



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN GESTIÓN DE TRANSPORTE

“ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE DISPOSITIVOS SEMAFÓRICOS EN EL NUEVO ACCESO NORTE RIOBAMBA – GUANO.”

Trabajo de titulación

Tipo: Proyecto de investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA EN GESTIÓN DE TRANSPORTE

AUTORA: VERÓNICA SULEIMA CUZCO MOLINA

DIRECTOR: ING. RUFFO NEPTALÍ VILLA UVIDIA

Riobamba-Ecuador

2021

© 2021, Verónica Suleima Cuzco Molina

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Verónica Suleima Cuzco Molina, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi completa autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Y declaro que los textos constantes en este documento que provienen de otra fuente, están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

Riobamba, 17 de mayo de 2021

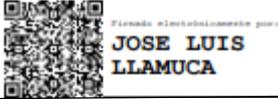
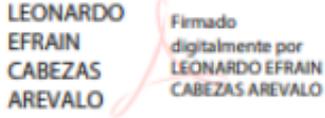


Verónica Suleima Cuzco Molina

CI: 060473093-7

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN GESTIÓN DE TRANSPORTE

El Tribunal del trabajo de titulación certifica que: El trabajo de titulación: Tipo: Proyecto de Investigación, **ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE DISPOSITIVOS SEMAFÓRICOS EN EL NUEVO ACCESO NORTE RIOBAMBA – GUANO**, realizado por la señorita: Verónica Suleima Cuzco Molina, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del trabajo de titulación, El mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
<p>Ing. José Luis Llamuca Llamuca PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</p>		2021/07/13
<p>Ing. Ruffo Neptalí Villa Uvidia DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACION</p>		2021/07/13
<p>Lic. Leonardo Efraín Cabezas Arévalo MIEMBRO DEL TRIBUNAL</p>		2021/07/13

DEDICATORIA

Dedico este trabajo investigativo principalmente a Dios, por haberme dado la vida, permitirme llegar hasta este punto tan importante de mi formación profesional y nunca dejarme desamparada. A mis padres, por ser el pilar fundamental, por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional cada día de mi vida sin importar ninguna dificultad existente y por sus consejos que me han ayudado a superarme y guiarme para culminar mi carrera profesional. A mis hermanos ya que siempre han estado conmigo y me han apoyado en momentos difíciles. A mis docentes ya que gracias a su tiempo, apoyo, exigencias y sabiduría me han ayudado en el desarrollo de mi formación profesional.

Verónica

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por protegerme durante todo mi camino y darme fuerzas para superar obstáculos y dificultades a lo largo de toda mi vida académica. A mi director y miembro de tribunal de mi trabajo de titulación ya que gracias a su sabiduría, paciencia y conocimientos he logrado culminar con éxito esta investigación.

Veronica

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xiv
RESUMEN.....	xvi
ABSTRACT.....	xvii
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPITULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	6
1.1. Antecedentes investigativos	6
1.1.1. Antecedentes históricos	6
1.1.2. SemafORIZACIÓN a nivel Internacional y nacional	7
1.2. Fundamentación teórica	8
1.2.1. Sistema de Tránsito	8
1.2.2. Control del tránsito.....	8
1.2.3. Elementos para el control del tránsito.....	9
1.2.4. Normativa técnica.	9
1.2.4.1. Generalidades	9
1.2.4.2. Factores para la colocación de semáforos.	10
1.2.4.3. Semáforo	12
1.2.4.3.1. Tipos de semáforos.....	12
1.2.4.3.2. Clasificación de los semáforos con base a su mecanismo de operación	13
1.2.4.4. Colores para luces de semáforos	13
1.2.4.5. Elementos de un semáforo:	14
1.2.4.6. Estudio de tránsito vehicular.	14
1.2.5. Manual de capacidad de carreteras HCM 2010.....	15

1.2.5.1.	<i>Cálculo de la tasa de flujo de saturación (S).</i>	15
1.2.5.2.	<i>Ajuste por ancho de carril.</i>	16
1.2.5.3.	<i>Ajuste por vehículos pesados.</i>	16
1.2.5.4.	<i>Ajuste por gradiente.</i>	16
1.2.5.5.	<i>Ajuste por parqueo.</i>	16
1.2.5.6.	<i>Ajuste por parada de buses.</i>	16
1.2.5.7.	<i>Ajuste por tipo de área.</i>	17
1.2.5.8.	<i>Ajuste por utilización de carril.</i>	17
1.2.5.9.	<i>Ajuste por giros hacia la izquierda protegidos.</i>	17
1.2.5.10.	<i>Ajuste por giros hacia la derecha.</i>	17
1.2.5.11.	<i>Ajuste por peatón.</i>	17
1.2.5.12.	<i>Determinación del movimiento (grupo crítico).</i>	17
1.2.5.13.	<i>Longitud del ciclo.</i>	18
1.2.5.14.	<i>Verde efectivo.</i>	18
1.2.5.15.	<i>Tiempo perdido.</i>	18
1.2.5.16.	<i>Cálculo del periodo de fase verde y tiempo total perdido.</i>	19
1.2.5.17.	<i>Capacidad en aproximación.</i>	19
1.2.5.18.	<i>Pasos para calcular los tiempos.</i>	20
1.2.6.	<i>Volumen de tránsito vehicular.</i>	20
1.2.6.1.	<i>Volumen, tasa de flujo, demanda y capacidad.</i>	20
1.2.7.	<i>Aforo vehicular.</i>	21
1.2.8.	<i>Nivel de servicio.</i>	21
1.2.8.1.	<i>Niveles de servicio en cuestas con semáforo.</i>	21
1.2.9.	<i>Sistemas de coordinación de semáforos.</i>	23
1.2.9.1.	<i>Sistema simultáneo.</i>	23
1.2.9.2.	<i>Sistema alternado.</i>	23
1.2.9.3.	<i>Sistema progresivo simple o limitado.</i>	23
1.2.9.4.	<i>Sistema progresivo flexible.</i>	23
1.2.10.	<i>Semáforos accionados por el tránsito.</i>	24
1.3.	Fundamentación conceptual	25
1.3.2.	<i>Ciclo semaforico</i>	25
1.3.3.	<i>Fase semaforica</i>	25

1.3.9.	<i>Intervalo semafórico</i>	25
1.3.10.	<i>Cola vehicular</i>	25
1.3.11.	<i>Tasa de flujo de tránsito o saturación</i>	25
1.3.12.	<i>Capacidad vial</i>	26
1.3.13.	<i>Volumen vehicular</i>	26
1.4.	Idea a defender	26
1.5.	Interrogantes de estudio	26

CAPITULO II

2.	MARCO METODOLÓGICO	27
2.1.	Modalidad de la investigación	27
2.2.	Tipos de investigación	27
2.3.	Métodos, técnicas e instrumentos	28
2.3.1.	<i>Métodos</i>	28
2.3.2.	<i>Técnicas</i>	28
2.3.3.	<i>Instrumentos</i>	29
2.4.	Población y muestra	29
2.4.1.	<i>Población</i>	29
2.4.2.	<i>Muestra</i>	29

CAPITULO III

3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	31
3.1.	Resultados	31
3.1.1.	<i>Intersección N° 1: Panamericana Sur – Ingreso a Langos</i>	31
3.1.1.1.	<i>Características</i>	31
3.1.1.2.	<i>Geometría de la intersección</i>	32
3.1.1.3.	<i>Condiciones del Tránsito de la intersección</i>	33
3.1.1.4.	<i>Condiciones semafóricas</i>	34
3.1.2.	<i>Intersección N° 2: Langos San Andrés</i>	35

3.1.2.1.	<i>Características de la intersección</i>	35
3.1.2.2.	<i>Geometría de la intersección</i>	36
3.1.2.3.	<i>Condiciones del Tránsito de la intersección</i>	37
3.1.3.	<i>Intersección N° 3: Langos El Carmen</i>	38
3.1.3.1.	<i>Características</i>	38
3.1.3.2.	<i>Geometría de la intersección</i>	39
3.1.3.3.	<i>Condiciones del Tránsito</i>	40
3.1.3.4.	<i>Condiciones semafóricas</i>	41
3.1.4.	<i>Intersección N° 4: Barrio 20 de diciembre</i>	42
3.1.4.1.	<i>Características de la intersección</i>	42
3.1.4.2.	<i>Geometría de la intersección</i>	43
3.1.4.3.	<i>Condiciones del Tránsito</i>	44
3.1.5.	<i>Intersección N° 5: Av. Cap. Edmundo Chiriboga</i>	45
3.1.5.1.	<i>Características de la intersección</i>	45
3.1.5.2.	<i>Condiciones geométricas</i>	46
3.1.5.3.	<i>Condiciones del Tránsito</i>	47
3.1.6.	<i>Intersección N° 6: Barrio San pedro de las Abras</i>	48
3.1.6.1.	<i>Características de la intersección</i>	48
3.1.6.2.	<i>Condiciones geométricas</i>	49
3.1.6.3.	<i>Condiciones del tránsito</i>	50
3.1.7.	<i>Intersección N° 7: vía Riobamba-Guano</i>	51
3.1.7.1.	<i>Características</i>	51
3.1.7.2.	<i>Geometría</i>	52
3.1.7.3.	<i>Condiciones del Tránsito</i>	53
3.2.	Discusión de resultados	54
3.3.	Propuesta	55
3.3.1.	<i>Introducción</i>	55
3.3.2.	<i>Objetivos</i>	56
3.3.2.1.	<i>Objetivo General</i>	56
3.3.2.2.	<i>Objetivos Específicos</i>	56
3.3.3.	<i>Contenido</i>	56
3.3.3.1.	<i>Intersección n° 1: Panamericana sur (E35) – Ingreso a Langos</i>	56
3.3.3.2.	<i>Intersección N° 2: Langos el Carmen</i>	63

3.3.4.	<i>Cálculo del tiempo del ciclo</i>	67
3.3.3.3.	<i>Intersección N° 3: vía Riobamba-Guano</i>	69
3.3.4.	<i>Presupuesto</i>	76
CONCLUSIONES		77
RECOMENDACIONES		78
GLOSARIO		
BIBLIOGRAFÍA		
ANEXOS		

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1:	Elementos para control del tránsito	9
Tabla 2-1:	Volumen vehicular mínimo	11
Tabla 3-1:	Volúmenes vehiculares mínimos	11
Tabla 1-3:	Movimientos permitidos de la intersección 1	31
Tabla 2-3:	Geometría de la intersección 1.	33
Tabla 3-3:	Plan de fases actual de la intersección 1	34
Tabla 4-3:	Movimientos permitidos en la intersección 2	35
Tabla 5-3:	Geometría de la intersección 2.	36
Tabla 6-3:	Movimientos permitidos en la intersección 3	38
Tabla 7-3:	Geometría de la intersección 3.	40
Tabla 8-3:	Plan de fases actual de la intersección 3	41
Tabla 9-3:	Movimientos permitidos de la intersección 4	42
Tabla 10-3:	Geometría de la intersección 4.	43
Tabla 11-3:	Movimientos permitidos de la intersección 5	45
Tabla 12-3:	Geometría de la intersección 5	46
Tabla 13-3:	Movimientos permitidos de la intersección 6	48
Tabla 14-3:	Geometría de la intersección 6.	49
Tabla 15-3:	Movimientos permitidos de la intersección 7	51
Tabla 16-3:	Geometría de la intersección 7.	53
Tabla 17-3:	Hora de máxima demanda de la intersección 1.	57
Tabla 18-3:	Grupo de carriles de la intersección 1	58
Tabla 19-3:	Flujos de congestión de la intersección 1.	59
Tabla 20-3:	Plan de fases propuesto	63
Tabla 21-3:	Hora de máxima demanda de la intersección 2	64
Tabla 22-3:	Grupo de carriles de la intersección 2	65
Tabla 23-3:	Flujos de congestión de la intersección 2	65
Tabla 24-3:	Plan de fases propuesto	69
Tabla 25-3:	Hora de máxima demanda de la intersección 3	70
Tabla 26-3:	Grupos de carriles de la intersección 3	71
Tabla 27-3:	Flujos de congestión de la intersección 3	71
Tabla 28-3:	Plan de fases propuesto	75
Tabla 29-3:	Presupuesto	76

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1:	Semáforos vehiculares constituido por módulos.	13
Figura 2-1:	Etapas de una fase.....	15
Figura 3-1:	Niveles de servicio ICU	22
Figura 4-1:	Niveles de servicio en una intersección con semáforo.....	22
Figura 1-2:	Ubicación de las siete intersecciones de estudio.....	30
Figura 1-3:	Intersección 1 (Panamericana sur-Ingreso a Langos)	32
Figura 2-3:	Geometría de la Intersección 1.....	32
Figura 3-3:	Intersección 2 (Langos San Andrés)	35
Figura 4-3:	Condiciones geométricas de la Intersección 2	36
Figura 5-3:	Intersección 3 (Langos El Carmen)	39
Figura 6-3:	Condiciones geométricas de la Intersección 3	39
Figura 7-3:	Intersección 4 (Barrio 20 de diciembre)	42
Figura 8-3:	Condiciones geométricas de la Intersección 4	43
Figura 9-3:	Intersección 5 (Av. Cap. Edmundo Chiriboga).....	45
Figura 10-3:	Condiciones geométricas de la Intersección 5.	46
Figura 11-3:	Intersección 6 (Barrio San Pedro de la Abras).....	48
Figura 12-3:	Condiciones geométricas de la intersección 6	49
Figura 13-3:	Intersección 7 (vía Riobamba-Guano)	51
Figura 14-3:	Intersección 7 (vía Riobamba-Guano)	52
Figura 15-3:	Geometría de la intersección 7.....	52

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-3:	Volumen vehicular de la intersección 1	33
Gráfico 2-3:	Composición vehicular en tiempo de máxima demanda en la intersección 1. .	34
Gráfico 3-3:	Volumen de tránsito en la intersección 2	37
Gráfico 4-3:	Composición vehicular en la intersección 2.....	38
Gráfico 5-3:	Volumen de tránsito de la intersección 3	40
Gráfico 6-3:	Composición vehicular en la hora de máxima demanda en la intersección 3. .	41
Gráfico 7-3:	Volumen de tránsito en la intersección 4	44
Gráfico 8-3:	Composición vehicular en la hora de máxima demanda en la intersección 4. .	44
Gráfico 9-3:	Volumen de tránsito de la intersección 5	47
Gráfico 10-3:	Composición vehicular en la hora de máxima demanda en la intersección 5. .	47
Gráfico 11-3:	Volumen vehicular de la intersección 6	50
Gráfico 12-3:	Composición vehicular en la hora de máxima demanda en la intersección 6. .	50
Gráfico 13-3:	Volumen vehicular de la intersección 7.	53
Gráfico 14-3:	Composición vehicular en la hora de máxima demanda en la intersección 7. .	54

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** FICHA DE CONTEO VEHICULAR INTERSECCIÓN DE LANGOS SAN ANDRÉS
- ANEXO B:** FICHA DE CONTEO VEHICULAR INTERSECCIÓN DE LANGOS EL CARMEN
- ANEXO C:** FICHA DE CONTEO VEHICULAR BARRIO 20 DE DICIEMBRE
- ANEXO D:** FICHA DE CONTEO VEHICULAR DE LA INTERSECCIÓN E35
- ANEXO E:** FICHA DE CONTEO VEHICULAR DE LAS MALLAS DEL CUARTEL
- ANEXO F:** FORMATO PARA TOMA DE DATOS DE GEOMÉTRICA
- ANEXO G:** AFORO VEHICULAR EN LA INTERSECCIÓN DE LA E35
- ANEXO H:** AFORO VEHICULAR EN LA INTERSECCIÓN DE LANGOS SAN ANDRÉS
- ANEXO I:** AFORO VEHICULAR EN LA INTERSECCIÓN DE LANGOS EL CARMEN
- ANEXO J:** AFORO VEHICULAR EN LA INTERSECCIÓN DEL BARRIO 20 DE DICIEMBRE
- ANEXO K:** AFORO VEHICULAR EN LA INTERSECCIÓN DE LA AV. CAP. EDMUNDO CHIRIBOGA
- ANEXO L:** PROFORMA PARA PRESUPUESTO DEL PROYECTO

RESUMEN

En el presente trabajo de integración curricular se realizó un estudio de factibilidad para la implementación de dispositivos semafóricos en el nuevo acceso Norte Riobamba-Guano conformado por siete intersecciones y compuesto por 9,340 kilómetros de vía desde la Panamericana sur E35, las mallas de la Brigada Blindada Galápagos culminando en la vía Riobamba-Guano; el objetivo de esta investigación fue mejorar la movilidad y seguridad vial, de los usuarios de esta arteria vial. Los métodos utilizados fueron: deductivo, inductivo y analítico; para su realización se basó en el trabajo de campo, exploración bibliográfica y propositiva. La información se obtuvo por observación directa en los aforos vehiculares. Este trabajo investigativo empleó la metodología Highway Capacity Manual (HCM 2010) y bajo el Reglamento Técnico INEN 004:2012 Parte 5, por lo que se recogió datos reales del flujo de tránsito vehicular mediante un conteo realizado en intervalos de 15 minutos a lo largo de tres días (dos típicos y un atípico), estos datos luego fueron analizados y evaluados con el fin de proponer un diseño de fases de dispositivos semafóricos para las intersecciones que lo requirieron acorde a las necesidades identificadas. En los resultados, la propuesta planteada provocó una mejoría en los niveles de servicio de las intersecciones del nuevo acceso Norte Riobamba-Guano con esto se redujo el tiempo de espera que perciben los vehículos, disminuyó el índice de accidentabilidad y resolvió los problemas de movilidad identificados.

Palabras clave: <DISPOSITIVOS SEMAFÓRICOS>, <MOVILIDAD>, <SEGURIDAD VIAL>, <METODOLOGÍA HCM>, <DISEÑO DE FASES>, <NIVELES DE SERVICIO>.



Firmado digitalmente por:
**RAFAEL INTY
SALTO**

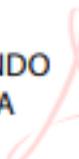
1313DBRA-UTP-2021

ABSTRACT

In the present study of curricular integration, a feasibility study was carried out for the implementation of traffic light devices in the new road: Riobamba-Guano which is made up by seven intersections and 9,340 kilometers from Panamericana Sur E35, las mallas de la Brigada Blindada Galápagos concluding in the Riobamba-Guano road. This study was carried out in order to improve the mobility and safety of users. The deductive, inductive and analytical methods were applied. The study was based on a field study and bibliographic and propositional exploration. The information was obtained by the direct observation of traffic around the area. This investigative work applied the Highway Capacity Methodology Manual (HCM 2010) and under the Technical Regulation INEN 004: 2012 Part 5, so real information about vehicular traffic was collected over 15-minutes intervals during three days (two typical days and an atypical day). This information was then analyzed and evaluated in order to propose a phase design of traffic light devices for the required intersections according to the identified needs. The results showed that this proposal improved the service of the intersections in the new access Riobamba-Guano reducing the waiting time of vehicles, the accident rate decreased and solved mobility problems.

Keywords: <SEMAPHORIC DEVICES>, <MOBILITY>, <ROAD SAFETY>, <HCM METHODOLOGY>, <PHASE DESING>, <SERVICE LEVELS>.

LUIS
FERNANDO
BARRIGA
FRAY



Firmado
digitalmente por
LUIS FERNANDO
BARRIGA FRAY
Fecha: 2021.07.14
11:20:57 -05'00'

INTRODUCCIÓN

Los dispositivos semafóricos buscan controlar y regular el flujo del tránsito vehicular y peatonal en la infraestructura vial permitiendo el paso progresivo de vehículos, evitando o reduciendo las demoras en la intersección, disminuyendo el tiempo de viaje y brindando mayor seguridad. Para colocar un dispositivo semafórico se debe realizar un estudio técnico en cada intersección que conforma el tramo de vía, donde se evalúan las características generales y la geometría vial, volumen de tránsito vehicular y peatonal en la hora de mayor demanda, sistema semafórico existente y demás aspectos que influyan en el funcionamiento de un dispositivo semafórico.

El nuevo acceso Norte Riobamba-Guano fue construido por parte de la Prefectura de Chimborazo con el fin de descongestionar el ingreso y salida de vehículos, reducir el alto tráfico que se concentra en la Panamericana sur E35 además de que fomenta el desarrollo y crecimiento de la provincia, esta obra provocará reducción de costos operativos, mayor movilidad de personas, bienes y servicios al mismo tiempo que impulsará un desarrollo económico en las zonas por donde atraviesa este acceso.

