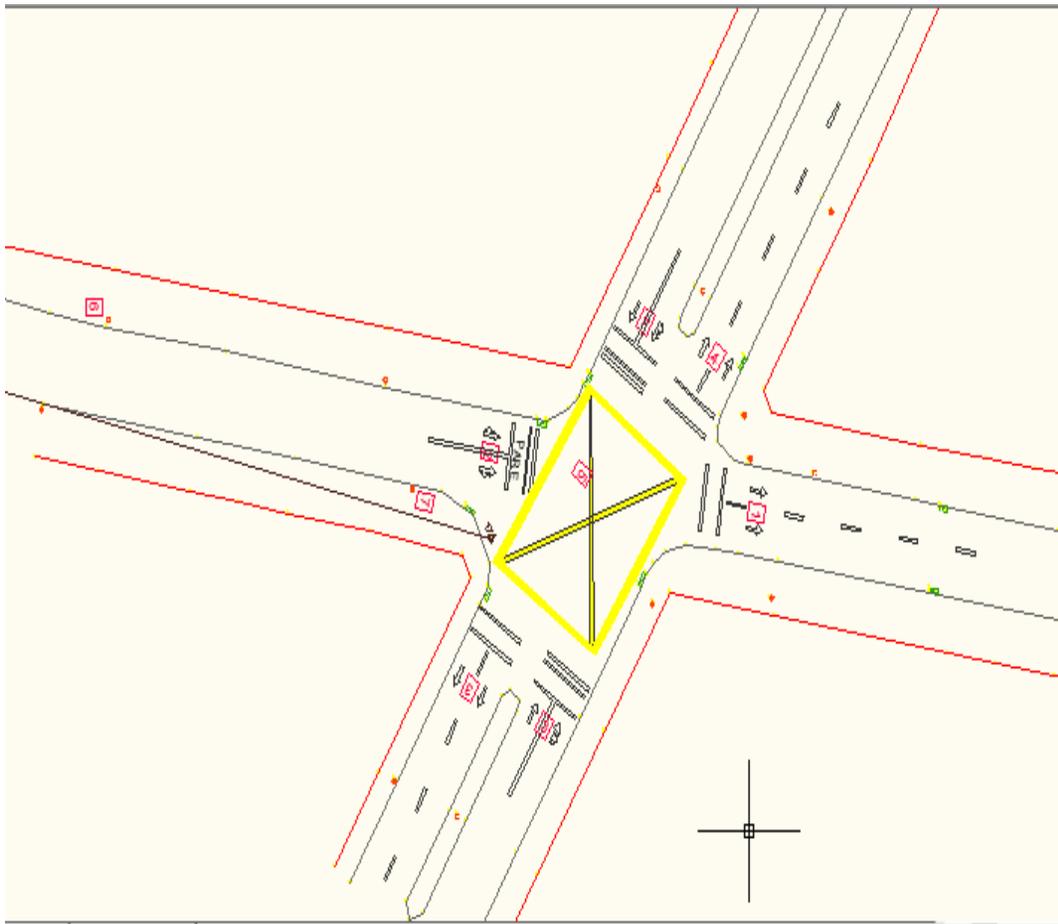
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----

Ubicación espacial	Segmento	Tipo de daño "código"	dimensión 1 del daño "m"	dimensión 2 del daño "m"	dimensión 3 del daño "m"	Estado			observaciones	No. Imagen
						B	R	M		
A	C	DS	40					X		3345
A	C	SJ	0.0012			X				3345
A	C	DI	57.6	28				X		3346
A	D	BCH	3.9	0.7	0.0001	X			NO SE PRESENTA NIVELES DE SEVERIDA	3347
A	I	GLO	3.4	0.6	0.0003		X			3350
A	D	FR	4	3.4				X		3348
B	C								BUEN ESTADO	
C	C	DS	40	14.5	0.03	X			L<0.5M	3339
C	C	DI	58	50				X	Peladura generalizada, superficie rugosa	3339
C	C	SJ	11	5	0.0001	X				3340
C	C	TI	58	50	0.0003		X		Pulimento que no presenta progresión no tiene niveles de severidad	3341

Según el reporte fotográficos de daños en la vía estas son algunas imágenes tomadas las otras estan en el ANEXO N (Fotos Inventario Vial).

4.1.3 Plano final de la intersección de calle 17 con carrera 11. Con la figura 4.1 se caracteriza lo realizado en el levantamiento topográfico, lo cual establece los puntos o elementos de infraestructura presentes en la intersección.