En esta investigación se analizó las 7 intersecciones que conforman el nuevo acceso Norte Riobamba-Guano usando la metodología HCM 2010 y el Reglamento Técnico INEN 004:2012 Parte 5, donde se especifica la evaluación de la factibilidad de la implementación de dispositivos semafóricos, y en base a los resultados se diseñó un plan de semaforización adecuado de acuerdo a las características y necesidades de cada una de las intersecciones el presente trabajo investigativo se realizó con el objetivo de contribuir al control vehicular y peatonal en la vía.

Este trabajo está dividido en 3 capítulos, que se detallan a continuación:

CAPITULO I: Presenta el marco teórico referencial donde se detallan los antecedentes sobre trabajos previos y experiencias, y el marco teórico-conceptual. En este capítulo se encuentran todos los términos y definiciones que contribuirán en la ejecución de la investigación y las ideas a defender.

CAPITULO II: Constituye el marco metodológico enfocado hacia: el diseño de investigación, tipo de estudio, población y muestra de estudio, metodologías, técnicas e instrumentos investigativos, análisis de resultados y como parte final la comprobación de la hipótesis.

CAPITULO III: Constituido por el marco de resultados y discusión donde se planteó la propuesta de un plan de semaforización vial para el nuevo acceso Norte Riobamba-Guano tomando en cuenta todos los parámetros necesarios para una correcta circulación del flujo de tránsito vehicular.

PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

El alto índice de accidentabilidad catalogado como la tercera causa de muerte en todo el mundo es la razón principal por la que fue necesario realizar un estudio de factibilidad para la colocación de dispositivos semafóricos con el fin de conservar un control del flujo de tránsito vehicular y salvaguardar la vida del peatón y conductor.

Cada año se pierden aproximadamente 1,35 millones de vidas como consecuencia de los accidentes de carretera o tránsito. Entre 20 millones y 50 millones de personas sufren traumatismos no mortales, y muchos de esos traumatismos provocan una discapacidad. (Organización Mundial de la Salud , 2018). Ecuador es considerado el segundo país de Sudamérica con un alto número de pérdidas humanas como resultado de los accidentes en la carretera, siendo la primera causa de muerte en el Ecuador. La Agencia Nacional de Tránsito registra que el 50,09% de accidentes, es el resultado de la imprudencia de los conductores, falta de semaforización y señalización.

La semaforización es el método más efectivo para controlar el flujo de tránsito vehicular, con una buena optimización de sus fases se convierte en un dispositivo eficiente y eficaz que beneficia a los usuarios (conductores y peatones). Esta es la razón que motiva la presente investigación, en ella se planteó como una necesidad frente a la construcción del nuevo acceso norte Riobamba - Guano que busca descongestionar el ingreso y salida de vehículos de todo cilindraje, formado por 7 intersecciones que al momento de realizar la presente investigación no contaban con ningún tipo de control del flujo de tránsito vehicular. El nuevo acceso Norte comprende 9,340 kilómetros de vía desde la panamericana sur E35, Langos San Andrés, Langos el Carmen, mallas de la Brigada Blindada Galápagos, barrio San Pedro de las Abras y culmina en la vía Riobamba-Guano; otra de las razones que motivan esta investigación es la ausencia de un estudio adecuado para la colocación de dispositivos semafóricos, que garanticen la seguridad vial peatonal y vehicular en el Cantón; por las características de la vía, la velocidad puede ser mayor a 50 kilómetros por hora, porque es una vía arterial principal y que recorre sectores poblados del cantón por lo que fue imprescindible realizar un estudio de factibilidad para la colocación de dispositivos semafóricos en las intersecciones que lo requieran.

El estudio técnico se realizó tomando como base el Reglamento Técnico RTE INNEN 004 parte 5 y el manual de capacidad para carreteras (HCM) 2010, que presentan los lineamientos y requerimientos para el diseño de sistemas de semaforización que regulen el tránsito (vehicular y peatonal) en intersecciones; dado que los dispositivos semafóricos deben ser diseñados y colocados, de forma que permitan a los usuarios viales: ver, reconocer, entender el mensaje y

tomar con seguridad las acciones adecuadas sin crear desorden ni confusión con lo que se logra un progreso en la operación del tránsito y reducción de accidentes.

Formulación del Problema

¿Con el estudio de factibilidad para la implementación de dispositivos semafóricos se producirá un control del flujo de tránsito vehicular, disminución del índice de accidentabilidad y garantizará la seguridad vial vehicular y peatonal en el en el nuevo acceso norte Riobamba-Guano?

Delimitación del problema

La presente investigación se desarrolló dentro de las medidas descritas a continuación:

Delimitación del contenido

- **Objeto de estudio:** Intersecciones que conforman el nuevo acceso norte Riobamba-Guano con el fin de proponer la implementación de dispositivos semafóricos en las intersecciones que requieran un control del flujo de tránsito vehicular.
- **Campo de acción:** Gestión de Transporte Terrestre

Delimitación espacial

- **Institución:** Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del cantón Guano
- **Ciudad:** Guano

OBJETIVOS

Objetivo General

Desarrollar un estudio de factibilidad para la implementación y rediseño de dispositivos semafóricos en el nuevo acceso Norte Riobamba - Guano en base a los requerimientos del Reglamento el Reglamento Técnico Ecuatoriano INEN 004 con el fin de contribuir al control vehicular y peatonal en la vía.

Objetivos Específicos

1. Realizar un análisis de la situación actual de la circulación vehicular en el nuevo acceso Norte Riobamba – Guano mediante la realización de un aforo vehicular en las intersecciones de estudio con el fin de obtener datos reales del volumen vehicular.
2. Identificar las intersecciones en las cuales es factible la implementación de dispositivos semafóricos mediante la recolección de datos y aplicación del Reglamento Técnico Ecuatoriano INEN 004 parte 5 con el fin de proponer un sistema de semaforización acorde a las necesidades de cada intersección.
3. Proponer un plan de semaforización para las intersecciones que lo requieran orientado al correcto control vehicular en el nuevo acceso Norte Riobamba-Guano.

JUSTIFICACIÓN

La elaboración de este trabajo de investigación contribuye notablemente al control tanto vehicular como peatonal del sitio de estudio perteneciente al cantón Guano puesto que se realizó un análisis del nuevo acceso norte, las intersecciones que lo conforman, el flujo de tránsito vehicular y se planteó una alternativa acorde a las necesidades identificadas de la vía.

El presente trabajo presenta un estudio de factibilidad para la colocación de dispositivos semafóricos en el nuevo acceso norte Riobamba - Guano que comprende la panamericana sur E35, Langos San Andrés, Langos el Carmen, mallas de la Brigada Blindada Galápagos, barrio San Pedro de las Abras y culmina en la vía Riobamba-Guano obedece a la creciente afluencia vehicular en esta vía donde el conflicto entre vehículos y peatones es considerable, necesitando de manera urgente realizar un estudio técnico para la colocación y rediseño de dispositivos semafóricos, para coordinar el derecho de uso de vía en las intersecciones que los requieran y diseñados en siguiendo los parámetros del Reglamento Técnico INNEN 004 parte 5 del Ecuador.

Esta investigación tiene un alto porcentaje de factibilidad para su implementación porque el nuevo acceso norte Riobamba – Guano fue recientemente construido y no existe un estudio técnico para la colocación de semáforos; su construcción se realizó con el objetivo de descongestionar el ingreso y salida de vehículos, transitará un alto volumen vehicular por lo que es imprescindible realizar un estudio de semaforización que contribuya a mantener el control del flujo de tránsito vehicular, que a la vez favorezca a la disminución del índice de accidentabilidad de este cantón y cuide la integridad física de los peatones y ciclistas.

Los beneficiarios directos del presente estudio son los usuarios de la vía y la población que vive en los sectores aledaños al nuevo acceso; este estudio contribuye al desarrollo de técnicas enfocadas a otorgar la seguridad necesaria a los peatones y conductores, para su movilización de forma segura e impulsar la existencia de una movilidad sostenible y sustentable en el cantón.

CAPITULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1. Antecedentes investigativos

De acuerdo con (Ruiz, 2015) en Barcelona se genera cerca de 18 millones de desplazamientos al año, mismos que no serían eficaces sin la presencia de semáforos por esta razón se diseñó un proyecto bajo el concepto Smart city ofreciendo una movilidad eficiente y sostenible además propone consolidar nuevas tecnologías desde un enfoque ecologista en base a un código de un programa que ahorra energía y responde a las necesidades existentes de movilidad; por lo que se planteó un sistema semafórico que se adapta a las directrices de movimiento sostenible en Barcelona.

El Modelo de Arquitectura Tecnológica IoT es una tecnología de semaforización inteligente, que busca examinar el tráfico, mediante sensores sincronizados con un centro de control. Este modelo ajusta los tiempos de duración y desfase de los semáforos. Para ejecutar este modelo se emplea el software Synchro 8 para evaluar los efectos a escala macroscópica con temporización fija. (Lara, 2019)

En Quito se realizó un análisis sobre el control del tráfico vehicular en zonas críticas de la urbe mediante el simulador AIMSUN donde se generó una red vial de las zonas estudiadas y se creó un modelo generando estrategias de control para optimizar el tiempo de demora, velocidad y reducción de longitud de cola. (Narvaez, 2007)

1.1.1. Antecedentes históricos

La palabra semáforo tiene origen griego *sema* que significa señal y “foros” portador por lo que el semáforo es un portador de señal. En 1868 fue instalado el primer semáforo en la ciudad de Londres diseñado por John Peake Knight; dicho semáforo consistía de dos brazos verticales con dos lámparas de gas la posición vertical del brazo indicaba “seguir” y la posición horizontal “parar”, los brazos eran accionados de forma manual por un policía.

J.P Knight inventó las primeras farolas eléctricas mismas que fueron adecuadas en un semáforo y en el año 1914 fue instalado el primer semáforo eléctrico en la ciudad de Cleveland, Estados Unidos y 10 años después se ubicó en Berlín, Alemania.

En 1926 la empresa SICE instaló en España una farola con signos luminosos con el fin de controlar el tránsito peatonal y vehicular, por esta razón los semáforos han evolucionado hasta lo que ahora conocemos como semáforo inteligente donde el control se lo realiza mediante un software y está conformado por lámparas LED.

1.1.2. *Semaforización a nivel Internacional y nacional*

La semaforización es importante en todo el mundo por lo que se ha ejecutado importantes investigaciones como es Highway Capacity Manual (HCM 2010) que en castellano quiere decir (Manual de capacidad de carreteras) MUTCD que en castellano significa Manual sobre dispositivos uniformes de control de tráfico.

El Manual de Capacidad de Carreteras 2010 confiere analizar las infraestructuras para demostrar su adecuado diseño, calculando la capacidad y nivel de servicio, y elementos para: autopistas, carreteras urbanas y rurales, intersecciones, empalmes, entrelazados y redondeles (Romana, M; Nuñez, Miguel; Martínez, J; Arizata, R, 2017)

El Manual sobre dispositivos uniformes de control de tráfico MUTCD contribuye con el diseño y elección de señales y otros dispositivos usados en el control del tránsito, aplicable a todo tipo de vía. Este documento provee estándares que dan uniformidad a los elementos de control de tránsito. (Autoridad de Carreteras y Transportación., 2019)

Con el fin de prevenir riesgos y proteger la vida de los usuarios de la vía el INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización), expuso el proyecto de Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004 Señalización vial. Parte 5. (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2012)

Este reglamento técnico establece uniformidad en los procesos de diseño, implementación y aspectos operacionales de los sistemas de semaforización para permitir a los usuarios viales: ver, reconocer, entender el mensaje y tomar con seguridad las acciones apropiadas. (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2012)

1.2. Fundamentación teórica

1.2.1. Sistema de Tránsito

Sistema constituido por conductores y peatones, cuyo movimiento e interacción están regulados por normas establecidas. (Miño, 2012) En el sistema de tránsito varios factores intervienen, a continuación, se presenta los principales:

- Factor humano: Conductores, pasajeros y peatones.
- Factor mecánico: automóviles y otros vehículos.
- Factor ambiental: carreteras, autopistas, caminos, rutas (vías).
- Elementos de control de tránsito: señales, dispositivos electromecánicos, electrónicos, etc.

Entre los principales componentes de un sistema de tránsito se tiene:

- **Vías:** Espacio destinado al tránsito de personas o vehículos móviles.
- **Factor Humano:** Conductor, peatón o pasajero.
- **Vehículos:** Medio por el que se moviliza el conductor o el pasajero.

1.2.2. Control del tránsito

Comprende las acciones y elementos que permiten regular el movimiento de automóviles y peatones en un sistema de tránsito. Entre los principales elementos tenemos: señales, marcas, dispositivos electromecánicos (vallas, semáforos, puentes), que se colocan en la calzada o en lugares adyacentes visibles para los conductores que buscan prevenir, guiar y normar el tránsito. (Velasquez, 2014)

1.2.3. Elementos para el control del tránsito

Tabla 1-1: Elementos para control del tránsito

Marcas y símbolos	Líneas Simbología Caracteres alfanuméricos
Dispositivos y estructuras	Vallas Vallas de seguridad (defensas) Indicadores de obstáculo, curvas y peligro Elementos guías (tubos, luces) Bordillos Redondeles
Señalización de obras	Señales de restricción e información. Canales Señales usadas por personal de tránsito
Semáforos y luces	Para vehículos Para peatones Específicos o especiales
Señalética horizontal y vertical	

Fuente: (Mamut, 2016)

Realizado por: Elaboración propia

1.2.4. Normativa técnica.

El presente trabajo se instituyó en el Reglamento Técnico INEN 004:2012 Parte 5, creado por el INEN con el propósito de presentar los estándares relacionados al diseño de sistemas de regulación de tráfico con semáforos, cuyo objetivo es regular la circulación peatonal y vehicular en intersecciones. (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2012)

El objeto del reglamento es definir los requisitos que deben satisfacer los sistemas de control de tránsito con luces (semáforos), en la búsqueda de: garantizar seguridad a los usuarios (conductores y peatones), prevenir accidentes y minimizar el impacto ambiental. (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2012)

1.2.4.1. Generalidades

Los semáforos son dispositivos mecatrónicos cuya función es regular el movimiento de automóviles y peatones. Estos dispositivos regulan el tránsito permitiendo el paso o cortándolo de forma secuencias, sincronizada y con un intervalo de tiempo definido. Para ello, puede emplear

señales visuales como carteles o luces, estos mecanismos en todos los casos están operados por una unidad electrónica de vigilancia. (Academia Universal, s/f)

Según la norma (INEN, 2012) una intersección con semáforos debe cumplir con los siguientes aspectos.

- a. Proveer el flujo ordenado del tránsito manteniendo la seguridad.
- b. Optimizar en las intersecciones el flujo de vehículos, esto depende del método control y el diseño seleccionado.
- c. Reducir el índice de accidentabilidad, los accidentes especialmente ocurren cuando se cruza la intersección formando un ángulo recto.
- d. Mantener el movimiento continuo del tránsito con una velocidad sostenida durante el trayecto.
- e. Permitir y conceder el paso durante intervalos definidos, para admitir el cruce de automóviles y peatones a través de la intersección.
- f. Mantener la seguridad de peatones y vehículos al cruzar la intersección. (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2012)

Si se implementa un sistema de control de tráfico con semáforo sin que se cumplan los lineamientos mínimos o si son mal diseñados, colocados de manera inapropiada, operado inadecuadamente o, tienen un pobre mantenimiento, puede dar como resultado lo siguiente: (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2012)

- a. Causar demoras excesivas
- b. Incitar a la desobediencia de las indicaciones del semáforo.
- c. Inducir al uso de vías alternas, para evitar las vías con semáforos.
- d. Incrementa la ocurrencia de ciertos tipos de accidentes, especialmente los choques por alcance.
- e. Costos innecesarios.
- f. Descender el nivel de servicio de la intersección (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2012)

1.2.4.2. Factores para la colocación de semáforos.

- a. Volúmenes de tránsito
- b. Acceso hacia las vías principales
- c. Volumen peatonal.
- d. Cruces escolares
- e. Mantenimiento de la progresión del tránsito vehicular
- f. Periodicidad de accidentes
- g. Sistemas
- h. Combinación de otros requisitos. (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2012)

- a. Volumen de tránsito. Este requisito está sujeto al volumen de tránsito y número de carriles, el reglamento Técnico RTE INEN 004:2012 establece como valores mínimos para: controladores activados por vehículos 4 horas y 8 horas (día laborable) para controladores de tiempo fijo. (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2012)

Tabla 2-1: Volumen vehicular mínimo

Carriles por acceso		Acceso de mayor volumen de la vía menor unidireccional (Vehículo/hora)	Vía mayor volumen ambas direcciones (vehículo/hora)
Mayor	Menor		
1	1	150	500
2+	1	150	600
2+	2 +	200	600
1	2+	200	500

Fuente: (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2012)

Elaborado por: Autor.

- b. Acceso a vías principales. Según el reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004:2012 muestra que cuando exista una vía principal y el tránsito de la vía secundaria muestre demoras innecesarias se debe cumplir con 4 u 8 horas de un día laborable como lo indica la Tabla 2. (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2012)

Tabla 3-1: Volúmenes vehiculares mínimos

Carriles por acceso		Acceso de mayor volumen de la vía menor unidireccional (Vehículo/hora)	Vía mayor volumen ambas direcciones (vehículo/hora)
Mayor	Menor		
1	1	75	750
2+	1	75	900
2+	2+	100	750
1	2+	100	750

Fuente: (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2012)

Elaborado por: Autor

- c. Volumen peatonal. Si cumple con los siguientes volúmenes de tránsito vehicular y peatonal mínimo por un espacio de tiempo de 4 horas, en un día laborable:
- Tránsito mínimo de 600 vehículos/hora de entrada en la encrucijada bidireccional.
 - Presencia de parterre con un ancho igual o mayor a 1,20 metros.
 - Tránsito mayor a 1000 vehículos/hora de entrada a la intersección ambas direcciones. (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2012)
 - Tránsito peatonal igual o mayor a 150 peatones/hora, a través la vía mayor.
 - Velocidad de circulación segura no excedente a 55 kilómetros por hora.

- Ubicación de la intersección en áreas urbanas con una población con menos de 10 mil habitantes. (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2012)
- d. Cruces peatonales escolares. Cuando los cruces escolares son utilizados los siguientes volúmenes de tránsito son definidos, los volúmenes están evaluados en un periodo de 2 horas de un día normal de asistencia a clase: (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2012)
- Tránsito vehicular mayor a 600 vehículos/hora ambas direcciones.
 - Tránsito vehicular mayor a 50 personas a través de la vía mayor. (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2012)
- e. Conservación de progresión. Cuando en vías unidireccionales o bidireccionales semaforizadas provean agrupación y vigilancia de velocidad. (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2012)
- f. Frecuencia de accidentes. Cuando en intersecciones con vigilancia de Agentes de Tránsito no exista disminución de accidentes, hayan ocurrido 5 o más accidentes notificados en un año, si han ocurrido 3 o más accidentes cada año durante 3 años consecutivos. (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2012)
- g. Sistemas. Cuando una intersección de dos o más rutas tiene un volumen de mínimo 800 vehículos/hora durante el tiempo de mayor demanda de un día laborable, o durante 5 horas durante el fin de semana. (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2012)
- h. Combinación de requisitos. Es recomendable colocar semáforos cuando 2 o más de las situaciones a, b y c se cumplan como mínimo en un 80 por ciento. (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2012)

1.2.4.3. *Semáforo*

Dispositivo que usa señales luminosas de color rojo, amarillo y verde. Estas luces son la señal para vigilar el tránsito de forma que pueden transitar sin dificultades, peligros o retrasos. (Gonzales & Jaramillo, 2005)

- Vehicular: regula el tránsito de vehículos.
- Peatonal: regula el paso de peatones en intersecciones con alto volumen de tráfico.
- Direccional: informa mediante flechas los giros permitidos.

1.2.4.3.1. *Tipos de semáforos.* Semáforos vehiculares peatonales.

- a. Semáforos vehiculares: Compuestos por módulos acoplables que se conectan hasta un máximo de 6 módulos, como se observa en la figura 1-1.



Figura 1-1: Semáforos vehiculares constituido por módulos.

Fuente: (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2012)

- b. Semáforos peatonales: Dispositivos con luces de varias formas, entre ellos: rectangulares, cuadrangulares o circulares. Regulan el tránsito de personas. Se subclasifican en:
- Imágenes dinámicas. Contiene imágenes o cuentas regresivas. Las imágenes pueden ser: la figura de una persona caminando en color verde, mano extendida en color rojo o números de color verde, blanco o amarillo. (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2012)
 - Imágenes fijas: Normalmente representado con la figura de un hombre de color verde para consentir el paso o la figura de una mano extendida para cortar el tránsito. (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2012)

1.2.4.3.2. Clasificación de los semáforos con base a su mecanismo de operación

- a. Semáforos para tránsito vehicular
 - No reactivos al tránsito
 - Reactivos al tránsito
 - Accionados completamente por el tránsito
 - Acción parcial por el tránsito
- b. Semáforos para peatones
 - Zonas de alto tránsito
 - Zonas escolares
- c. Semáforos especiales
 - Destellantes.
 - Uso seguro de carriles.
 - Control de puentes elevadizos.
 - Maniobras de vehículos de emergencia.
 - Con vallas para rieles de tren. (Cal & Mayor, 2007)

1.2.4.4. Colores para luces de semáforos

- Luz roja fija-lente circular: El tránsito debe parar detrás del trazo de parada.

- Luz roja intermitente-lente circular: Los conductores deben parar forzosamente y proseguir con cautela, observando que no haya peligro de choque o atropellamiento.
- Luz amarilla/ámbar fija-lente circular: Muestra el derecho de paso dado por la luminaria verde, pronto va a terminar para luego cambiar a luz roja.
- Luz amarilla/ámbar intermitente-lente circular: Significa “Ceda el Paso”.
- Luz verde fija-lente circular: Circulación libre en la dirección especificada. (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2012)

1.2.4.5. Elementos de un semáforo:

- **Soporte:** Es la estructura que sujeta la cabeza del semáforo.
- **Cabeza:** Armazón que soporta las partes perceptibles del semáforo
- **Cara:** Son las luces del semáforo (rojo, ámbar, verde)
- **Lente:** Elemento óptico que direcciona la luz de la lámpara.
- **Visera:** Se coloca sobre los mecanismos ópticos para evitar que los rayos solares, incidan en la lente reduciendo la claridad del color.
- **Placa de contraste:** Acrecienta la transparencia del semáforo. (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2012)

1.2.4.6. Estudio de tránsito vehicular.

Corresponde a un análisis del flujo de tránsito vehicular en intersecciones y vías (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2012), el fin de este estudio es obtener:

- a. Flujos vehiculares diarios y en horas de mayor demanda.
- b. Proporción de vehículos livianos, movimiento de pasajeros y vehículos de carga pesada.
- c. Flujo de peatones con dirección.

Movimientos y fases. Movimientos son las trayectorias permitidas en las intersecciones. Cada brazo tiene cuatro posibles movimientos:

- Trayectoria recta
- Giro hacia la derecha
- Giro hacia la izquierda
- Giro en U; cuando esté permitido el movimiento por una señal vertical. (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2012)

1.2.4.6.1. Fase: Agrupación de movimientos relacionados en un intervalo de tiempo.

1.2.4.6.2. Partes de una fase:

Verde. El fragmento verde se divide en cuatro periodos por el elemento de control, los periodos tienen un tiempo definido de duración. Estos periodos son:

- Arranque también llamado comienzo retrasado
- Etapa de verde mínimo
- Etapa verde inicial variable
- Etapa de descanso (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2012)

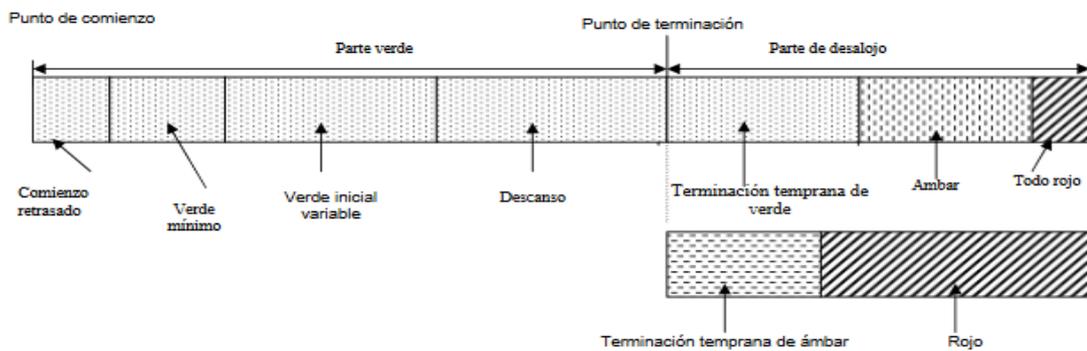


Figura 2-1: Etapas de una fase

Fuente: (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2012)

1.2.5. Manual de capacidad de carreteras HCM 2010

1.2.5.1. Cálculo de la tasa de flujo de saturación (S).

$$S = S_o * f_w * f_{HV} * f_g * f_p * f_{bb} * f_a * f_{LU} * f_{LT} * f_{RT} * f_{LPb} * f_{Rp}$$

Donde:

- S Flujo de congestión ajustado por carriles $\frac{\text{vehiculos}}{h}$
- S_o Flujo de congestión base (1900) $\frac{\text{vehiculos}}{\text{carril } h}$
- f_{Rp} Factor de ajuste para movimientos de peatones y ciclistas (derecha).

1.2.5.2. Ajuste por ancho de carril.

$$f_w = 1 + \frac{(w - 3,6)}{9}$$

Donde:

w Ancho de carril. m

1.2.5.3. Ajuste por vehículos pesados.

$$f_{HV} = \frac{100}{100 + \%_{HV}(E_t - 1)}$$

Donde:

$\%_{HV}$ Porcentaje de vehículos pesados. %

E_t Factor equivalente (Normalmente 2)

1.2.5.4. Ajuste por gradiente

$$f_g = 1 - \frac{\%G}{200}$$

Donde:

$\%G$ Gradiente. %

1.2.5.5. Ajuste por parqueo

$$f_p = \frac{N - 0,1 - \frac{18N_m}{3600}}{N}$$

Donde:

N Número de carriles por grupo

N_m Número de parqueos por hora

1.2.5.6. Ajuste por parada de buses

$$f_{bb} = \frac{N - \frac{14,4N_b}{3600}}{N}$$

Donde:

N_b Número de buses que paran en la hora.

1.2.5.7. *Ajuste por tipo de área*

$$f_a = \begin{cases} 0.9 \text{ zonas centrales} \\ 1 \text{ resto de zonas.} \end{cases}$$

1.2.5.8. *Ajuste por utilización de carril*

$$f_{LU} = \frac{V_g}{V_{g1} * N}$$

Donde:

V_g Demanda no ajustada del grupo

V_{g1} Demanda del carril de mayor uso

N Número de carriles disponibles.

1.2.5.9. *Ajuste por giros hacia la izquierda protegidos*

$$f_{LT} = \frac{1}{1 + 0.05P_{lt}}$$

Donde:

P_{lt} Fracción de vehículos en proceso de giro.

1.2.5.10. *Ajuste por giros hacia la derecha*

$$f_{RT} = \begin{cases} 0.85 \rightarrow \text{carril exclusivo} \\ 1 - (0.15)P_{RT} \rightarrow \text{carril compartido} \\ 1 - (0.135)P_{RT} \rightarrow \text{carril unico} \end{cases}$$

Donde:

P_{RT} Proporción de vehículos girando.

1.2.5.11. *Ajuste por peatón*

$$f_{Lpb} = \begin{cases} 1 - P_{lt} + (1 - A_{pbT})(1 - P_{ltA}) \rightarrow \text{Ajuste por giro izquierda} \\ 1 - P_{rt} + (1 - A_{pbT})(1 - P_{ltA}) \rightarrow \text{Ajuste por giro derecha} \end{cases}$$

1.2.5.12. *Determinación del movimiento (grupo critico)*

$$Y_i = \frac{V}{S}$$

Donde:

Y_i Razón del flujo.

- V Volumen de tránsito *vehículo/h*
vehicular.
- S Flujo de congestión.

1.2.5.13. *Longitud del ciclo*

$$C_o = \frac{1.5L + 5}{1 - \sum_{i=1}^k Y_i}$$

Donde:

- C_o Tiempo óptimo de ciclo. (s)
- L Tiempo total de pérdida por cada ciclo. (s)
- Y_i Valor máximo del factor que relaciona el flujo actual y flujo de congestión, para el carril crítico en la fase i .
- k Número total de fases.

Los valores recomendados para la amplitud de ciclo están entre el 75 a 150% de la longitud del ciclo óptimo, definiendo la longitud de la demora entre el 10 a 20 % del valor mínimo de este parámetro.

1.2.5.14. *Verde efectivo*

$$g_i = \frac{y_i}{\sum_{i=1}^k Y_i} (C_o - L)$$

Donde:

- g_i Verde efectivo
- y_i Grupo crítico
- C_o Ciclo óptimo.
- L Tiempo total de pérdida por cada ciclo. (s)

1.2.5.15. *Tiempo perdido*

$$L_i = y_i + ee' - ff'$$

Donde:

- ee' Pérdida inicial
- ff' Ganancia final

1.2.5.16. *Cálculo del periodo de fase verde y tiempo total perdido*

$$t_{ev} = T + \left(\frac{v}{2a + 2G_g} \right) + \frac{w + l}{v}$$

Donde:

T	Tiempo de reacción (normalmente 1 segundo)	m
v	Velocidad de transito de los vehículos.	m/s
a	Desaceleración (normalmente 3.05 m/s ²)	m/s ²
G _g	Gradiente (1) por gravedad (contante igual a 9.8 m/s ²).	m/s ²
w	Ancho del cruce o intersección.	m
l	Longitud del vehículo (normalmente 6.1 m).	m

Tiempo total perdido

El tiempo total perdido por ciclo se obtiene de sumar el valor de duración de las fases amarillas y rojas. La expresión resultante es la siguiente:

$$L = \left[\sum_{i=1}^o l_i + T_R \right]$$

Donde:

T_R Todo rojo

1.2.5.17. *Capacidad en aproximación*

$$Q = S \frac{g}{c}$$

Donde:

S Flujo de saturación

g Verde efectivo

c valor del ciclo

1.2.5.18. *Pasos para calcular los tiempos*

1. Determinación de fases.
2. Definir conjuntos de carriles.
3. Estimar o contar flujos de congestión.
4. Definir volúmenes críticos de tránsito.
5. Establecer tiempo de etapas: ámbar, entre verde y tiempo total perdido.
6. Deducir el tiempo por ciclo
7. Calcular tiempo de fase verde

1.2.6. *Volumen de tránsito vehicular*

Es el flujo integral de vehículos que transitan por una intersección, el carril de un sentido o la calzada durante un tiempo definido. (Cal & Mayor, 2007) en la pág. 153 se clasifica a los volúmenes de tránsito absolutos o totales como los siguientes:

- a. Volumen de tránsito promedio diario anual (TPDA)
- b. Volumen de tránsito promedio diario mensual (TPDM)
- c. Volumen de tránsito promedio diario por semana (TPDS)

Cal y Mayor R, James Cárdenas en la pág. 153 clasifica a los volúmenes de tránsito horarios como:

- a. Volumen horario máximo anual (VHMA): Volumen máximo por hora en un punto en un año.
- b. Volumen horario de máxima demanda (VHMD): Número máximo de vehículos que pasan en por un punto definido en un periodo de 60 minutos, se expresa como vehículo por minuto.
- c. Volumen horario decimo, vigésimo, trigésimo anual: Volumen/hora que sucede en un punto en un año que excede por 9,19 hasta 29 veces el volumen horario.
- d. Volumen horario de proyecto (VHP): Volumen de tránsito vehicular por hora que se utilizar para definir la geometría de una vía. (Cal & Mayor, 2007)

1.2.6.1. *Volumen, tasa de flujo, demanda y capacidad*

El conteo vehicular permite obtener valores según:

- Tasa de flujo: Frecuencia con la que pasa un vehículo o peatón en un tiempo menor a una hora.
- Volumen: Número de transeúntes o vehículos transitando por un lugar en un tiempo definido.

- Demanda: Número de transeúntes o vehículos que transitan por un punto en un tiempo definido.
- Capacidad: Máximo número de vehículos que transitan en un tiempo definido.

1.2.7. Aforo vehicular

Es un estudio especializado que está en el campo de la ingeniería de transporte y tránsito, se enfoca al análisis de las encrucijadas (intersecciones) con el propósito de establecer soluciones integrales de movilidad. (Bringas, López, & Mejía, 2016)

- a. Aforo manual: Es una técnica para obtener datos de volúmenes de tránsito a través del uso de personal de campo conocido como aforador.
- b. Aforo mecánico: Se realiza en una estación, el aforo mecánico puede ser neumático o electrónico. El equipo neumático se instala en carreteras de baja velocidad y poco tránsito. El equipo electrónico se instala en carreteras de alta velocidad.

1.2.8. Nivel de servicio

Medida de tipo cualitativa que describe las condiciones en las que opera el flujo de tránsito, que se describen en factores como: velocidad, tiempo de recorrido, maniobrabilidad y la seguridad vial. (Cal & Mayor, 2007)

El nivel de servicio es afectado por los siguientes factores internos como la transición de velocidad, volumen, composición de tránsito, fracciones de movimientos, entre otros. Factores externos también tiene influjo sobre el nivel de servicio entre ellos tenemos: ancho del carril, distancia libre lateral, pendientes de la vía, entre otros. (Cal & Mayor, 2007)

1.2.8.1. Niveles de servicio en cuses con semáforo.

Para definir las se emplea definiciones como: tiempo de viaje perdido, gasto de combustible, la comodidad y la frustración de los usuarios. El nivel de servicio se formula en función de la demora media por vehículo, en intervalos de 15 minutos. (Cal & Mayor, 2007)

Nivel A: Operación de la intersección con demoras bajas con valores menores a 5 segundos por vehículo. Los vehículos llegan durante la fase verde, disminuyen la velocidad, pero no se detienen completamente; con longitud de ciclo corto se puede reducir las demoras a un valor mínimo. (Cal & Mayor, 2007)

Nivel B: Manipulación con tiempo de demora entre 5.1 y 15.0 segundos/vehículo. Muchos vehículos empiezan a detenerse. (Cal & Mayor, 2007)

Nivel C: Operación con un rango en la demora entre 15.1 a 24 segundos/vehículo. Esto produce leves problemas en el tránsito, pero la circulación sigue siendo regular. (Cal & Mayor, 2007)

Nivel D: Operación con un rango en la demora entre 24.1 a 40.0 seg/veh. Las causas son una mala circulación del tránsito, la llegada de vehículos en el periodo rojo, tiempos por ciclo largos, o aforo vehicular muy alto. Varios automóviles se paran; los ciclos con errores son más notables. (Cal & Mayor, 2007)

Nivel E: Operación con demora en el rango entre 40.50 a 60 segundos/vehículo. Este rango marca el límite tolerable para la demora que es causado por progresión pobre del tránsito, longitud de ciclo grande, y muy altos niveles de aforo. (Cal & Mayor, 2007)

Nivel F: Operación con una demora superior a 60 segundos/vehículo, el flujo de tránsito vehicular excede el aforo de la encrucijada o intersección, ocasionando congestionamiento y repleción de la intersección. (Cal & Mayor, 2007)

Old ICU	New ICU	Level of Service
0 to 60%	0 to 55%	A
>60% to 70%	>55% to 64%	B
>70% to 80%	>64% to 73%	C
>80% to 90%	>73% to 82%	D
>90% to 100%	>82% to 91%	E
>100% to 110%	>91% to 100%	F
>110% to 120%	>100% to 109%	G
>120%	>109%	H

Figura 1-1: Niveles de servicio ICU

Fuente: (Studio, 2017)

Control Delay Per Vehicle (s)	LOS
≤10	A
10 to 20	B
20 to 35	C
35 to 55	D
55 to 80	E
>80	F

Figura 2-1: Niveles de servicio en una intersección con semáforo.

Fuente: (Studio, 2017)

1.2.9. Sistemas de coordinación de semáforos.

1.2.9.1. Sistema simultaneo

Sistemas que sincronizan los semáforos con el objetivo de coordinar el flujo de tránsito vehicular en encrucijadas consecutivas. Obtienen mejores resultados en el control del tránsito vehicular en situaciones de saturación o congestión. (Cal & Mayor, 2007)

La longitud de ciclo y subdivisiones se definen en pie a las necesidades de las encrucijadas. La ecuación que personifica la dependencia entre velocidad, longitud de ciclo y la distancia recorrida se expresa de la siguiente manera: (Cal & Mayor, 2007)

$$v = \frac{3.6D}{C}$$

Donde:

v	Velocidad de flujo de tránsito entre intersecciones	km/h
D	Distancia entre intersecciones consecutivas	m
C	Longitud o duración del ciclo	s

1.2.9.2. Sistema alternado

Sistemas de semáforos que alternan sus señales a lo largo de una ruta, con varias intersecciones consecutivas. Pueden adoptarse sistema dobles o triples y como resultado general se obtiene mejor circulación a comparación del sistema simultaneo. Se consigue una banda del 100%, solo si la velocidad de los vehículos es: (Cal & Mayor, 2007)

1.2.9.3. Sistema progresivo simple o limitado

Trata de varios semáforos sucesivos a lo largo de una calle que permiten la operación continua de grupos de vehículos a velocidad fija en “ondas verdes”. Cada intersección puede tener diferente ciclo pera la división permanece fija. (Cal & Mayor, 2007)

Puede estar supervisado por un control maestro al que se debe realizar revisiones debido a cambios de voltaje y temperatura. No se limitan a la duración por ciclo o medio ciclo, los cálculos se realizan por tanteos. (Cal & Mayor, 2007)

1.2.9.4. Sistema progresivo flexible

Cada intersección con semáforo varia en varios aspectos; es posible cambiar los desfaseamientos con la frecuencia deseada. Se puede establecer programas de tiempo para dar particularidad a la circulación en horas pico. (Cal & Mayor, 2007)

Posee un control por caracteres de radio o líneas telefónicas. Da mejores resultados en intersecciones ubicadas a distancias variables. Posee los siguientes programas:

- a. Da prioridad al flujo de entrada a la zona comercial durante la mañana
- b. Equilibra ambas direcciones de movimiento durante horas de máxima demanda
- c. Da prioridad al flujo que sale del área comercial. (Cal & Mayor, 2007)

1.2.10. Semáforos accionados por el tránsito

El tiempo del ciclo responde a las variaciones en la demanda de tránsito vehicular que es registrada por aparatos detectores conectados al control semafórico. (Cal & Mayor, 2007)

Si los detectores son usados solamente en alguno de los accesos de la intersección el control es parcialmente accionado. Si los detectores son usados en todos los accesos se llama totalmente accionado. Para colocar semáforos debe analizarse los siguientes factores: (Cal & Mayor, 2007)

- a. Volumen vehicular: semáforos activados por el mismo tránsito. Es el más costoso.
- b. Movimiento transversal: cuando el volumen vehicular en la vía principal es intenso y entorpece la circulación del cruce transversal.
- c. Tiempo de máxima demanda: cuando se requiere regular una intersección en un tiempo breve con máxima demanda en el día.
- d. Peatones: Con volúmenes mínimos para semáforos con intervalos de tiempo definido.
- e. Accidentes: Si se tiene un registro de los accidentes se puede disminuir la demora.
- f. Fluctuaciones de tránsito amplias: Cuando el volumen de tránsito varían considerablemente, se recomienda implementar un control accionado por el mismo tránsito.
- g. Intersecciones complejas: Justifica el establecimiento de semáforos con fases múltiples, con la capacidad de eliminar fases en caso de baja demanda.
- h. Sistemas progresivos: Cuando no existe buena coordinación con tiempo de ciclo fijo.
- i. Cruces peatonales Se colocan en lugares con alto tránsito peatonal, sobre todo cerca de instituciones educativas, como escuelas, colegios o universidades. (Cal & Mayor, 2007)

Control parcialmente accionado.