Figura 4.1: Plano topográfico calle 17 con carrera 11

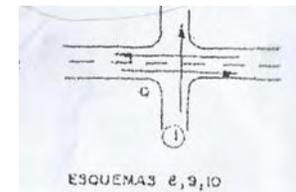
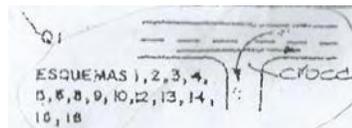
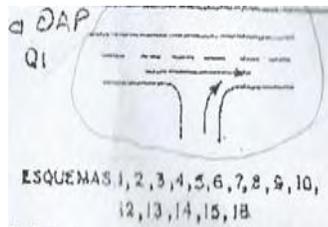


4.1.4 Capacidad y Nivel de servicio. Con la Tabla N°4.4, se establece la capacidad y el nivel de servicio, la cual se realizo una respectiva calificación de acuerdo a lo establecido en el método aplicado para la evaluación de riesgo por medio de zonificación de colores.

Tabla 4.4: Capacidad y Nivel de servivio calle 17 con carrera 11

Capacidad

Esquemas a utilizar:		
Giro a la derecha	Giro a la izquierda	Cruce



Datos			Datos			Datos		
Tiempo estimado en maniobra (seg)			Tiempo estimado en maniobra (seg)			Tiempo estimado en maniobra (seg)		
4			4			6		
Q1 Veh/hora			Q1 Veh/hora			Q1 Veh/hora		
175			175			175		
Q2 Veh/hora			Q2 Veh/hora			Q2 Veh/hora		
32			66			796		
Curva de análisis consecuente			Curva de análisis consecuente			Curva de análisis consecuente		
A			D			B		
Capacidad según ábaco Anexo J			Capacidad según ábaco Anexo J			Capacidad según ábaco Anexo J		
950			440			660		
Capacidad máxima de diseño	>	Q1	Capacidad máxima de diseño	>	Q1	Capacidad máxima de diseño	>	Q1
807.5	>	32	374	>	66	561	>	796
Chequeo	OK		Chequeo	OK		Chequeo	NO CUMPLE	

NOTA:

La intersección no funciona como no controlada pasa hacer una intersección controlada.

MODELOS POISON	
Σ ADES sentido principal	Σ ADES sentido secundario
1856	894
q de análisis =	1855
tiempo estimado de maniobra (seg) =	6
λ = q * t =	3.091666667

Probabilidad de acumulación vehicular	$P(X \rightarrow i) = e^{-\lambda x}$	donde x: número de vehículos
---------------------------------------	---------------------------------------	------------------------------

x	P	q*P
1	0.045426181	84.26556571
2	0.002063538	3.827862838
3	9.37386E-05	0.17388519
4	4.25819E-06	0.00789894
5	1.93433E-07	0.000358819
6	8.78693E-09	1.62998E-05
7	3.99157E-10	7.40436E-07
8	1.81322E-11	3.36352E-08
9	8.23675E-13	1.52792E-09
10	3.74164E-14	6.94075E-11

CAPACIDAD	88.27558857
CAPACIDAD REAL ASUMIDA	88

TEORIA DE FILAS:

$P(x) = (\lambda/\mu)^x$	dónde:	λ:	valor esperado
		μ:	capacidad
		x:	numero vehículos en fila

Analisis:

Hora "seg"	→	μ
xi "seg"	→	vehículo i
40.91	→	1
81.82	→	2
122.73	→	3

Nota: el tiempo de espera para intersecciones controladas como no controladas es de 120 seg

μ	→	Xi "vehículos por tiempo de maniobra"		
vehículo i	→	tiempo de maniobra "seg"	Vehículos	vehículos asumidos
1	→	30	0.7333333	1
2	→	60	1.4666667	2
3	→	120	2.9333333	3

			escenario de proyección de flujo i %	
P(tiempo de espera>30 seg)	1015.91	%	escenario optimista =	5
P(tiempo de espera>60 seg)	10320.71	%	escenario pesimista =	3
P(tiempo de espera>120 seg)	104849.06	%	escenario intransitable	

Cálculo de transito actual:

$$P(x) = (\lambda/\mu)^x$$

despejamos λ: "transito actual"

λ =	412.78
λ asumido =	413

$$\text{Transito futuro} = \text{Transito actual} * (1+i)^n$$

donde n: número de años de vida útil como intersección no controlada

$$n = \frac{\log\left[\frac{\text{transito futuro}}{\text{transito actual}}\right]}{\log[(i+1)]}$$

=	años	vida útil asumida "años"
	-52.31	ERROR

Nivel de servicio: Con ayuda del tiempo obtenido en teoria de fila:

TIEMPO DE MANIOBRA POR CADA PARA			
T1	T2	T3	PROM
40.91	81.82	122.73	81.8

Según la tabla de clasificación de nivel de servicio		Para T1 (seg)	Para T2 (seg)	Para T3 (seg)
Nivel de Servicio	Demora medida control (seg/Veh)			
A	0 - 10			
B	> 10 - 15			
C	> 15 - 25			
D	> 25 - 35			
E	> 35 - 50			
F	> 50			
Clasificación según tabla:	La intersección tiene un nivel de servicio grado F			

En el análisis de capacidad y nivel de servicio de intersección con calle 17 con carrera 11 en la **Tabla N°4.4: Capacidad y Nivel de servicio** se evidencia un claro problema de diseño ya que al comenzar el método para el cálculo de capacidad, un entrecruzamiento de los que se propone no cumple con lo establecido en el método dando como concluyente el cálculo de capacidad como

intersección no controlada, de igual forma su nivel de servicio esta en la categoría mas alta grado F donde se evidencia que hay gran acumulación de vehículos en el sector, de esta manera se afirma el concepto ya mencionado de capacidad.

En el punto de la calle 17 con carrera 11 indica que se debe evaluar la consideración de intersección no controlada para hacer un diseño de ella como intersección controlada. Este estudio se enfoca en buscar causas que pueden ocasionar accidentes en este sector, los cuales se evidencian claramente en problemas de diseño y puede ser una causa de colisiones entre automotores y atropellamiento a peatones.

4.1.5 Matriz (Zonificación del Sector estudiado). Para concluir con el estudio de seguridad vial se adaptó la Metodología de DISVÍAL con el fin de evaluar cada intersección y poder realizar por separado dando como ejemplo la calle 17 con cra 11.

Matriz de Riesgos (Amenaza por exposición en centros generadores de tránsito): En la (Tabla N° 4.5; Amenaza por exposición en centros generadores de tránsito) se calcula los factores que estan alrededor de la intersección dando como un resultado de peligro para este punto teniendo asi una calificación que va de 1 a 5 siendo el valor de 5 como el problemas con mas alta peligrosidad.

Tabla 4.5: Amenaza por exposicion en centros generadores de transito

Amenaza por exposición en centros generadores de transito = Aex					
Actividad urbana.	Cuantificación del riesgo	Cheque o A	Cheque o B	Cheque o C	Cheque o D
Comercio al por mayor de materias primas, maquinaria, materiales de construcción.	3	X	X	X	X
Repitiendas, mini mercados, panaderías, misceláneas	4				
Venta de granos y abarrotes, artículos primera necesidad alimentos diversos, perecederos, frutas (al detal), salsamentarías, lecherías, huevos, pescados, pollos, carnes: Plazas de Mercado o Galerías.	3				
Comercio al detal de artículos de ferretería y materiales de construcción.	2	X	X	X	X
Comercio de gasolina, lubricantes y similares (estaciones de servicio).	2				
Centros comerciales, supermercados y almacenes de cadena.	3				
Restaurantes, pizzerías, cevicheras, hamburgueserías, comidas rápidas, cenaderos, fritangueras y similares.	3				
Fuente de soda, taberna, bar, discoteca, billares, ranas y tejo con consumo de licor.	5		X		
Hoteles, aparta hoteles, Residencias, amoblados, Moteles.	2	X	X		
Servicio de transporte de pasajeros, ferroviarios, por carretera, aéreos, centros de despacho o de transferencias, terminales de buses, busetas y similares.	4				
Edificaciones de estacionamientos o parqueadero público.	1				
Establecimientos monetarios y financieros.	2				
Oficinas de servicio y de profesionales, notarias.	2				
Administración pública y defensa.	3				

Enseñanza preescolar, jardín, guarderías y similares.	5				
Educación primaria, secundaria, profesional, técnica, artística, idiomas, investigación científica, similares.	4				
Instituciones de asistencia social, servicios médicos, odontológicos, de sanidad, servicios sociales y comunales.	4				
Iglesias, comunidades religiosas y organizaciones de culto.	4				
Establecimientos dedicados a la práctica deportiva, estadios, gimnasios y similares.	4				
Clubes sociales y de recreación, otros servicios de diversión.	3				
Servicios alistamiento y/o mantenimiento de vehículos, centros de servicios (lavaderos, servitecas, vulcanizadoras, lubritecas).	1				
Aex máximo		3	5	3	3

Para el análisis de cada ítem de la anterior Tabla N°4.5, de acuerdo a la nomenclatura del manual general de inspección visual siendo la calle los lados A,B y para las carreras los lados C,D. Teniendo referenciado esto se comenzó a realizar la verificación de Actividades Urbanas que se encuentra en la zona o intersección de Análisis. Con esta Tabla N° 4.5 se encuentra el coeficiente Aex máximo por cada lado de la intersección como cinco siendo el mayor exponente numérico de cada tramo.