El derecho de paso le pertenece a vía principal y se transfiere a las calles transversales de acuerdo a la necesidad de maniobra. Para semáforos de dos fases es la secuencia operativa es:

- Verde mínimo para la vía principal (10-12s)
- Intervalo de desalojo de la vía principal (1-10s), una vez terminado el verde.

- Intervalo inicial de la vía transversal (1-12s) permite el arranque de vehículos que esperan el verde
- Intervalo para paso de vehículos de la vía transversal (2-12s)
- Tiempo máximo para la vía transversal (10-60s)
- Intervalo de desalojo de la vía transversal (1-10s) (Cal & Mayor, 2007)

Control completamente accionado por el tránsito

Trabaja de misma manera que el anterior tipo de control, sobre la demanda registrada a través de sensores. En intersecciones con estructura compleja puede haber hasta 4 fases. La serie de operación para cuatro fases es: (Cal & Mayor, 2007)

- Intervalo inicial (2-30s): Permite el arranque e inicio de marcha de los vehículos.
- Intervalo de vehículos (2-30s): periodo que inicia cuando el vehículo acciona el sensor.
- Intervalo máximo (10-60s): tiempo máximo para una demanda continua de las otras fases.
- Intervalo de desalojo (1-10s) (Cal & Mayor, 2007)

1.3. Fundamentación conceptual

1.3.2. Ciclo semafórico

Es el lapso que transcurre desde el inicio de las fases del semáforo hasta que se completa el último intervalo de las fases. Es decir que comprende el tiempo total de las fases de un semáforo, se define como ciclo porque el proceso se repite de forma continua. (PDA Peritos de Accidentes, 2015)

1.3.3. Fase semafórica

Cada una de las particiones del ciclo, durante cada proporción de colores de todos los conjuntos semafóricos persiste inmutable. (PDA Peritos de Accidentes, 2015)

1.3.9. Intervalo semafórico

Tiempos sucesivos de las luminarias de un semáforo. (PDA Peritos de Accidentes, 2015)

1.3.10. Cola vehicular

Constituida por vehículos automotores sucesivamente parados que esperan para transitar a través de una encrucijada o intersección. (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2012)

1.3.11. Tasa de flujo de tránsito o saturación

Es la tasa máxima de flujo de tránsito vehicular que puede cruzar la intersección, condicionada a las características de tránsito en la vía, cuando esta dispone de una luz verde. (Flores, 2011)

1.3.12. Capacidad vial

Es la máxima proporción horaria de vehículos (o peatones) que consiguen pasar por un sitio o sección de un carril o carretera durante un periodo de tiempo definido. (Miguel, 2016)

1.3.13. Volumen vehicular

Número de vehículos que transitan por un punto durante un intervalo de tiempo definido. La unidad es “vehículos” o “vehículos por unidad de tiempo”. (ptolomeo, s,f)

1.4. Idea a defender

De qué manera contribuirá la propuesta de un plan semafórico para generar control del flujo vehicular y disminución del índice de accidentabilidad en el nuevo acceso norte Riobamba-Guano.

1.5. Interrogantes de estudio

1. ¿De qué manera contribuye realizar un aforo vehicular para el diagnóstico del estado presente del flujo de tránsito vehicular en el nuevo acceso Norte Riobamba-Guano?
2. ¿Cómo influye el nivel de flujo vehicular existente en la identificación de las intersecciones en las cuales es factible la implementación de dispositivos semafóricos?
3. ¿De qué manera la propuesta de semaforización proporcionará un correcto control vehicular en el nuevo acceso Norte Riobamba-Guano?

CAPITULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Modalidad de la investigación

El enfoque de investigación del presente trabajo es Mixto ya que recolecta, analiza y concede datos cuantitativos y cualitativos.

El enfoque cuantitativo es un conjunto de procesos que van de forma secuencial y comprobatorio; parte de una idea donde se establecen objetivos y preguntas de las cuales se crea hipótesis; refleja la necesidad de medir y estimar magnitudes de los problemas de investigación. (Collado & Lucio, 2014).

En la investigación se hizo uso de este enfoque al realizar el aforo vehicular mediante las fichas de conteo, bitácoras y parámetros del Reglamento Técnico Nacional INNEN 004 parte 5 para realizar un análisis de estos datos y evaluación de los datos obtenidos con el objetivo de establecer una propuesta apropiada que satisfaga las necesidades de la zona estudio.

El enfoque no numérico usa la recolección de datos cualitativos para realizar preguntas útiles en la investigación en el proceso de exégesis de los datos; se puede desarrollar preguntas e hipótesis en cualquier punto de la recolección y análisis de datos. (Lipes, 2013). En esta investigación se usó este enfoque cuando se realiza la exploración de las áreas de estudio para identificar de mejor manera los problemas y diseñar una propuesta adecuada mejorando el nivel de servicio actual.

2.2. Tipos de investigación

De campo: Es un método experimental donde se comprueba la hipótesis y se obtiene datos necesarios para responder las interrogantes de la investigación. En el presente trabajo de investigación se realizaron exploraciones del nuevo acceso Norte Riobamba-Guano y un aforo vehicular en las intersecciones sujetas a estudio, con el fin de obtener datos y determinar el flujo del tránsito vehicular que transita por dicha arteria vial.

Bibliográficas: Para la realizar este trabajo investigativo fue necesario obtener información secundaria como son: libros, revistas, tesis, sitios webs, entre otros de estudios de semaforización ya realizados, de investigaciones en proceso, libros en materia de tránsito, Reglamento Técnico Nacional INNEN 004 y el Manual de Capacidad HCM para hacer uso de las técnicas de diseño de semáforos.

Investigación propositiva: Proceso de comprender un conjunto de procesos y técnicas, cuya

finalidad es detectar y solucionar problemas o producir conocimiento científico. En el presente trabajo investigativo se usó este tipo de investigación posterior al análisis de datos y la muestra, los resultados obtenidos sirven como punto de partida para el diseño y planteamiento de una propuesta de colocación de semáforo.

2.3. Métodos, técnicas e instrumentos

2.3.1. Métodos

Método deductivo: Se refiere a que parte de lo general para centrarse en lo específico mediante el razonamiento lógico. Esta investigación se basa en los datos recolectados; parte de una idea para concluir la situación de estudio planteando alternativas a tomar para implementar las soluciones.

Método inductivo: Este método parte de lo específico a lo general; representa a la formulación de hipótesis fundamentadas en lo experimentado y observado de los elementos de estudio para definir leyes de tipo general. Se basa en la toma de datos ordenados en variables.

Método analítico: Parte de lo concreto a lo abstracto, desagregando los elementos generales para asimilar con hondura cada subelemento de forma individual, con el fin de conocer la naturaleza del fenómeno estudiado. Esta investigación se hizo uso de este método al analizar las fases semafóricas necesarias para el nuevo acceso norte Riobamba-Guano.

2.3.2. Técnicas

Son las herramientas con las que cuenta un investigador para documentar la información requerida con el objetivo de tener datos reales del área de estudio y proceder con el análisis, evaluación y propuesta de investigación. En este estudio se hizo uso de la técnica directa como es la observación.

Observación: Es un registro visual de lo que sucede en el área de estudio de acuerdo a un esquema establecido. En este caso se realizó un aforo vehicular y el análisis de la geometría de las intersecciones del acceso Norte Riobamba-Guano.

Aforo vehicular: Consiste en un conteo de vehículos realizado con el objetivo de levantar información volumétrica vehicular y por sentido en un tramo de vía. En esta investigación se realizó el aforo vehicular en base a lo que manifiesta el Reglamento Técnico Nacional INEN 004:2012 Parte 5.

El aforo vehicular fue realizado de forma manual y según la metodología que instituye el libro de Ingeniería de Tránsito de Rafael Cal y Mayor en siete intersecciones del nuevo acceso norte Riobamba-Guano durante 3 días mismos que se dividen en dos días típicos y un atípico, durante ocho horas diarias divididas en intervalos de 15 minutos.

Evaluación de geometría: Consiste en la inspección de campo de cada intersección estudiada donde se registraron las características que han sido medidas y observables.

2.3.3. Instrumentos

Ficha de conteo: Es un componente que se utilizó para recolectar y registrar la cifra de vehículos que transitaron por cada intersección según su tipología y los giros que realizaron, la ficha de conteo se realizó en base a lo que establece el manual HCM 2010 y el Reglamento Técnico Nacional INEN 004:2012 Parte 5. (Anexo 1,2,3,4 y 5)

Ficha para la toma de información geométrica: Es un componente que se utilizó para recolectar datos sobre la geometría de las siete intersecciones que conforman el nuevo acceso Norte Riobamba-Guano. (Anexo 6)

2.4. Población y muestra

2.4.1. Población

Para la ejecución de la investigación el origen de información fue el análisis directo de las siete intersecciones del nuevo acceso Norte Riobamba-Guano, donde se tomaron datos del volumen de tránsito vehicular, flujo de tránsito vehicular, geometría de la vía y situaciones del tránsito durante dos días típicos y un día atípico de la semana.

La recolección de información durante el estudio se lo realizó en dos partes: en la recolección de datos sobre la geometría de la vía y del flujo de tránsito vehicular.

2.4.2. Muestra

Representa una parte de la población objeto de estudio. Es importante asegurarse que los elementos de la muestra sean lo suficientemente representativos de la población.

Si la población es menor a cincuenta individuos la población es igual a la muestra, por lo que no se aplicará ningún criterio muestral. (Díaz, 2013)

En esta investigación no se calculó la muestra ya que según el criterio muestral antes mencionado cuando la población es muy pequeña se toma la población total en este caso el estudio se efectuó en las siete intersecciones que conforman el nuevo acceso Norte Riobamba-Guano. Las cuales se mencionan a continuación:

1. Intersección de la Panamericana Sur-Ingreso a Langos
2. Intersección de Langos San Andrés
3. Intersección de Langos El Carmen
4. Intersección del barrio 20 de diciembre
5. Intersección de la Av. Cap. Edmundo Chiriboga
6. Intersección del barrio San Pedro de las abras
7. Intersección de la vía Riobamba-Guano

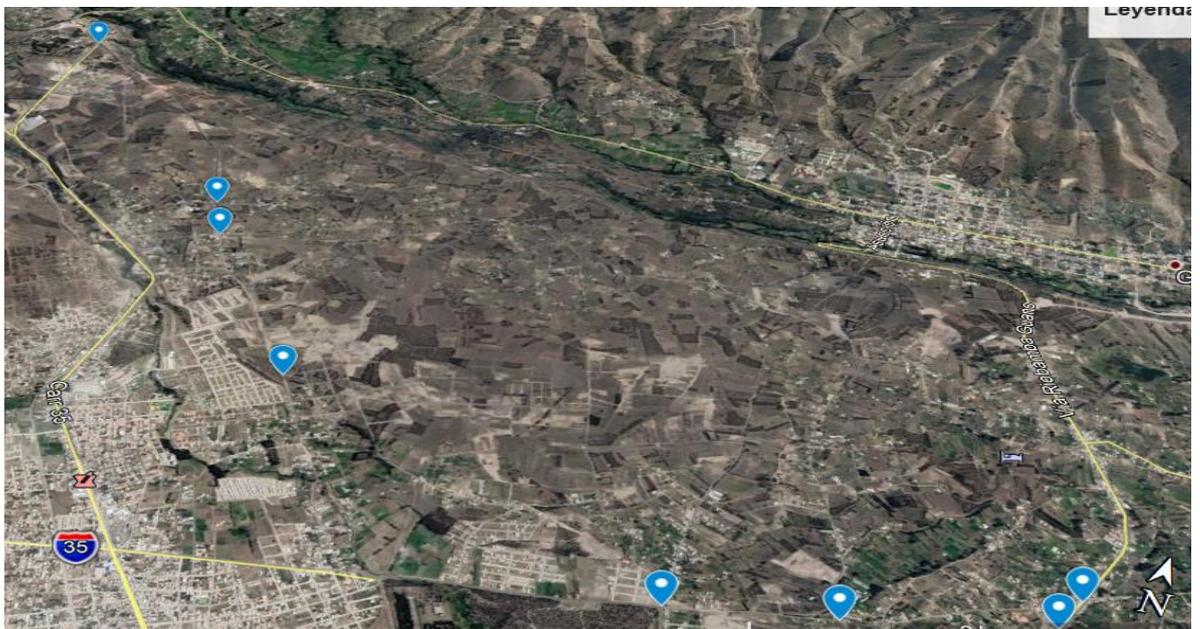


Figura 1-2: Ubicación de las siete intersecciones de estudio
Fuente: Google maps

CAPITULO III

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

3.1. RESULTADOS

Los datos recolectados del flujo de tránsito vehicular que transita en el nuevo acceso Norte Riobamba-Guano fueron recolectados mediante la realización de un aforo vehicular por medio de una ficha de conteo (Anexo 1,2,3,4,5); durante tres días (dos días típicos y un atípico) en intervalos de 15 minutos; además se recolectó información de la geometría de cada intersección en base a una ficha de adquisición de información de campo (Anexo 6).

La evaluación de las intersecciones se realizó de manera individual, en la siguiente secuencia: E35, Langos San Andrés, Langos El Carmen, Barrio 20 de diciembre, las Mallas del Cuartel, San Pedro de las Abras y en la vía Riobamba-Guano donde finaliza el nuevo acceso Norte.

3.1.1. Intersección N° 1: Panamericana Sur – Ingreso a Langos.

3.1.1.1. Características.

La intersección en estudio se encuentra ubicada en la parroquia San Andrés del cantón Guano, provincia de Chimborazo en las coordenadas geográficas latitud: -1.600638; longitud: -78.695908, el nuevo acceso Norte Riobamba-Guano es una arteria vial que forma un empalme con la Red Vial Estatal Troncal de la Sierra E35.

Esta encrucijada consta de 3 aproximaciones en las direcciones oeste, norte y sur con dos carriles en los sentidos: sur-norte, norte-sur y un carril en el sentido oeste-este, los carros en esta intersección pueden realizar 6 movimientos como se indica en la tabla N°1-3.

Tabla 1-3: Movimientos permitidos de la intersección 1

BRAZOS	MOVIMIENTOS
Norte-Sur	Recto y giro derecho
Sur-Norte	Recto y giro izquierdo
Oeste-Este	Giro derecho y giro izquierdo

Fuente: Información levantada in situ

Elaborado por: CUZCO V., 2021.



Figura 1-3: Intersección 1 (Panamericana sur-Ingreso a Langos)

Elaborado por: CUZCO V., 2021.

3.1.1.2. Geometría de la intersección.

En la figura N° 2-3, consta la geometría de la intersección antes mencionada con las cotas definidas mediante un mapa de AutoCAD de la zona y verificadas mediante mediciones realizadas in situ.

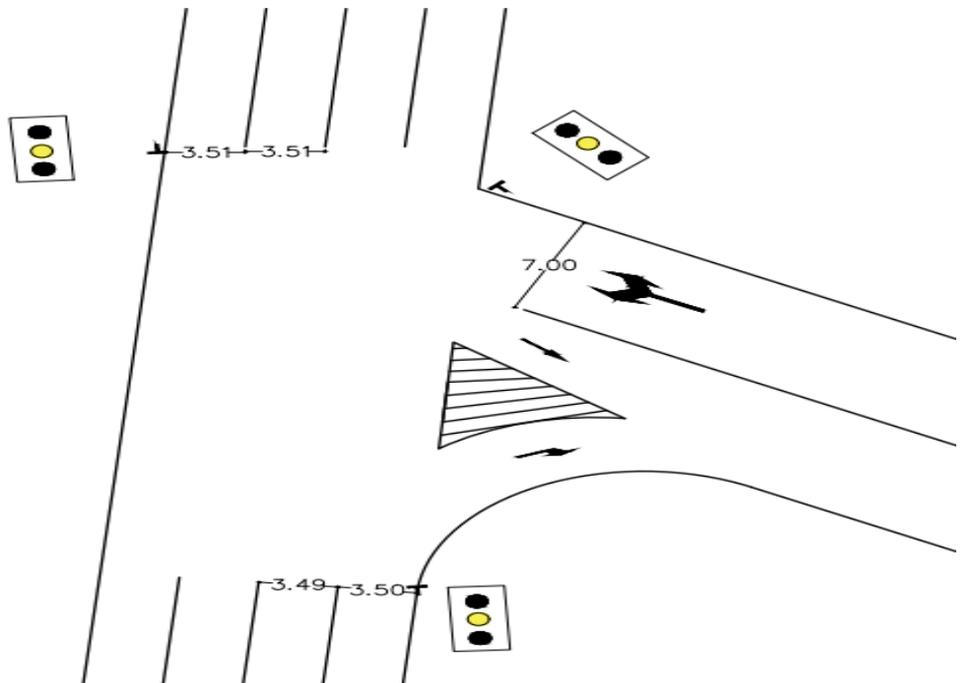


Figura 2-3: Geometría de la Intersección 1

Fuente: DMTTTSVCG Chimborazo.

En la tabla 2-3 se detalla las dimensiones como el ancho del carril, número de carriles, pendientes y estacionamientos.

Tabla 2-2: Geometría de la intersección 1.

GEOMETRÍA			
PARÁMETRO	E35		Ingreso a Langos
	Sur	Norte	Oeste
Cantidad de carriles	2	2	1
Pendiente G (%)	-1.5	1.5	1.2
Ancho promedio de carriles W(m)	3.5 m	3.5 m	3.6 m
Estacionamiento	No existe		

Fuente: Información levantada in situ

Elaborado por: CUZCO V., 2021.

La capa de rodadura de esta intersección se encuentra conformada de asfalto en perfecto estado en todas sus aproximaciones.

3.1.1.3. Condiciones del Tránsito de la intersección.

La circulación en esta intersección es excesiva debido a que por la vía E35 circula una gran cantidad de automóviles que se dirigen al cantón Riobamba y que ingresan al nuevo acceso Norte en dirección al cantón Guano; en base al conteo vehicular realizado se estableció que la hora de máxima demanda es de 18:00-19:00 con un volumen promedio de 1344 veh/h (**Gráfico 1-3.**)

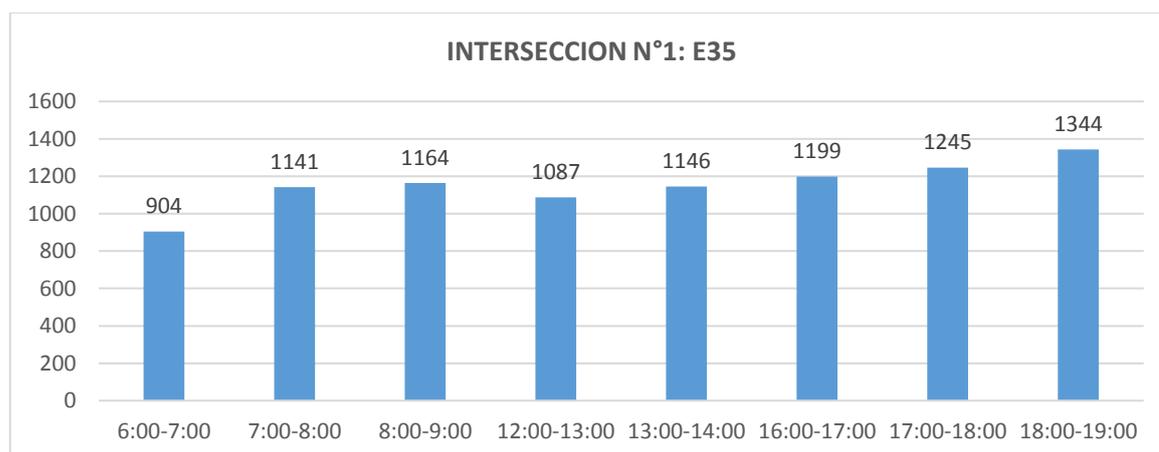


Gráfico 1-3: Volumen vehicular de la intersección 1

Elaborado por: CUZCO V., 2021.