Matriz de hallazgos: Con la siguiente Tabla N°4.6; Amenaza por consecuencia - situación de amenaza)se desarrollo un análisis por cada intersección, lo cual hace referencia a los chequeos o inspecciones visuales que se realizarán por cada intersección o tramo llegando a obtener el coeficiente Amenaza por consecuencia - situación de amenaza (Ac). Se debe tener en cuenta cada lado de la intersección y siendo cinco como el mayor riesgo numérico de cada tramo.

Tabla 4.6: Amenaza por consecuencia - situación de amenaza

Amenaza por consecuencia - situación de amenaza (Ac)						
Tipo de Factor de Riesgo	Situación de Amenaza	Consecuencia	Chequeo A	Chequeo o B	Chequeo o C	Chequeo o D
Diseño operacional	Impactos al tránsito "capacidad y nivel de servicio"	2				
Diseño operacional	Manejo problemático de velocidades específicas "causado por embotellamiento o mal estado del pavimento"	4	X		X	
Diseño operacional	Impactos al tránsito "Visibilidad del usuario tanto vehicular como peatonal en capacidad de Luminaria"	2		X		
Diseño operacional	Impactos al sistema de transporte público "deficiencia o inexistencia de infraestructura "	4	X		X	
Diseño operacional	Se observan gran cantidad de parqueaderos o ingresos y salidas de vehículos a predios.	3	X	X		
Diseño operacional	Andenes menores a 1.5 m	4				
Diseño operacional	Andenes con obstrucción de postes de energía.	4		X		
Diseño operacional	No se evidencia el desarrollo de estructuras de drenaje en la vía "sumideros", presentándose empozamientos sobre la vía	4				

Diseño operacional	Ascenso y descenso de pasajeros desordenado	4	X			
Diseño operacional	Carencia de homogeneidad en andenes en ancho, altura y materiales.	2				
Diseño operacional	Conflictos de prioridad derivados de diseño operacional	5	X	X		
Diseño Planímetro	Anchos insuficiente en calzada según "POT"	5				
Diseño Planímetro	Anchos insuficiente en separador según "POT"	4				
Diseño Planímetro	Incoherencia del diseño frente a las trayectoria vehiculares	5		X		
Diseño Planímetro	Anchos de secciones transversales peatonales y vehiculares variables.	4				
Diseño Planímetro	Radios de giro menores a 3m	4	X	X	X	X
Diseño Planímetro	Canalizaciones no evidencian las prioridades en los movimientos presentes en la intersección	4				
Diseño Planímetro	Conflictos de prioridad derivados de diseño planímetro	5				
Diseño Vertical	Limitantes de visibilidad	5			X	X
Diseño Vertical	Manejo problemático del drenaje longitudinal "pendiente longitudinal < 0.5%"	3	X	X	X	X
Diseño	Manejo problemático	3				

Vertical	del drenaje transversal "bombeo"					
Infraestructura peatonal	Inexistencia de andenes	5				
Infraestructura peatonal	Deficiencias geométricas de la infraestructura de andenes según "POT"	4				
Infraestructura peatonal	Inexistencias de vados en anden	5	X	X	X	X
Infraestructura peatonal	Inexistencias de vados en separador	5			X	X
Infraestructura peatonal	Deficiencias geométricas de la infraestructura de vados en anden	4				
Infraestructura peatonal	Deficiencias geométricas de la infraestructura de vados en separador	4				
Infraestructura peatonal	Conflictos de prioridad derivados del diseño de la infraestructura peatonal	5			X	X
Señalización	Inexistencia de señalización	3	X			
Señalización	Exceso de señalización	1				
Señalización	Señalización deficiente, en algunos sectores se encuentra borrosa.	2				
Señalización	Incoherencia entre la señalización y el diseño en planta	3				
Pavimento	Deficiencias intolerables en capa de rodadura	4	X		X	
Ac máximo			5	5	5	5

Matriz de amenazas: Para la construcción de la matriz de amenaza para esta intersección se debe obtener los dos valores sacados de las Actividades urbanas (**Aex**) y Amenaza por consecuencia (**Ac**) encontrados en las Tabla N° 4.5 y Tabla N° 4.6 anteriormente mencionadas, se realizó el cálculo de Peligrosidad explicado en la siguiente tabla N° 4.7; (Cálculo de Peligrosidad por cada acceso).

Tabla 4.7: Cálculo de peligrosidad por cada acceso

		A	B	C	D
$Peligrosidad \% = (Aex + Ac) * 10$	=	80	100	80	80

Con los siguientes anexos que están expuestos en las tabla N° 4.7 (Factores de modificación de la peligrosidad por jerarquía vial y tabla N° 4.8 (Factores de modificación de la peligrosidad por jerarquía vial y nivel de tolerancia) se prosigue a calcular la amenaza por cada acceso.