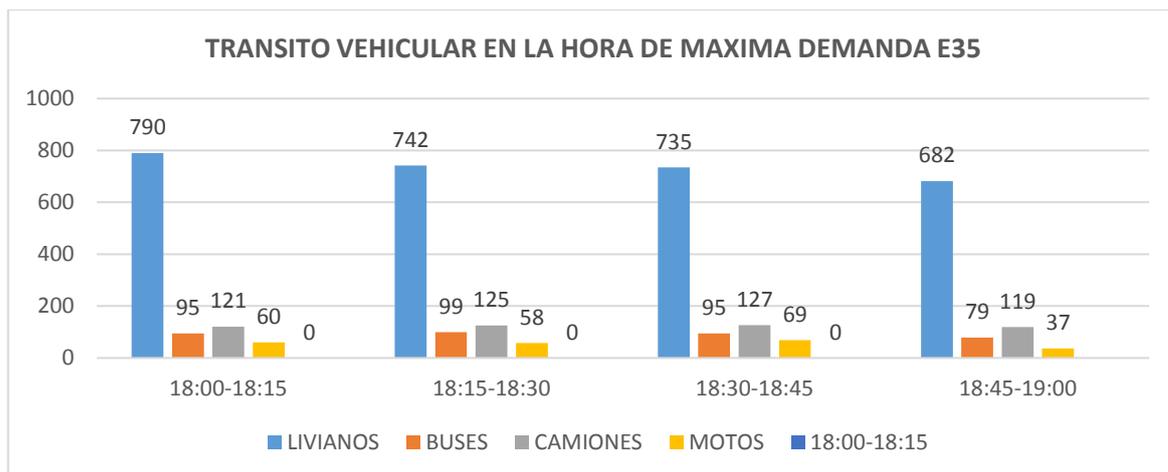


Gráfico 2-3: Composición vehicular en tiempo de máxima demanda en la intersección 1.

Elaborado por: CUZCO V., 2021.

3.1.1.4. Condiciones semafóricas

En esta intersección fueron ubicados semáforos que cuenta con dos fases (**Tabla 3-3**), el funcionamiento empieza a las 05:00 am y se apagan a las 22:00 pm, las fases semafóricas fueron diseñadas de acuerdo a la metodología HCM 2010.

Tabla 3-3: Plan de fases actual de la intersección 1.

PLAN DE FASES ACTUAL						
R: Rojo V: verde A: Amarillo	Diagrama	v 1		v 2		
	Tiempo	R:	26	R:	54	
		V:	50	V:	22	
		A:	4	A:	4	
Nivel de servicio	D		D			
Duración del ciclo	80 segundos					
v 1	50		4	26		
v 2	54			22		4

Fuente: Información levantada in situ

Elaborado por: CUZCO V., 2021.

3.1.2. Intersección N° 2: Langos San Andrés

3.1.2.1. Características de la intersección.

La intersección se encuentra ubicada en la parroquia El Rosario en las coordenadas geográficas latitud: -1.6200548; longitud: -78.679356, el nuevo acceso Norte Riobamba-Guano es una arteria vial que forma una intersección en el sector de Langos San Andrés.

Esta intersección consta de 4 aproximaciones Sureste, Suroeste, Noroeste y Noreste con un carril por cada sentido en cada aproximación, los vehículos en esta intersección pueden realizar 12 movimientos como se indica en la tabla 4-3.

Tabla 4-4: Movimientos permitidos en la intersección 2

BRAZOS	MOVIMIENTOS
Sureste-Noroeste	Giro derecho, recto y Giro izquierdo
Noreste-Suroeste	Giro derecho, recto y Giro izquierdo
Noroeste-Sureste	Giro derecho, recto y Giro izquierdo
Suroeste-Noreste	Giro derecho, recto y Giro izquierdo

Fuente: Información levantada in situ

Elaborado por: CUZCO V., 2021.



Figura 3-3: Intersección 2 (Langos San Andrés)

Elaborado por: CUZCO V., 2021.

3.1.2.2. Geometría de la intersección.

En la figura 4-3, se puede observar la geometría que presenta dicha intersección con acotaciones obtenidas mediante un plano de AutoCAD de la zona y verificadas mediante mediciones realizadas in situ.

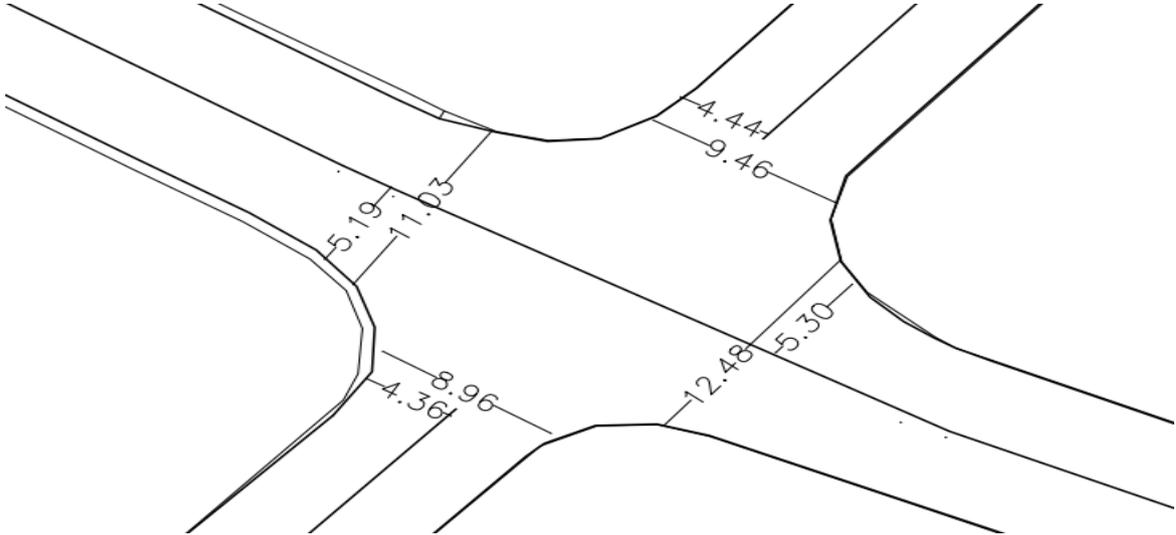


Figura 4-3: Condiciones geométricas de la Intersección 2

Fuente: DMTTTSVCG Chimborazo.

En la tabla 5-3, se muestran propiedades como el ancho del carril, número de carriles, pendiente y numero de estacionamientos.

Tabla 5-5: Geometría de la intersección 2.

GEOMETRÍA				
PARÁMETRO	SUROESTE	NORESTE	NOROESTE	SURESTE
Número de carriles por sentido	1	1	1	1
Pendiente G (%)	-0.8	0.8	-1	1
Ancho promedio de carriles W(m)	4.4 m	4.36 m	5.2 m	5.1 m
Estacionamiento	No existe			

Fuente: Información levantada in situ

Elaborado por: CUZCO V., 2021.

La capa de rodadura de esta intersección se encuentra conformada de asfalto en perfecto estado en todas sus aproximaciones y existe escasas de señalización horizontal y vertical.

3.1.2.3. Condiciones del Tránsito de la intersección.

El tránsito en esta intersección es un poco escaso debido a que en este sector no existen puntos atractores de viajes; el tránsito es constante solo en el sentido Sureste – Noroeste y Noroeste – Sureste debido a que el ingreso y salida al nuevo acceso norte está en la siguiente intersección; en base al conteo vehicular realizado se determinó que el periodo de tiempo de máxima demanda está entre 18 a 19 pm, con un volumen promedio de tránsito de 418 vehículos/hora. (**gráfico 3-3.**)

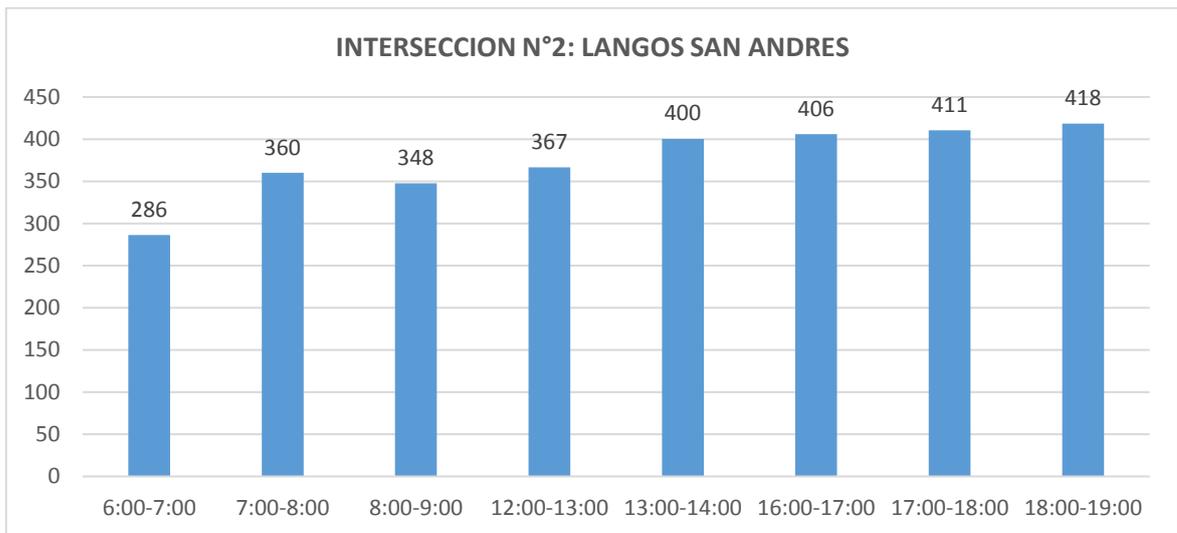


Gráfico 3-3: Volumen de tránsito en la intersección 2

Elaborado por: CUZCO V., 2021.

En el gráfico 4-3, se muestra la composición del tránsito en el rango de tiempo de 18 a 19 horas, que se considera como la hora de mayor uso.

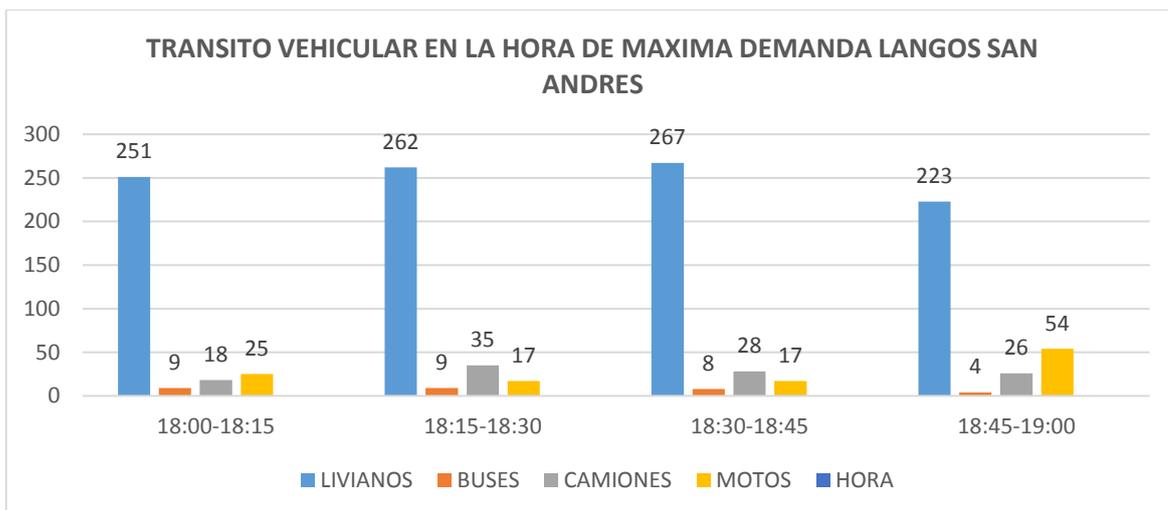


Gráfico 4-3: Composición vehicular en la intersección 2.

Elaborado por: CUZCO V., 2021.

3.1.3. Intersección N° 3: Langos El Carmen

3.1.3.1. Características

La tercera intersección se encuentra ubicada en la parroquia en las coordenadas geográficas latitud: -1.623829; longitud: -78.677661, el nuevo acceso Norte Riobamba-Guano es una arteria vial que forma una intersección en el sector de Langos El Carmen.

Esta intersección consta de 4 aproximaciones Sureste, Suroeste, Noroeste y Noreste con un carril por dirección, los automóviles en esta intersección pueden realizar 12 movimientos como se indica en tabla 6-3.

Tabla 6-6: Movimientos permitidos en la intersección 3.

BRAZOS	MOVIMIENTOS
Sureste-Noroeste	Giro derecho, recto y Giro izquierdo
Noreste-Suroeste	Giro derecho, recto y Giro izquierdo
Noroeste-Sureste	Giro derecho, recto y Giro izquierdo
Suroeste-Noreste	Giro derecho, recto y Giro izquierdo

Fuente: Información levantada in situ

Elaborado por: CUZCO V., 2021.



Figura 5-3: Intersección 3 (Langos El Carmen)

Elaborado por: CUZCO V., 2021.

3.1.3.2. Geometría de la intersección

En la figura 6-3, se muestra los parámetros geométricos de la interacción con acotaciones, obtenidas del mapa de AutoCAD de la zona y verificadas mediante mediciones realizadas in situ.

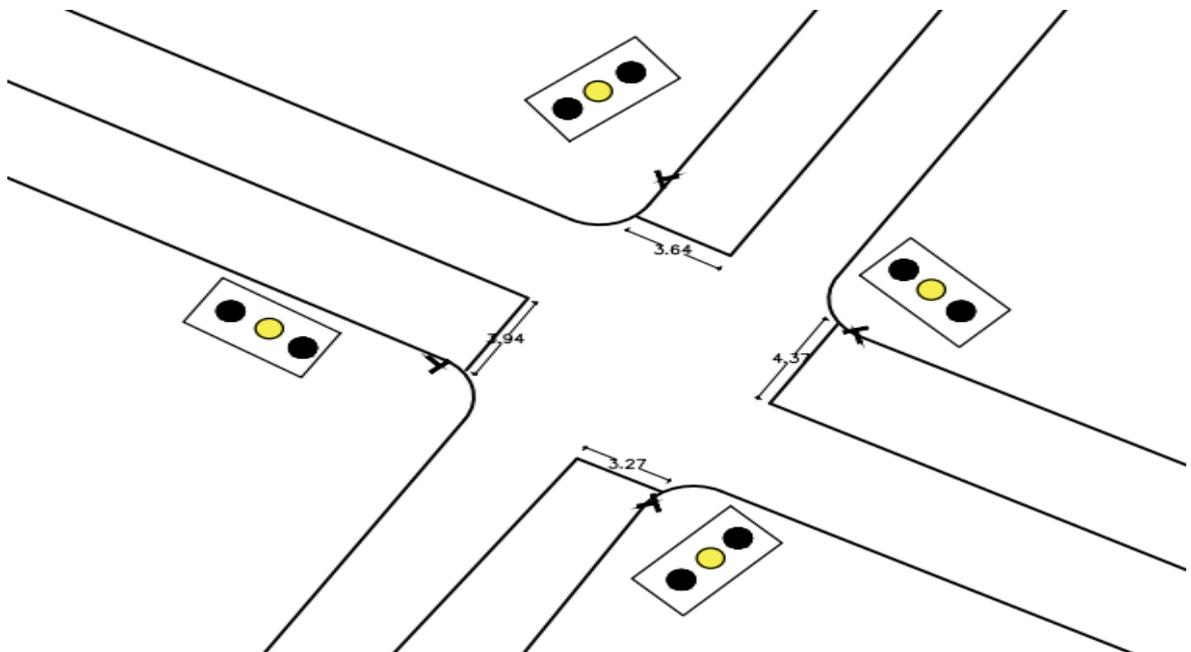


Figura 6-3: Condiciones geométricas de la Intersección 3

Fuente: DMTTTSVCG Chimborazo.

En la tabla 7-3, se muestran las propiedades: ancho de carril, número de carriles, pendiente y estacionamientos.

Tabla 7-7: Geometría de la intersección 3.

GEOMETRÍA				
PARÁMETRO	SUROESTE	NORESTE	NOROESTE	SURESTE
Número de carriles por sentido	1	1	1	1
Pendiente G (%)	-0.3	0.3	-0.5	0.5
Ancho promedio de carriles W(m)	3.64	3.27	3.6	3.6
Estacionamiento	No existe			

Fuente: Información levantada in situ

Elaborado por: CUZCO V., 2021.

La calzada de esta intersección se encuentra conformada de asfalto en perfecto estado en todas las aproximaciones; pero no hay suficiente señalización vertical.

3.1.3.3. Condiciones del Tránsito.

La circulación en esta intersección es continua más que todo en los sentidos Sureste – Noroeste y Noroeste–Sureste; en base al conteo vehicular realizado se determinó que la hora de máxima demanda es de 17:00-18:00 con un volumen promedio de 719 veh/h. (**Gráfico 5-3.**)

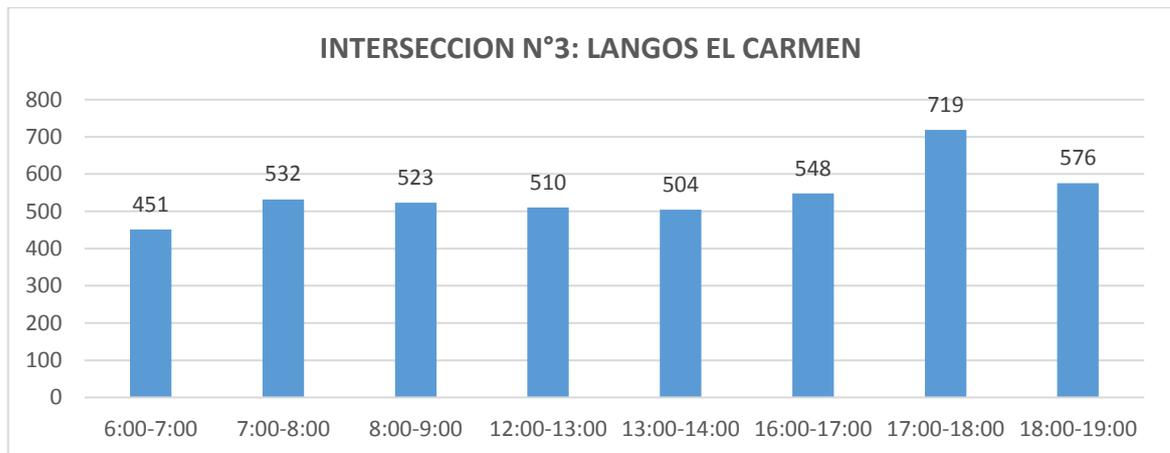


Gráfico 5-3: Volumen de tránsito de la intersección 3

Elaborado por: CUZCO V., 2021.

En el **gráfico 6-3** se detalla la composición del tránsito de 17:00-18:00 considerada como hora de mayor demanda de acuerdo al conteo vehicular realizado.

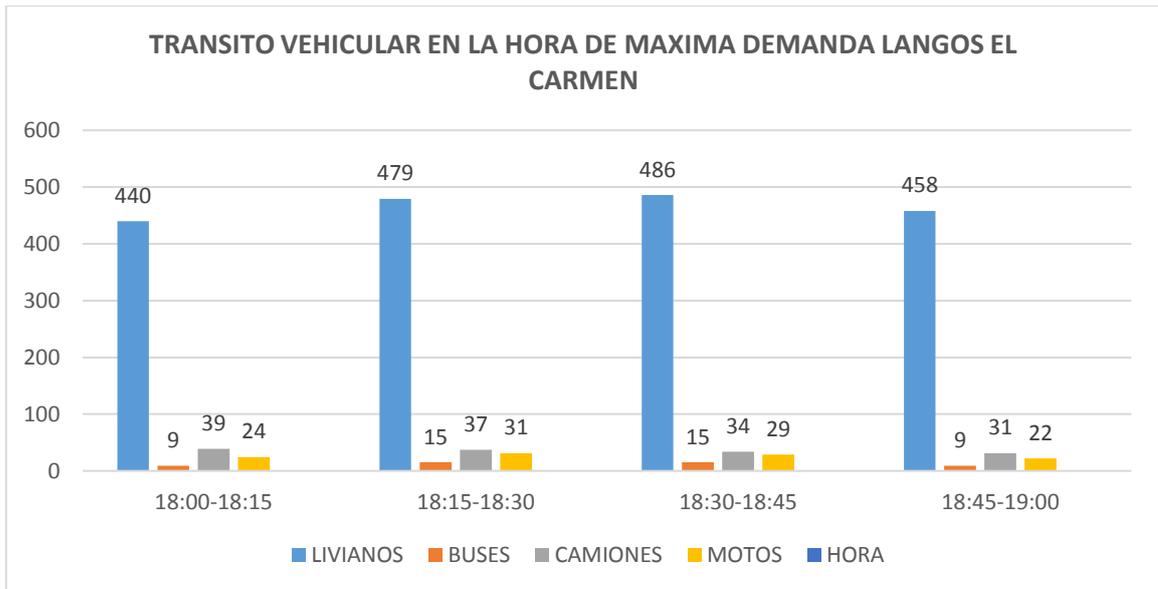


Gráfico 6-3. Composición vehicular en la hora de máxima demanda en la intersección 3.

Elaborado por: CUZCO V., 2021.

3.1.3.4. Condiciones semaforicas

En esta intersección fueron ubicados semáforos con dos fases semaforicas en base a la metodología HCM 2010 (**tabla 8-3**), el funcionamiento es de 05:00 a 22:00 pm.

Tabla 8-8: Plan de fases actual de la intersección 3

PLAN DE FASES ACTUAL						
R: Rojo V: verde A: Amarillo	Diagrama	v 1		v 2		
	Tiempo		R:	35	R:	32
			V:	30	V:	33
			A:	2	A:	2
Nivel de servicio		B		B		
Duración del ciclo		67 segundos				
v 1	30		2	35		
v 2	32			33		

Fuente: Información levantada in situ

Elaborado por: CUZCO V., 2021.

3.1.4. Intersección N° 4: Barrio 20 de diciembre

3.1.4.1. Características de la intersección.

Se encuentra ubicada en la parroquia El Rosario en las coordenadas geográficas latitud: -1.6317329; longitud: -78.6715759, el nuevo acceso Norte Riobamba-Guano es una arteria vial que forma una intersección en T en el barrio 20 de diciembre en la calle Cesar Dávila Andrade.

Esta intersección consta de 3 aproximaciones Sureste, Suroeste y Noroeste con dos carriles por cada brazo, los automóviles en esta intersección pueden realizar 6 movimientos como se indica en la tabla 9-3.

Tabla 9-9: Movimientos permitidos de la intersección 4

BRAZOS	MOVIMIENTOS
Sureste-Noroeste	Recto y Giro izquierdo
Suroeste-Noreste	Giro derecho y Giro izquierdo
Noroeste-Sureste	Recto y Giro derecho

Fuente: Información levantada in situ

Elaborado por: CUZCO V., 2021.



Figura 7-3: Intersección 4 (Barrio 20 de diciembre)

Elaborado por: CUZCO V., 2021.

3.1.4.2. Geometría de la intersección

En la figura 8-3, se muestra los parámetros geométricos de la interacción con acotaciones, obtenidas del mapa de AutoCAD de la zona mediante un mapa de AutoCAD de la zona y verificadas mediante mediciones realizadas in situ.

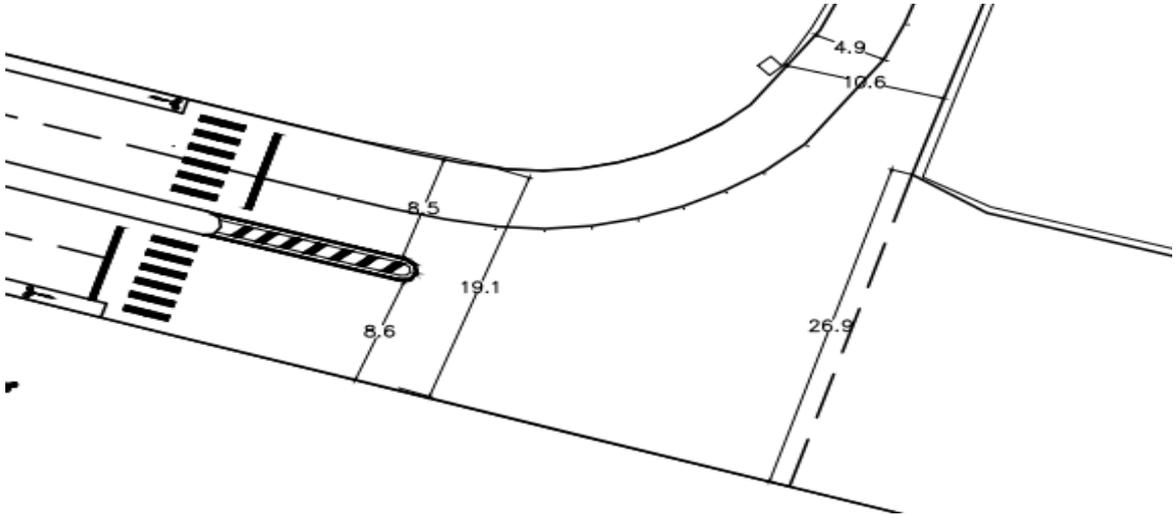


Figura 8-3: Condiciones geométricas de la Intersección 4

Fuente: DMTTTSVCG Chimborazo.

En la tabla 10-3, se muestran las propiedades: ancho de carril, número de carriles, pendiente y estacionamientos.

Tabla 10-10: Geometría de la intersección 4.

GEOMETRÍA			
PARÁMETRO	Cesar Dávila Andrade		Vía la República
	SURESTE	NOROESTE	SUROESTE
Número de carriles por sentido	2	2	1
Pendiente G (%)	0.5	-0.5	-0.8
Ancho promedio de carriles W(m)	4.3	4.3	4.9
Estacionamiento	No existe		

Fuente: Información levantada in situ

Elaborado por: CUZCO V., 2021.

La capa de rodadura de esta intersección se encuentra conformada de asfalto en perfecto estado en las aproximaciones Sureste y Noroeste, la aproximación Suroeste es de tierra además existe escasas de señalización y vertical y horizontal.

3.1.4.3. Condiciones del Tránsito

El tránsito vehicular en esta intersección es continuo, porque por la avenida Cesar Dávila Andrade circula una gran cantidad de automóviles; en base al conteo vehicular realizado se determinó que el tiempo máximo de demanda está entre las 17 a 18 horas con un volumen de tránsito promedio de 492 vehículos/hora, véase gráfico 7-3.

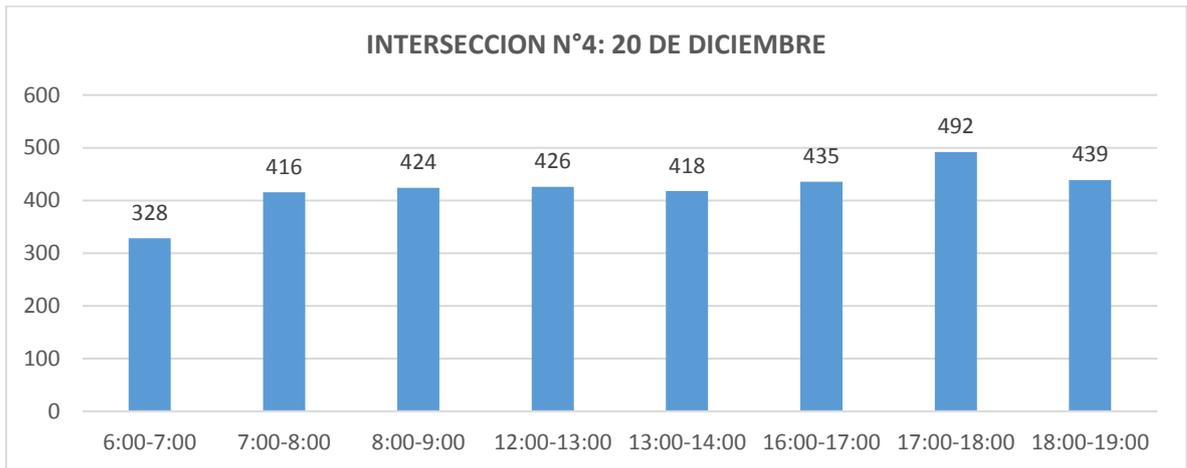


Gráfico 7-3: Volumen de tránsito en la intersección 4

Elaborado por: CUZCO V., 2021.

En el **gráfico 8-3** se detalla la composición del tránsito de 17:00-18:00 considerada como hora de mayor demanda de acuerdo al conteo vehicular realizado.

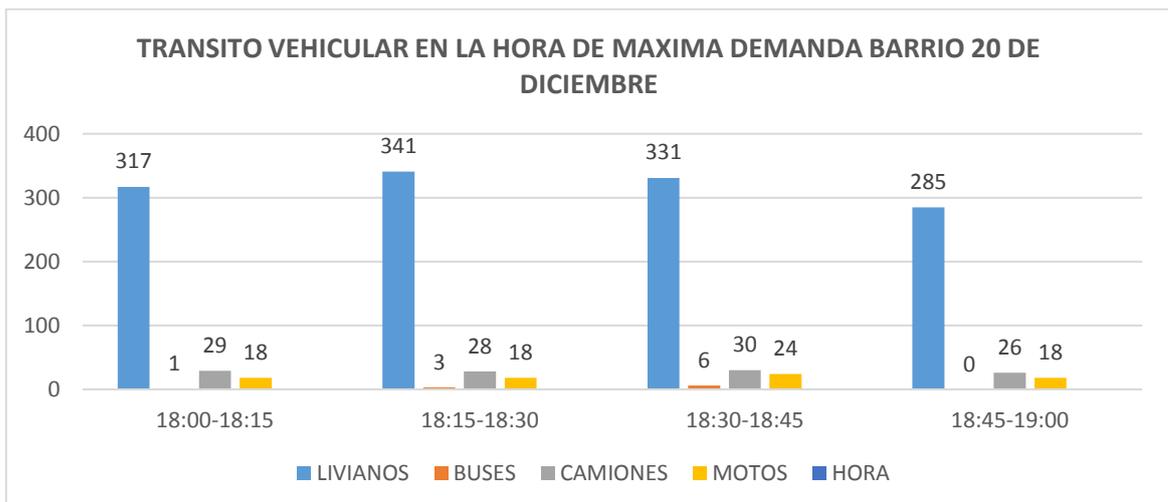


Gráfico 8-3: Composición vehicular en la hora de máxima demanda en la intersección 4.

Elaborado por: CUZCO V., 2021.

3.1.5. Intersección N° 5: Av. Cap. Edmundo Chiriboga

3.1.5.1. Características de la intersección.

Se encuentra ubicada en la parroquia El Rosario en las coordenadas geográficas latitud: -1.642433; longitud: -78.652714, el nuevo acceso Norte Riobamba-Guano es un arterial vial que forma una intersección entre la calle Río Paute y la Avenida Cap. Edmundo Chiriboga.

Cuatro aproximaciones forman parte de la intersección: norte, este, sur y oeste con un único carril por dirección, los automóviles en esta intersección pueden realizar 12 movimientos. (**tabla 11-3**)

Tabla 11-11: Movimientos permitidos de la intersección 5

MOVIMIENTOS	BRAZOS
Transito recto, giro derecho e izquierdo	Este-Oeste
Transito recto, giro derecho e izquierdo	Sur-Norte
Transito recto, giro derecho e izquierdo	Norte-Sur
Transito recto, giro derecho e izquierdo	Oeste-Este

Fuente: Información levantada in situ

Elaborado por: CUZCO V., 2021.



Figura 9-3: Intersección 5 (Av. Cap. Edmundo Chiriboga)

Elaborado por: CUZCO V., 2021.

3.1.5.2. Condiciones geométricas.

En la figura 16-3, se muestra los parámetros geométricos de la interacción con acotaciones, obtenidas del mediante un mapa de AutoCAD de la zona y verificadas mediante mediciones realizadas in situ.

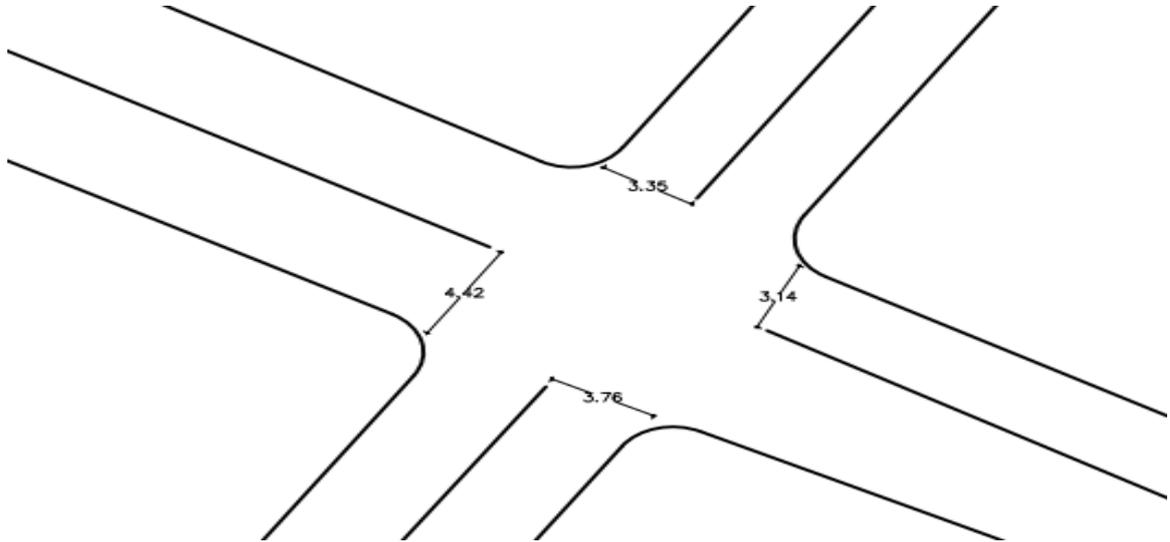


Figura 10-3: Condiciones geométricas de la Intersección 5.

Fuente: DMTTTSVCG Chimborazo.

En la tabla 12-3, se muestran las propiedades: ancho de carril, número de carriles, pendiente y estacionamientos.

Tabla 12-12: Geometría de la intersección 5

GEOMETRÍA				
PARÁMETRO	Avenida Cap. Edmundo Chiriboga		Calle Río Paute	
	NORTE	SUR	ESTE	OESTE
Número de carriles por sentido	1	1	1	1
Pendiente G (%)	1.5	-2.00	0	0
Ancho promedio de carriles W(m)	4.25	3.14	3.35	3.76
Estacionamiento	No existe			

Fuente: Información levantada in situ

Elaborado por: CUZCO V., 2021.

La capa de rodadura de esta intersección se encuentra conformada de asfalto en perfecto estado en las aproximaciones sur – norte, este – oeste y oeste – este, la aproximación norte – sur es de tierra además existe escasos de señalización vertical y horizontal

3.1.5.3. Condiciones del Tránsito.

El tránsito es continuo en esta intersección, porque por la vía la república transita un elevado número de vehículos ya que cerca se encuentran puntos atractores de viajes como el paseo shopping, la Universidad Nacional, el colegio Maldonado, entre otros; en base al conteo vehicular realizado se determinó que la hora de máxima demanda este entre 18 a 19 con un volumen de tránsito 788 vehículo por hora, ver gráfico 9-3.

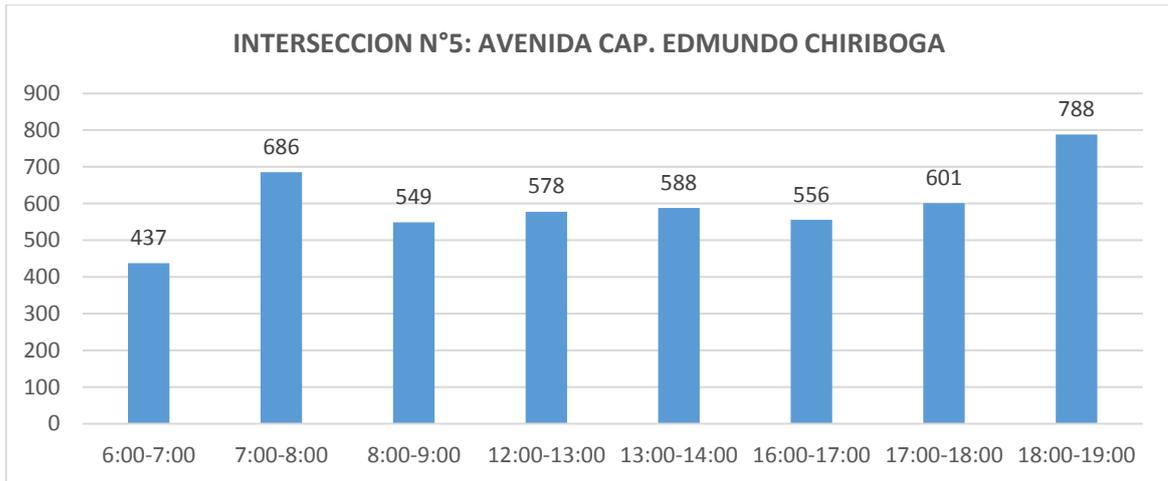


Gráfico 9-3: Volumen de tránsito de la intersección 5

Elaborado por: CUZCO V., 2021.

En el gráfico 10-3, se detalla la composición del tránsito de 17:00-18:00 considerada como hora de mayor demanda de acuerdo al conteo vehicular realizado.

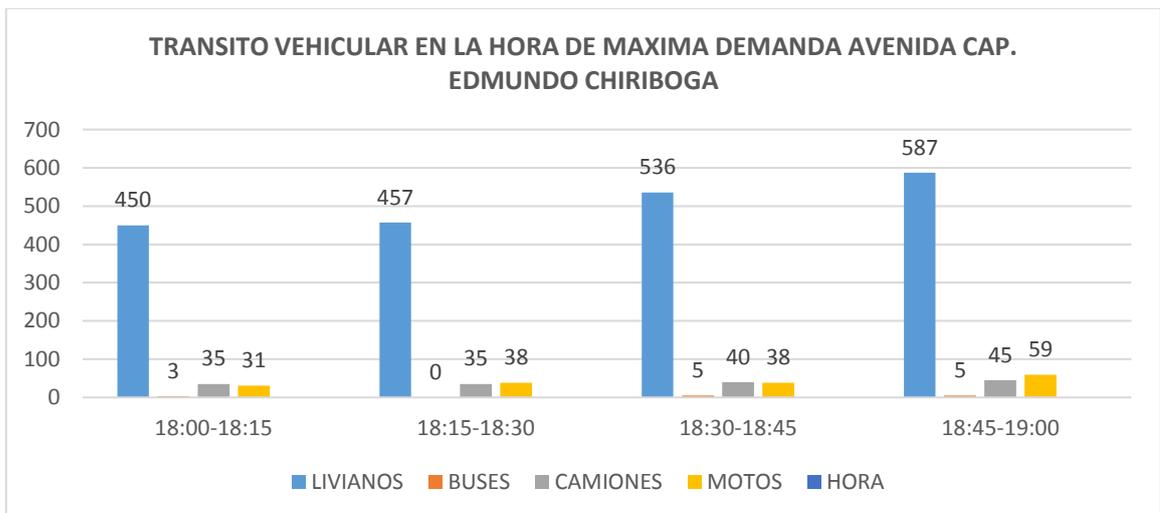


Gráfico 10-3: Composición vehicular en la hora de máxima demanda en la intersección 5.

Elaborado por: CUZCO V., 2021.

3.1.6. Intersección N° 6: Barrio San Pedro de las Abras

3.1.6.1. Características de la intersección.

La sexta intersección se encuentra ubicada en la parroquia El Rosario en las coordenadas geográficas: latitud -1.641057 y longitud -78.645969, el nuevo acceso Norte Riobamba-Guano es una arteria vial que forma una intersección en el barrio San Pedro de las Abras en el sector de las cuatro esquinas.

Esta intersección tiene las siguientes en las cuatro direcciones (norte, sur, este y oeste) para sus entradas con carriles para cada dirección. Los vehículos en esta intersección pueden realizar 12 movimientos como se indica en la tabla 13-3.

Tabla 13-13: Movimientos permitidos de la intersección 6

MOVIMIENTOS	BRAZOS
Transito recto, giro derecho e izquierdo	Este-Oeste
Transito recto, giro derecho e izquierdo	Sur-Norte
Transito recto, giro derecho e izquierdo	Norte-Sur
Transito recto, giro derecho e izquierdo	Oeste-Este

Fuente: Información levantada in situ

Elaborado por: CUZCO V., 2021.