Tabla 4.8: Factores de modificación de la peligrosidad por jerarquía vía.

Factores de modificación de la peligrosidad por jerarquía vial				
Tipo	FMJ A	FMJ B	FMJ C	FMJ D
Troncal o pre troncal	1	1	1	1
Arterial	1	1	1	1
Colectora	0.75	0.75	0.75	0.75
Local	0.5	0.5	0.5	0.5

Según la jerarquización de la vía se obtuvo los factores de reducción señalados en la anterior tabla N° 4.8; con color amarillo para ser empleados en el cálculo de amenaza por cada acceso.

Tabla 4.9: Factores de modificación de la peligrosidad por jerarquía vial y nivel de tolerancia

Factores de modificación de la peligrosidad por jerarquía vial y nivel de tolerancia					
Tipo	Tolerancia	FMD A	FMD B	FMD C	FMD D
Troncal o pre troncal	Intolerable	1	1	1	1
Arterial					
Colectora	Medio	0.75	0.75	0.75	0.75
Local	Tolerable	0.5	0.5	0.5	0.5

Los factores expuestos en la anterior tabla indica el grado de tolerancia según la jerarquización vial, de acuerdo a la intersección en este caso para el punto de la

calle 17 con carrera 11 los factores por cada acceso son señalizados con color amarillo empleados en el cálculo de amenaza por cada acceso.

Tabla 4.10: Cálculo de Amenaza por cada acceso.

		A	B	C	D
Amenaza = $(A_{ex} + A_c) * FMJ * FMD$	=	8	10	5	5

Cálculo de riesgo en %: Para el cálculo del riesgo se debe calcular la vulnerabilidad de cada acceso a la intersección por lo tanto se debe tener en cuenta las siguientes tablas:

Tabla 4.11: Vulnerabilidad por centros generadores de tránsito (VCGT)

Vulnerabilidad por centros generadores de tránsito VCGT				
Distancia promedio a la zona de análisis "m"	VCGT A	VCGT B	VCGT C	VCGT D
1200-1600	1	1	1	1
600-1201	3	3	3	3
0-601	5	5	5	5

Como el análisis de cada acceso y con el levantamiento topográfico en el inventario de inspección visual (Manual General) se hizo en base a 50 metros por cada acceso hasta la intersección entre ellas. Abarcando así el ítem de 0 a 601 metros para cada lado teniendo como calificación de cinco siendo esta la máxima.

Tabla 4.12: Vulnerabilidad por exposición de los usuarios (VEX)

Vulnerabilidad por exposición de los usuarios VEX				
Condición	VEX A	VEX B	VEX C	VEX D
Si el porcentaje de peatones está entre 20 y 60 %	5	5	5	5
Si el porcentaje de ciclistas es mayor o igual al 5 % y no hay ciclo ruta	5	5	5	5
Si el porcentaje de motos es mayor o igual al 5 %	4	4	4	4
Si el porcentaje de vehículos pesados es mayor o igual al 10 %	4	4	4	4
Si no cumple ninguno de los condicionantes	1	1	1	1

Hay que considerar en el estudio de seguridad vial un factor muy importante el cual es el peatón por lo tanto el porcentaje de vehículos referido hacia el peatón

esta entre un 20 y 60 % de los vehículos que pasan por la intersección. De este modo toma este ítem para la intersección de la calle 17 con cra11, de igual manera se tomó este concepto para todas las intersecciones en estudio.

Tabla 4.13: Vulnerabilidad por velocidades de operación esperadas Vv

Vulnerabilidad por velocidades de operación esperadas Vv				
Condición	Vv A	Vv B	Vv C	Vv D
Si la velocidad de operación oscila entre 70km / hora y 90 km / hora	4	4	4	4
Si la velocidad de operación es de máximo 60 km/hora	3	3	3	3
Si la velocidad de operación puede superar los 100 km/hora	5	5	5	5

Como la velocidad en Zona Urbana de San Juan de Pasto según el POT y la jerarquización de las vías en estudio no excede de 60 km/hora. Se toma el valor de tres para cada lado de la intersección.

Se prosigue al cálculo de la vulnerabilidad por cada lado de la intersección expuesto en la tabla N°4.14 (Cálculo de Vulnerabilidad).