Figura 11-3: Intersección 6 (Barrio San Pedro de las Abras)

Elaborado por: CUZCO V., 2021

3.1.6.2. Condiciones geométricas.

En la figura 12-3, se muestra los parámetros geométricos de la interacción con acotaciones, obtenidas del mediante un mapa de AutoCAD de la zona y verificadas mediante mediciones realizadas in situ.

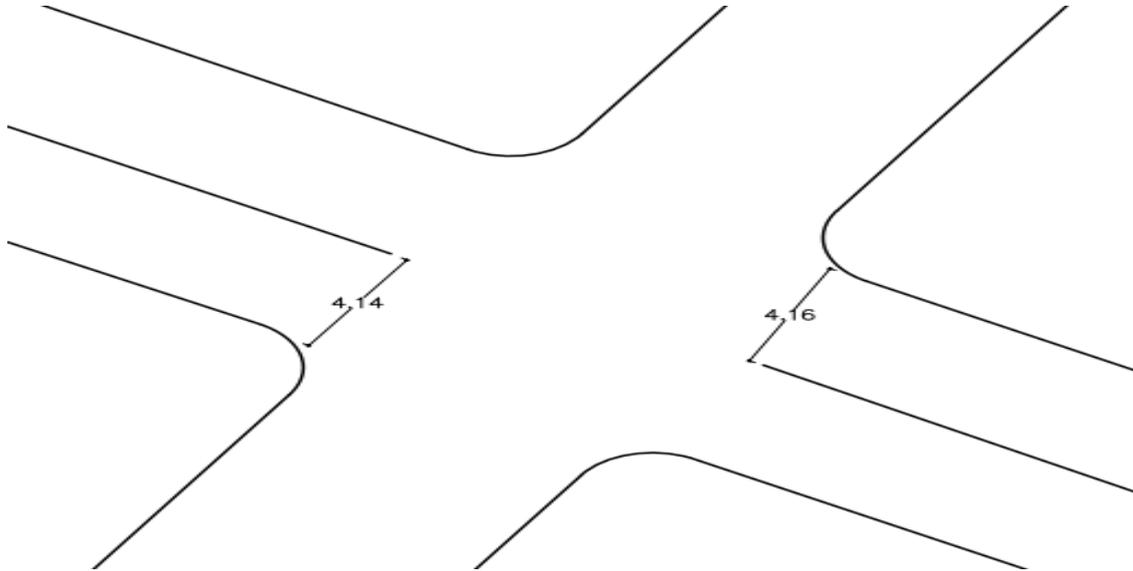


Figura 12-3: condiciones geométricas de la intersección 6

Fuente: DMTTTSVCG Chimborazo.

En la tabla 14-3, se muestran las propiedades: ancho de carril, número de carriles, pendiente y estacionamientos.

Tabla 14-14: Geometría de la intersección 6.

GEOMETRÍA				
PARÁMETRO	NORTE	ESTE	SUR	OESTE
Número de carriles por sentido	1	1	1	1
Pendiente G (%)	1	-0.5	-1	0.5
Ancho promedio de carriles W(m)	3.16	4.16	3.20	4.14
Estacionamiento	No existe			

Fuente: Información levantada in situ

Elaborado por: CUZCO V., 2021.

La superficie de la cazada esta intersección se encuentra conformada de asfalto en perfecto estado en las entradas este y oeste, en las aproximaciones norte y sur no existe asfaltado. En la intersección existe escasas de señalización vertical y horizontal.

3.1.6.3. Condiciones del tránsito.

En la intersección el tránsito es escaso debido a que solo la aproximación de la vía la república este asfaltado; en base al conteo vehicular realizado se determinó que la hora de máxima demanda es de 07:00-08:00 con un volumen promedio de 220 vehículos/hora. (gráfico 11-3)

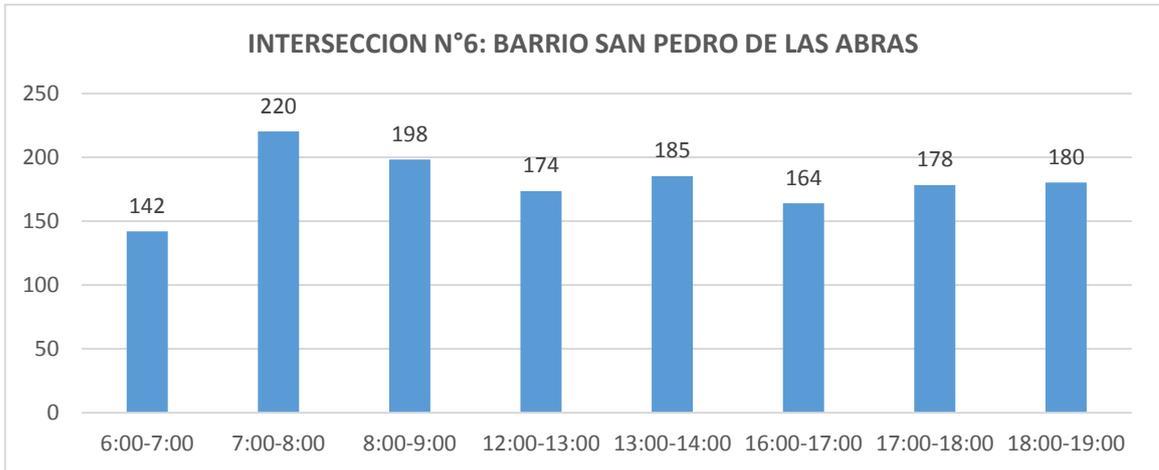


Gráfico 11-3: Volumen vehicular de la intersección 6

Elaborado por: CUZCO V., 2021.

En el **gráfico 12-3** se detalla la composición del tránsito de 17:00-18:00 considerada como hora de mayor demanda de acuerdo al conteo vehicular realizado.

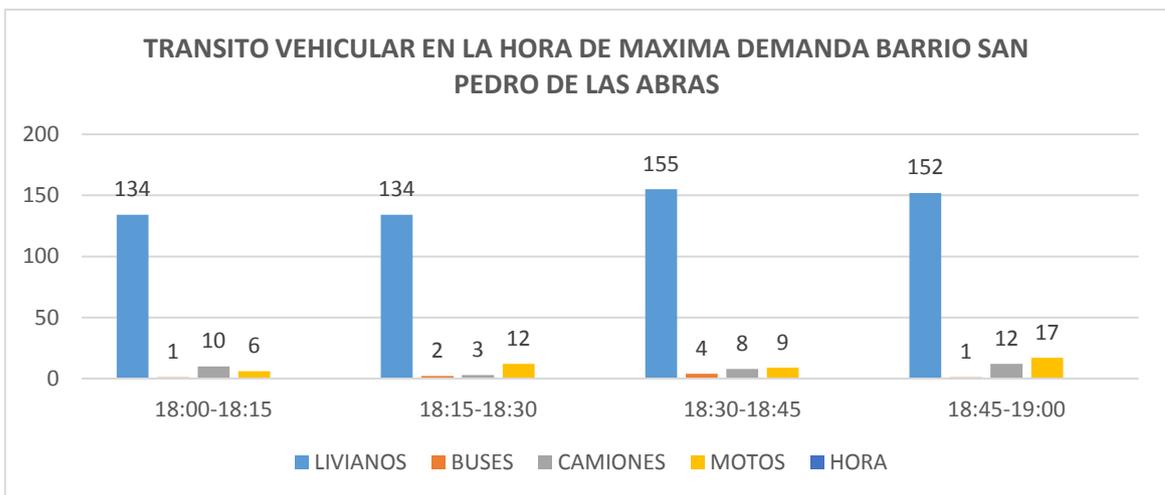


Gráfico 12-3: Composición vehicular en la hora de máxima demanda en la intersección 6.

Elaborado por: CUZCO V., 2021.

3.1.7. Intersección N° 7: vía Riobamba-Guano

3.1.7.1. Características.

Se encuentra ubicada en la parroquia El Rosario en el cantón Riobamba provincia de Chimborazo en las coordenadas geográficas: latitud -1.638050 y longitud -78.637599, el nuevo acceso Norte Riobamba-Guano es una arteria vial que forma una intersección con la vía Riobamba-Guano.

Esta intersección consta de 5 aproximaciones norte, sur, este y dos al oeste ya que un brazo es de ingreso y otro de salida; con un carril por dirección en las aproximaciones norte/sur, sur/norte y este/oeste y dos carriles por sentido en las aproximaciones oeste/este, los automóviles en esta intersección pueden realizar 11 movimientos como indica la tabla 15-3.

Tabla 15-15: Movimientos permitidos de la intersección 7.

MOVIMIENTOS	BRAZOS
Transito recto, giro derecho e izquierdo	Este-Oeste
Transito recto, giro derecho e izquierdo	Sur-Norte
Transito recto, giro derecho e izquierdo	Norte-Sur
Transito recto, giro derecho e izquierdo	Oeste-Este

Fuente: Información levantada in situ

Elaborado por: CUZCO V., 2021.



Figura 13-3: Intersección 7 (vía Riobamba-Guano)

Elaborado por: CUZCO V., 2021.



Figura 14-3. Intersección 7 (vía Riobamba-Guano)

Elaborado por: CUZCO V., 2021.

3.1.7.2. Geometría.

En la figura 15-3, se muestra los parámetros geométricos de la interacción con acotaciones, obtenidas del mediante un plano de AutoCAD de la zona y verificadas mediante mediciones in situ.

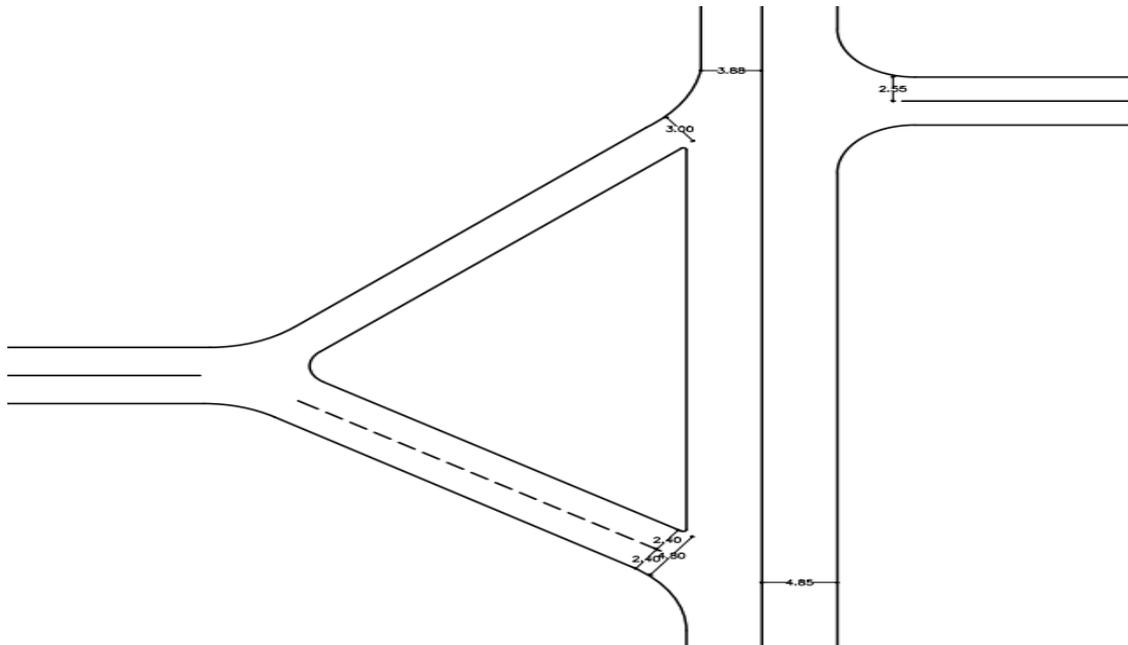


Figura 15-3: Geometría de la intersección 7

Fuente: DMTTTSVCG Chimborazo.

En la tabla 16-3, se muestran las propiedades: ancho de carril, número de carriles, pendiente y estacionamientos.

Tabla 16-16: Geometría de la intersección 7.

GEOMETRÍA				
PARÁMETRO	Vía Riobamba-Guano		Vía San Pedro de las Abras	
	NORTE	SUR	ESTE	OESTE
Número de carriles por sentido	1	1	1	2
Pendiente G (%)	-0.5	1.5	-2.5	1.5
Ancho promedio de carriles W(m)	3.75	3.6	3.55	2.4
Estacionamiento	permitido		No permitido	

Fuente: Información levantada in situ

Elaborado por: CUZCO V., 2021.

La capa de rodadura de esta intersección se encuentra conformada de asfalto en perfecto estado, existe escases de señalización horizontal y vertical y control de giros permitidos para los vehículos ya que los conductores no respetan los brazos unidireccionales.

3.1.7.3. Condiciones del Tránsito.

En esta intersección el tránsito es constante, porque por la vía Riobamba – Guano circula una gran cantidad de automóviles; en base al conteo vehicular realizado se determinó que la hora de máxima demanda es de 18:00-19:00 con un volumen promedio de 934 veh/h. (**gráfico 13-3**)

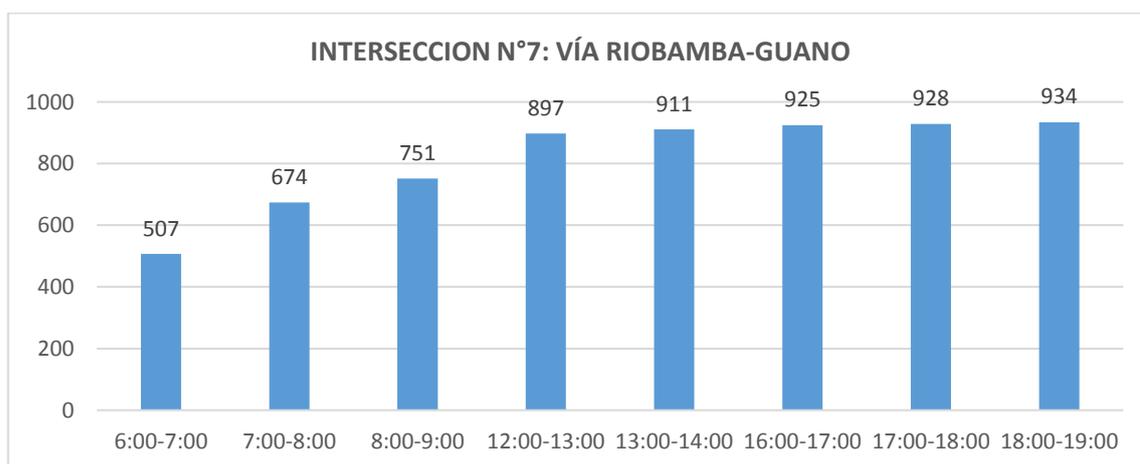


Gráfico 13-3: Volumen vehicular de la intersección 7.

Elaborado por: CUZCO V., 2021.

En el **gráfico 14-3** se detalla la composición del tránsito de 17:00-18:00 considerada como hora de mayor demanda según el conteo vehicular realizado.

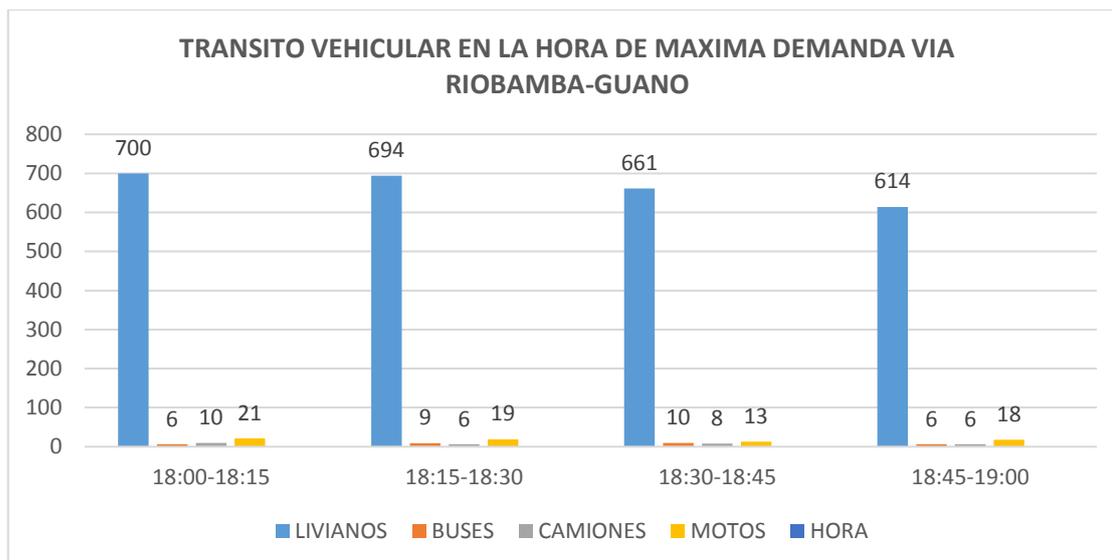


Gráfico 14-3: Composición vehicular en la hora de máxima demanda en la intersección 7.

Elaborado por: CUZCO V., 2021.

3.2. Discusión de resultados

Luego haber identificado la situación actual de las siete intersecciones que conforman el nuevo acceso Norte Riobamba-Guano se procedió a realizar un análisis profundo en cada intersección para determinar la factibilidad de la colocación de dispositivos semafóricos respecto a las condiciones que establece el Reglamento Técnico INEN 004:2012 Parte 5 como son:

- a. Volúmenes de tránsito
- b. Acceso a vías principales
- c. Volúmenes peatonales
- d. Cruces peatonales escolares
- e. Conservación de progresión
- f. Frecuencia de accidentes
- g. Sistemas
- h. Combinación de requisitos. (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2012)

Según el análisis realizado se obtuvo que:

Intersección 1: Esta intersección está situada en la Panamericana Sur-Ingreso a Langos misma que requiere la colocación de dispositivo semafóricos ya que Reglamento Técnico lo recomienda en intersecciones con volúmenes de tránsito elevados y acceso a vías principales.

Intersección 3: Langos El Carmen: Esta intersección requiere la colocación de dispositivos semafóricos ya que posee una frecuencia alta de accidentes de tránsito por lo que el diseño semafórico se realizará con el fin de disminuir los accidentes de tránsito, otorgar mayor seguridad y se lo hará en función al volumen de tránsito que posee.

Intersección 7: Vía Riobamba-Guano: En esta intersección se requiere la colocación de dispositivos semafóricos ya que posee un exceso en el volumen de tránsito.

Al realizar el aforo vehicular para la toma de datos del volumen vehicular en cada intersección se determinó los parámetros necesarios para elaborar la propuesta de acuerdo a las necesidades de cada intersección. En las intersecciones uno y siete existe exceso de flujo de tránsito vehicular lo que provoca dificultad de movilización; el exceso de accidentes de tránsito existente en la intersección tres genera inseguridad para los conductores y peatones del sector además de que la señalética existente no promueve seguridad vial ni facilidad para que los vehículos puedan circular por el nuevo acceso Norte Riobamba-Guano.

3.3. Propuesta

3.3.1. Introducción

El presente trabajo de titulación propone el diseño de un plan de semaforización para el nuevo acceso Norte Riobamba-Guano; se determinó la situación actual a través de un aforo vehicular para luego aplicar la metodología Highway Capacity Manual HCM 2010 y los parámetros del reglamento técnico Nacional RTE INEN 004:2012 parte 5 consecutivamente se realizó el estudio del cumplimiento de requisitos para la aplicación de dispositivos semafóricos y se planteó el diseño de fases adecuado para las intersecciones que lo requieren con el fin de otorgar control del flujo de tránsito vehicular en cada intersección y mejorar la seguridad vial.

Luego de analizar los datos obtenidos de las siete intersecciones que conforman el nuevo acceso Norte Riobamba-Guano se propone implementar dispositivos semafóricos en tres intersecciones ya que cumplen con al menos uno de los siete requisitos básicos para la colocación de semáforos establecidos por el Reglamento Técnico Nacional RTE INEN 004 parte 5 antes mencionados.