Tabla 4.14: Cálculo de Vulnerabilidad

		A	B	C	D
Vulnerabilidad = VCGT + VEX + Vv	=	12	12	12	12

Con los cálculos realizados se caracterizar el estado de la intersección por medio de zonificación por colores la cual está expuesta en el ANEXO Ñ (Plano de zonificación). Por medio de la Tabla N°4.7; (Cálculo de la peligrosidad) se caracterizó cuál de los accesos a la intersección presenta más influencia de RIESGO y a su vez identificar la intersección de acuerdo a sus lados de llegada para darle su calificación por colores.

Tabla 4.15: Cálculo de Riesgo

		A	B	C	D	Riesgo ponderado
$Riesgo \% = (A*V) \frac{100}{150}$	=	64	80	36	36	54.0

A partir de esta matriz es posible definir la prioridad del tratamiento en cada tramo o intersección de análisis. La cual aplica la intervención o tiempo que la intersección debe ser rediseñada para no presentar problemas de accidentalidad, tomar los correctivos pertinentes para cada punto, las autoridades encargadas puedan basarse en lo estudiado y analizado en este trabajo para cada punto. A continuación se anexa tablas de clasificación del riesgo. (ver tabla 4.15)

Tabla 4.16: Porcentaje de riesgo

Riesgo	% Riesgo	Color
Bajo	< 30	TOLERABLE
Medio	≥ 30 a ≤ 70	MEDIO
Alto	>70	INTOLERABLE

Con la Tabla N°4.16; logramos ver el grado de riesgo que tiene la intersección de la calle 17 con carrera 11, en la cual se realizó su respectivo análisis obteniendo que su grado de riesgo. Es medido al promediar todos sus lados ya que en uno de ellos lo se encontró con un problemática por estar en un riesgo alto a lo cual se refleja lo intolerable en este punto de la intersección.

Tabla 4.17: Prioridad del tratamiento para proyectos en pre diseño y diseño definitivos

Prioridad del tratamiento para Proyectos en Pre diseño y Diseño Definitivos				
Nivel de atención			Acción	Gestión
Clasificación	Calificación	Atención		
Alto		Intolerable	Corto Plazo 0 a 6 meses	Aplicación de tratamiento inmediato así se requieran intervenciones de costo alto
Medio		Intolerable	Corto Plazo 0 a 6 meses	Aplicación de tratamiento inmediato así se requieran intervenciones de costo alto
Bajo		Tolerable	Mediano Plazo 6 a 12 meses	Debe aplicarse un tratamiento sin que los costos sean necesariamente altos

Se puede observar una acción a efectuar en este sitio de análisis al cual se le aplico el estudio de seguridad vial, en este caso la intersección analizada se debe efectuar en un plazo máximo de 6 meses. (ver tabla 4.18)

Tabla 4.18: Prioridad del tratamiento para proyectos en construcción y operación

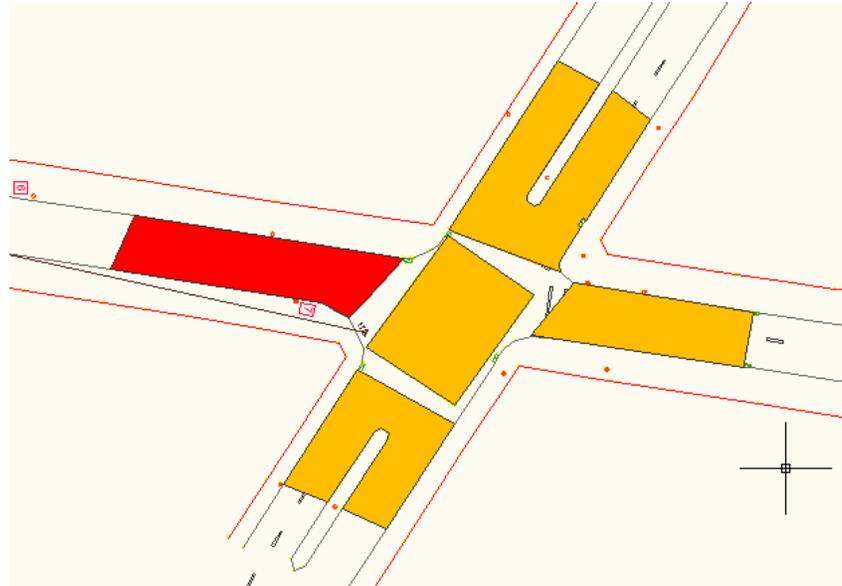
Prioridad del tratamiento para Proyectos en Construcción y Operación				
Nivel de atención			Acción	Gestión
Clasificación	Calificación	Atención		
Alto		Intolerable	Corto Plazo 0 a 6 meses	Aplicación de tratamiento inmediato así se requieran intervenciones de costo alto
Medio		Medio	Mediano Plazo 6 a 12 meses	Debe aplicarse un tratamiento sin que los costos sean necesariamente altos
Bajo		Tolerable	Largo Plazo 12 a 36 meses	Aplicación de un tratamiento en el largo plazo con costos altos o bajos

Tabla 4.19: Asociación del nivel de riesgo obtenido con los accidentes más probables

Asociación del nivel de riesgo obtenido con los accidentes más probables		Nivel de riesgo asociado
Colisiones leves	No generan muertos ni heridos de gravedad	Medio
Colisiones graves	Pueden generar muertos o heridos graves	Alto
Deficiencias operacionales o sucesos sin pérdidas físicas ni materiales	Afecta el funcionamiento del proyecto en términos de tránsito "niveles de servicio"	Bajo
Atropellamiento o lesiones a usuarios, peatones o ciclo usuarios	A peatones, ciclistas, operadores, usuarios, animales, etc.	Alto
Lesiones al operador	Por maniobras en patios y portales	Alto
Caída del bus en el foso de mantenimiento	En cárcamos	Medio
incendio de la flota	Por ausencia de cortafuegos	Alto

Con estas posibles causas de accidente concluye el estudio de seguridad vial para cada intersección de los tramos vial de la calle 17 con carreras 11 a 29. Con los resultados obtenidos por la matriz de amenazas se logró caracterizar la intersección por cada uno de los accesos con colores de peligrosidad expuestos en la figura 4.2; Porcentaje de riesgo.

Figura 4.2: Plano de zonificación calle 17 con carrera 11



Con base en el anterior análisis efectuado en la calle 17 con carrera 11 se realizó para las demás intersecciones del tramo en estudio.

Intersección con calle 17 con carrera 13:

Anexo O (Análisis y resultados de calle 17 con carrera 13)

Intersección con calle 17 con carrera 14:

Anexo P (Análisis y resultados de calle 17 con carrera 14)

Intersección con calle 17 con carrera 21:

Anexo Q (Análisis y resultados de calle 17 con carrera 21)

Intersección con calle 17 con carrera 22:

Anexo R (Análisis y resultados de calle 17 con carrera 22)

Intersección con calle 17 con carrera 24:

Anexo RR (Análisis y resultados de calle 17 con carrera 24)

Intersección con calle 17 con carrera 25:

Anexo S (Análisis y resultados de calle 17 con carrera 25)

Intersección con calle 17 con carrera 27:

Anexo T (Análisis y resultados de calle 17 con carrera 27)

Intersección con calle 17 con carrera 29:

Anexo U (Análisis y resultados de calle 17 con carrera 29)

5. CONCLUSIONES

Con este trabajo se logra obtener una gran cantidad de información de causas que se producen por el mal diseño de las vías locales en el centro de San Juan de Pasto obteniendo un resultado lamentable para los diseños efectuados en nuestra ciudad lo cual contribuye a la gran accidentalidad de automóviles y atropellamiento de peatones con grandes cifra de morbilidad y mortalidad.

En el tramo vial de la calle 17 con carreras 11 a 13 se diferencia factores contribuyentes a la accidentalidad dando un resultado a los entes estatales para la corrección de estas causas de accidentalidad y disminuir la tasa de accidentalidad del municipio.

Ya que este estudio se enfoca solamente a detectar posibles causas de accidentalidad vial lo cual es una gran ayuda para el mejoramiento de la ciudad y a su vez la prevención que se debe efectuar en cada intersección por organismos de control.

En las intersecciones criticas nombras anteriormente del tramo vial de la calle 17 con carreras 11 a 29 se logró optar una metodología lo cual arroja datos de zonificación por colores para cada acceso a las intersecciones criticas llegando a la zonificación en general de cada intersección.

Con la metodología aplicada para la evaluación de riesgo en las intersecciones es muy satisfactoria ya que en el trayecto preliminar que se realizó para la elaboración de este trabajo se pudieron ver causas a simple vista lo cual al hacer el estudio pertinente de cada intersección arrojó los problemas ya vistos en el recorrido preliminar dando así mayor credibilidad a los resultados propuesta por la metodología de la entidad de "DISVIAL Ingeniería de Proyectos S.A" y adaptada está a nuestro trabajo de estudio.

Cuando las personas se refieren a un vía local, normalmente se asocia a realizar trabajos de pavimentación arreglo del de la vía pero nunca nos referimos al elemento más principal y primordial que se debe tener en cuenta que es el Estudio de Seguridad Vial ya que con este estudio se puede mirar causas tanto de diseño de la vía como también los factores que están alrededor de ellas como son discotecas, supermercados, colegios, universidades, instituciones de carácter oficial y privado, hospitales, etc. que a su vez parece no afectar en la accidentalidad tanto para el peatones y de los vehículos presentes en las calles pero tienen una incidencia muy grande y por lo tanto se debe hacer un estudio de seguridad vial tanto en sectores que se harán arreglos como en lugares de desarrollo de la ciudad.

6. RECOMENDACIONES

Promover la importancia de la seguridad vial y las medidas de prevención de accidentes y reconocer que ella debe constituir la prioridad principal de todas las entidades públicas y privadas que hasta ahora ha sido su mayor ventaja en el desarrollo y mantenimiento de la red vial urbana.

Desarrollar metodologías que demuestren la importancia de implementar las medidas de prevención no solamente a las causas de accidentalidad relacionadas con el conductor o los vehículos, sino también a las relacionadas con el estado de la vías de tal manera que la importancia de los dispositivos de seguridad vial sobre la incidencia en los accidentes se difunde ampliamente con el fin de considerar que los elementos como la señalización vertical, horizontal, entre otros, son de vital importancia durante las actividades de mantenimiento de la infraestructura vial, como uno de los actores para la prevención de los accidentes de tránsito.

Instalar de dispositivos reductores de velocidad en los puntos cercanos donde se presenten accidentes cuya causa se asocie al exceso de velocidad. Mantenimiento de señales verticales existentes.

Reemplazar las señales que no cumplen con la normatividad vigente por diseño. Instalacion de señales verticales preventivas en los sitios de aproximación a cambios en el alineamiento o reglamentarias de velocidad para inducir al usuario por las restricciones particular del tramo de la vía.

BIBLIOGRAFIA

Alcaldía de Pasto Nariño, secretaria de gobierno, muertes por accidentes de tránsito [en línea]. [Citado abril de 2013]. Disponible en internet.<http://www.pasto.gov.co/phocadownload/documentos2012/obs_delito/comite_tematico_lesiones_por_accidentes_de_transito.pdf>

Así vamos en salud, seguimiento al sector salud en Colombia [en línea]. [Citado abril de 2013]. Disponible en internet.<[URL:http://www.asivamosensalud.org/index2.php?option=com](http://www.asivamosensalud.org/index2.php?option=com)>

AUDITORIA DE SEGURIDAD VÍAL. Madrid, España: Fundación Mapfre.[en línea]. [Citado abril de 2013]. Disponible en internet <<http://www.mapfre.com/ccm/content/documentos/fundacion/seg-vial/investigacion/auditorias-de-seguridad-vial-camino-al-cole.pdf>>

CARDENAS, James. INGENIERIA DE TRANSITO, fundamentos y aplicaciones. 8 edición. Alfaomega grupo editor, México, enero 2007

GRAJEDA, Emilio.Auditorias en seguridad carretera. Procedimientos y prácticas [en línea]. [Citado abril de 2013]. Disponible en internet.<<http://www.imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt183.pdf>>

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS. Presentación de tesis y otros trabajos de grado. Quinta actualización. Bogotá. Pirámide. 2009.

INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS. Documentos técnicos. 2010 [en línea]. [Citado abril de 2013]. Disponible en internet <http://www.invias.gov.co/invias/hermesoft/portallG/home_1/recursos/informacion_institucional/20122007/documento_tecnico.jsp>

Marco legal para el otorgamiento de licencias de conducir [en línea]. [Citado abril de 2013]. Disponible en internet.<http://www.inttt.gov.ve/sitio/examen_licencia.php>

MINISTRO DE TRANSPORTE, RESOLUCIÓN 1282 DE 2012 [en línea]. [Citado abril de 2013]. Disponible en internet <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=46774>

MONTOYA, Guisselle. Ingeniería de tránsito. Noviembre de 2005 [en línea]. [Citado abril de 2013]. Disponible en internet <<http://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/apuntes-ingenieria-de-transito.pdf>>

Plan Nacional De Seguridad Vial Colombia 2011 -2016, principales ciudades mortalidad en accidentes de tránsito [en línea]. [Citado abril de 2013]. Disponible en internet. <URL:<http://www.mintransporte.gov.co/descargar.php?idFile=5817>>

PLAN VÍAL NACIONAL. Bogotá, D.C.: Ministerio de Transporte, 2008. [en línea]. [Citado abril de 2013]. Disponible en internet <http://pvr.mintransporte.gov.co:8095/PLANVIAL/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=57>.

P.O.T. PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE SAN JUAN DE PASTO. [Citado abril de 2013]. Disponible en: <http://www.pot.pasto.gov.co/index.php/pot-2014-20>

San Juan de Pasto Artículo principal: Historia de San Juan de Pasto[en línea]. [Citado abril de 2013]. Disponible en: <<http://es.wikipedia.org/wiki/>