La implementación del estudio beneficia a los cantones Guano y Riobamba ya que permite el ingreso de y salida de vehículos de todo cilindraje a los cantones ya mencionados según la prefectura de Chimborazo esta arteria vial permite el ahorro de 20 – 25 minutos de viaje a los conductores.

3.3.2. Objetivos

3.3.2.1. Objetivo General

Proponer un rediseño y ajuste semafórico que mantenga de forma ordenada el flujo vehicular en las intersecciones que conforman el nuevo acceso Norte Riobamba – Guano para mejorar la movilidad y la seguridad vial de los usuarios de esta arteria vial.

3.3.2.2. Objetivos Específicos

1. Proponer un plan de semaforización de manera íntegra enfocado a la agilización de la circulación vehicular en el nuevo acceso Norte Riobamba-Guano.
2. Generar un control integral sobre el flujo vehicular que transita por el nuevo acceso norte Riobamba-Guano estableciendo mayor seguridad para el peatón y conductor.
3. Disminuir el índice de accidentabilidad en el nuevo acceso Norte Riobamba-Guano.

3.3.3. Contenido

3.3.3.1. Intersección n° 1: Panamericana sur (E35) – Ingreso a Langos.

Determinar la necesidad de instalar dispositivos.

En esta intersección se determinó factible la colocación de dispositivos semafóricos debido al alto volumen de flujo de tránsito vehicular por lo que cumple con el primer requisito del Reglamento Técnico Nacional RTE INEN 004 parte 5 ya que según la **tabla 2-1** el volumen mínimo en la vía mayor es de 600 v/h en ambas direcciones y en el acceso a la vía menor es 150 v/h en una sola dirección, por lo que esta intersección tiene 901v/h y 222v/h respectivamente según la **figura 16-3** por lo que también cumple con el requisito dos del Reglamento Técnico que es el acceso a vías principales que según la **tabla 3-1** son 900v/h en la vía mayor en ambas direcciones y 75 v/h en el acceso a la vía menor en una sola dirección.

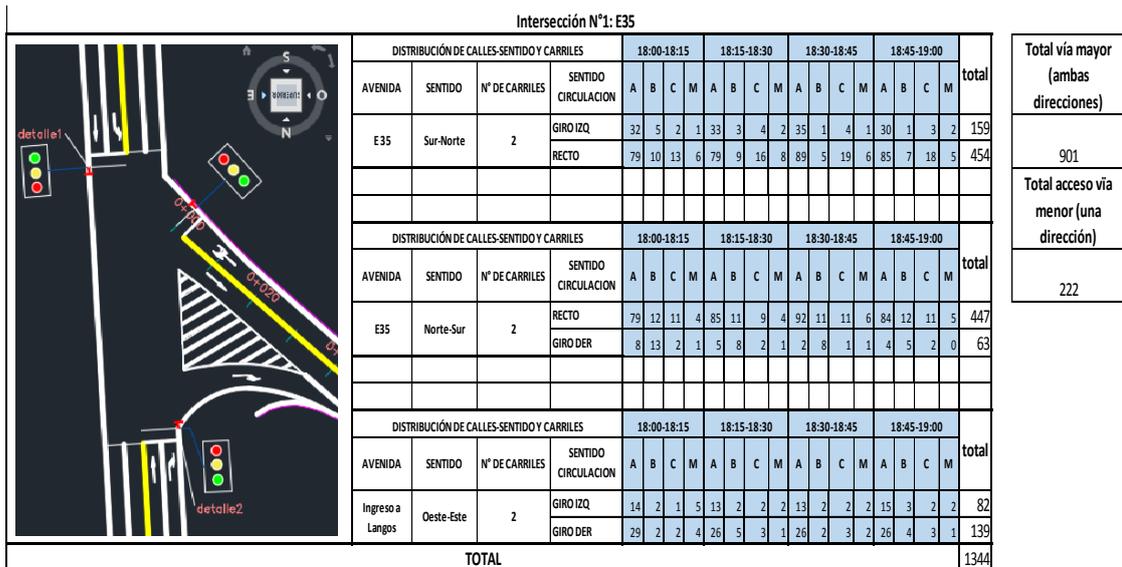


Figura 16-3: volumen vehicular en la vía mayor y menor en la intersección 1.

Elaborado por: CUZCO V., 2021.

Escoger uno o más periodos de diseño (hora de máxima demanda)

Según los datos recolectados en la realización del aforo vehicular se determinó la hora de máxima demanda vehicular de 18:00-19:00 con un total de 1344 v/h según la **tabla 17-3**.

Tabla 17-1: Hora de máxima demanda de la intersección 1.

INTERSECCION N°1: E35													
HORA	ESTE			SUR			NORTE			TOTAL	TOTAL	TOTAL	PROMEDIO
	14	16	19	14	16	19	14	16	19	14	16	19	
6:00-7:00	132	120	123	312	312	332	415	452	514	859	884	969	904
7:00-8:00	158	187	145	411	444	412	514	541	612	1083	1172	1169	1141
8:00-9:00	183	119	139	387	387	387	599	612	678	1169	1118	1204	1164
12:00-13:00	164	112	154	315	412	496	502	596	509	981	1120	1159	1087
13:00-14:00	106	159	199	374	415	578	516	578	512	996	1152	1289	1146
16:00-17:00	105	162	200	401	478	536	535	601	578	1041	1241	1314	1199
17:00-18:00	123	155	211	409	477	612	578	578	593	1110	1210	1416	1245
18:00-19:00	115	165	160	447	532	648	697	678	590	1259	1375	1398	1344

Fuente: Información levantada in situ

Elaborado por: CUZCO V., 2021.

Tomar en cuenta el diseño geométrico de la intersección.

Según datos recolectado in situ y planos en AutoCAD otorgados por la DMTTTSVCG sobre la geometría se muestran en la figura 17-3 es factible la colocación de dispositivos semafóricos ya que si posee espacio suficiente para su instalación y de visibilidad por parte de los conductores.

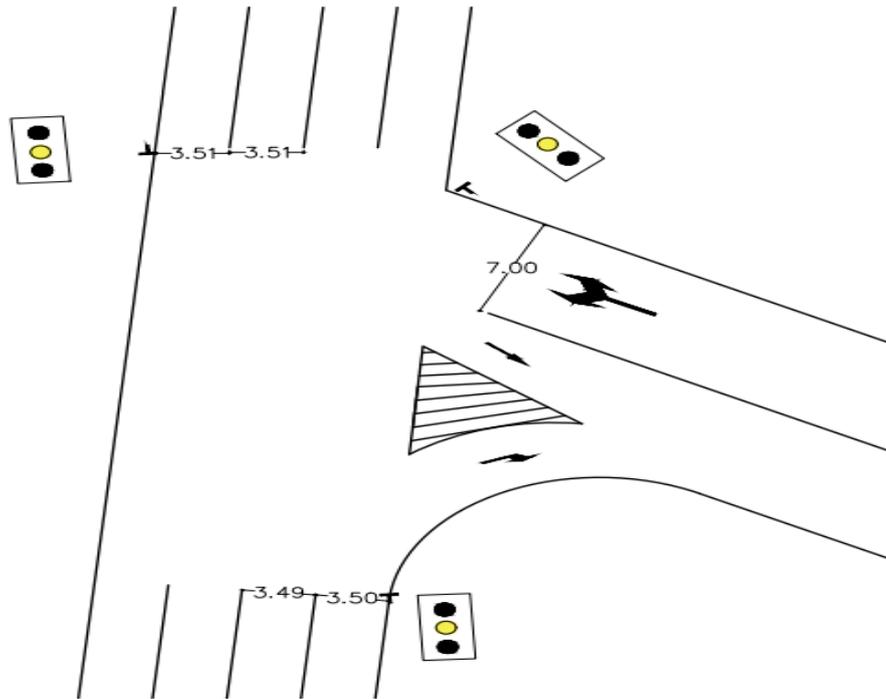


Figura 17-3: diseño geométrico de la intersección 1.
Fuente: DMTTTSVCG Chimborazo.

Grupos de carriles

El conjunto o grupo de carriles es un carril destinado para un análisis donde se identifican los movimientos permitidos por cada brazo de la intersección como se indica. (tabla 18-3)

Tabla 18-2: grupo de carriles de la intersección 1

	SENTIDO	N° de carriles	Movimientos	Ilustración
	Sur-Norte	2	Izquierdo Recto	
	Norte-Sur	2	Recto Derecho	
	Oeste-Este	1	Izquierdo Derecho	

Fuente: Información levantada in situ

Elaborado por: CUZCO V., 2021.

Medir los flujos de saturación

Tabla 19-3: Flujos de congestión de la intersección 1.

Sur-Norte (Ajustes)	Norte-Sur (Ajustes)	Oeste- Este (Ajustes)
Ancho de carril	Ancho de carril	Ancho de carril
$f_w = 1 + \frac{(3,5 - 3,6)}{9}$	$f_w = 1 + \frac{(3,5 - 3,6)}{9}$	$f_w = 1 + \frac{(3,6 - 3,6)}{9}$
$f_w = 0,989$	$f_w = 0,989$	$f_w = 1$
Vehículos pesados	Vehículos pesados	Vehículos pesados
$f_{HV} = \frac{100}{100 + 28,7\%}$	$f_{HV} = \frac{100}{100 + 15,3\%}$	$f_{HV} = \frac{100}{100 + 13,8\%}$
$f_{HV} = 0,997$	$f_{HV} = 0,998$	$f_{HV} = 0,999$
Ajuste por gradiente	Ajuste por gradiente	Ajuste por gradiente
$f_g = 1 - \frac{-1,5\%}{200}$	$f_g = 1 - \frac{1,5\%}{200}$	$f_g = 1 - \frac{1,2\%}{200}$
$f_g = 1,000$	$f_g = 1,000$	$f_g = 1,000$
Parqueo	Parqueo	Parqueo
$f_p = \frac{2 - 0,1 - \frac{18 * 2 * 0}{3600}}{2}$	$f_p = \frac{2 - 0,1 - \frac{18 * 2 * 0}{3600}}{2}$	$f_p = \frac{1 - 0,1 - \frac{18 * 1 * 0}{3600}}{1}$
$f_p = 0,950$	$f_p = 0,950$	$f_p = 0,900$
Ajuste por parada de buses	Ajuste por parada de buses	Ajuste por parada de buses
$f_{bb} = \frac{2 - \frac{14,4 * 41}{3600}}{2}$	$f_{bb} = \frac{2 - \frac{14,4 * 80}{3600}}{2}$	$f_{bb} = \frac{2 - \frac{14,4 * 22}{3600}}{1}$
$f_{bb} = 0,918$	$f_{bb} = 0,840$	$f_{bb} = 0,912$
Ajuste por tipo de área	Ajuste por tipo de área	Ajuste por tipo de área
$f_a = 1$	$f_a = 1$	$f_a = 1$
Ajuste por utilización de carril	Ajuste por utilización de carril	Ajuste por utilización de carril
$f_{LU} = 0,952$	$f_{LU} = 0,952$	$f_{LU} = 0,952$
Ajuste por giros izquierdos protegidos	Ajuste por giros izquierdos protegidos	Ajuste por giros izquierdos protegidos
$f_{LT} = \frac{1}{1 + 0,05 * 0,330309}$	$f_{LT} = \frac{1}{1 + 0,05 * 0}$	$f_{LT} = \frac{1}{1 + 0,05 * 0,38}$
$f_{LT} = 0,984$	$f_{LT} = 1$	$f_{LT} = 0,982$
Ajuste por giros derechos	Ajuste por giros derechos	Ajuste por giros derechos
$f_{RT} = 1 - (0,15)P_{RT}$	$f_{RT} = 1 - (0,15)P_{RT}$	$f_{RT} = 1 - (0,15)P_{RT}$
→ carril compartido	→ carril compartido	→ carril compartido
$f_{RT} = 1 - 0,15 * 0$	$f_{RT} = 1 - 0,15 * 0,16$	$f_{RT} = 1 - 0,15 * 0,62$
$f_{RT} = 1$	$f_{RT} = 0,976$	$f_{RT} = 0,906$
Ajuste por peatón	Ajuste por peatón	Ajuste por peatón
$f_{Lpb} = 1$	$f_{Lpb} = 1$	$f_{Lpb} = 1$
Flujo de congestión (S)	Flujo de congestión (S)	Flujo de congestión (S)
$S = 2 * 1600 * 0,989 * 0,997 * 1$		
$* 0,950 * 0,918$		
$* 1 * 0,952$		
$* 0,984 * 1 * 1$		

S = 2577,364	$S = 2 * 1600 * 0,989 * 0,998 * 1$ $* 0,950 * 0,840$ $* 1 * 0,952$ $* 0,1 * 0,976$ $* 1$ $S = 2341,559$	$S = 1 * 1600 * 1 * 0,999 * 1$ $* 0,900 * 0,912$ $* 1 * 0,952$ $* 0,982 * 0,906$ $* 1$ $S = 1110,588$
--------------	---	---

Fuente: Información levantada in situ

Elaborado por: CUZCO V., 2021.

Cálculo de volúmenes críticos (y_i: v/s)

Norte-Sur	Sur-Norte	Oeste-Este
$Y_i = \frac{V}{S}$	$Y_i = \frac{V}{S}$	$Y_i = \frac{V}{S}$
$Y_i = \frac{639}{2341,56}$	$Y_i = \frac{551}{2577,36}$	$Y_i = \frac{261,30}{1182,16}$
$Y_i = 0,2729$	$Y_i = 0,2138$	$Y_i = 0,2353$

Determinar el tiempo de: ámbar, entreverde y tiempo perdido

Ámbar: 3 segundos

Tiempo perdido

$L_i = t_{er} + ee' - ff'$	$L_i = t_{er} + ee' - ff'$	$L_i = t_{er} + ee' - ff'$
$L_i = 27 + 3 - 26$	$L_i = 22 + 3 - 21$	$L_i = 22 + 3 - 21$
$L_i = 4$	$L_i = 4$	$L_i = 4$

Determinación del tiempo de entre verde:

$$t_{ev} = T + \left(\frac{v}{2a + 2G_g} \right) + \frac{w + l}{v}$$

$$t_{ev} = \text{ambar} + \text{todo rojo}$$

$$t_{ev} = 3 + 1 = 4$$

Determinación del tiempo total perdido

$$L = \left[\sum_{i=1}^o l_i + T_R \right]$$

$$L = 4 + 4 + 4$$

$$L = 12$$

Cálculo del tiempo del ciclo

$$C_o = \frac{1.5L + 5}{1 - \sum_{i=1}^0 Y_i}$$

$$C_o = \frac{1.5 * 12 + 5}{1 - 0,7077}$$

$$C_o = 83 \approx 85 \text{ Segundos}$$

Cálculo de los tiempos de verde

Norte-Sur

$$g_i = \frac{Y_i}{\sum_{i=1}^0 Y_i} (C_o - L)$$

$$g_i = \frac{0,2729}{0,7220} (85 - 12)$$

$$g_i = 28 \text{ segundos}$$

Sur-Norte

$$g_i = \frac{Y_i}{\sum_{i=1}^0 Y_i} (C_o - L)$$

$$g_i = \frac{0,2138}{0,7220} (85 - 12)$$

$$g_i = 22 \text{ segundos}$$

Oeste-Este

$$g_i = \frac{Y_i}{\sum_{i=1}^0 Y_i} (C_o - L)$$

$$g_i = \frac{0,2210}{0,7220} (85 - 12)$$

$$g_i = 24 \text{ segundos}$$

Diseñar el control semafórico

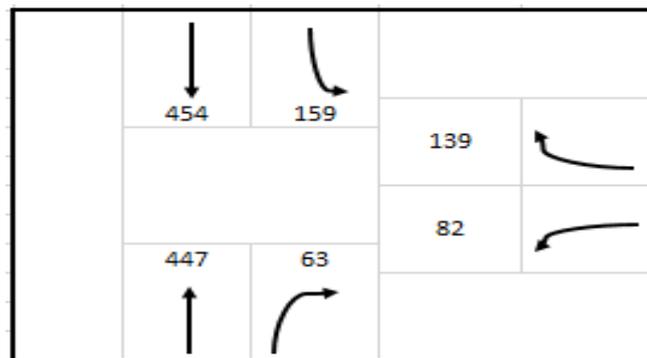


Figura 18-3. Volumen vehicular en la intersección 1.

Elaborado por: CUZCO V., 2021.

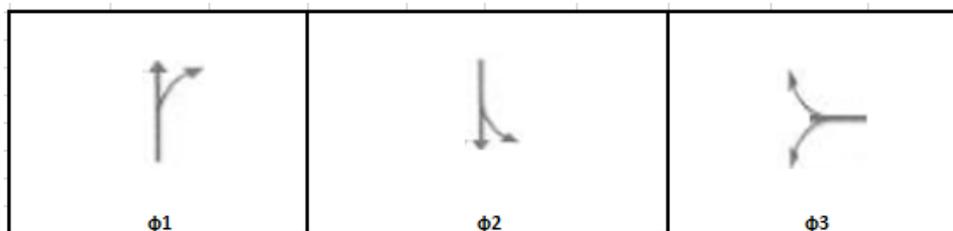


Figura 19-3: Fases propuestas en la intersección 1.

Elaborado por: CUZCO V., 2021.

Calculo del flujo de saturación

Avenida / Calle	Sentido	Sentido de Circulación	GRUPO	VOLUMEN POR SENTIDO	VOLUMEN POR GRUPO	Nº buses/carril	Nº buses	PRT	PLT	%de pesados	Ancho de carril	Gradiente	Veh Estacionados	Nº de Carriles	So	fw	fHV	fg	fp	ffb	fa	flU	flT	fRT	flpb	Fsat
E 35	Sur-Norte	GIRO IZQ	1	182	551	10	41	0	0.330	28.7%	3.5	-1.5%	0	2	1600	0.989	0.997	1.000	0.950	0.918	1.000	0.952	0.984	1.000	1.000	2577.364
		RECTO		551		31																				
		GIRO DER		0		0																				
	Norte-Sur	GIRO IZQ	1	0	639	0	80	0	0	15.3%	3.5	1.5%	0	2	1600	0.989	0.998	1.000	0.950	0.840	1.000	0.952	1.000	0.976	1.000	2341.559
		RECTO		535		46																				
		GIRO DER		104		34																				
Ingreso a Langos	Oeste-Este	GIRO IZQ	1	98	261	9	22	0	0.375	13.8%	3.6	1.2%	0	1	1600	1.000	0.999	1.000	0.900	0.912	1.000	0.952	0.982	0.906	1.000	1110.588
		GIRO DER		163		13																				

Figura 20-3: Diseño 1600 de la intersección 1.

Elaborado por: CUZCO V., 2021.

Cálculo del verde efectivo

FASE	MOVIMIENTO	Flujo de Saturación	VOLUMEN	Yi	Entreverde l (s)	L	Ciclo optimo (CO)	Ciclo optimo (Red)	Verde Efectivo
1	N-S	2341.56	639.00	0.2729	4	12	83	85	28.0
2	S-N	2577.36	551.00	0.2138					22.0
3	O-E	1110.59	261.30	0.2353					24.0
				0.7220					86

Figura 21-3: Cálculo del verde efectivo de la intersección 1.

Elaborado por: CUZCO V., 2021.

Diagrama



Figura 22-3: Diagrama de fases de la intersección 1.

Elaborado por: CUZCO V., 2021.

Demora y nivel de servicio

FASES	CAPACIDAD	GRADO DE SATURACIÓN POR GRUPO	GRADO DE SATURACIÓN DE LA INTERSECCION	DEMORA	NIVEL DE SERVICIO
FASE 1	771.337	0.83	0.841	26.28474	C
FASE 2	667.082	0.83		29.69549	C
FASE 3	313.578	0.83		28.62257	C

Figura 23-3: Demora y nivel de servicio de la intersección 1.

Elaborado por: CUZCO V., 2021.

El nivel de servicio se lo identificó en base a lo establecido en la guía de usuario de Synchro Studio 10.

Tabla 20-4: Plan de fases propuesto

PLAN DE FASES PROPUESTO												
R: Rojo V: verde A: Amarillo	Diagrama	v 1			v 2			v 2				
	Tiempo	R:	54		R:	60		R:	58			
		V:	28		V:	22		V:	24			
A:		3		A:	3		A:	3				
Duración del ciclo		80 segundos										
φ1	28		3		1		54					
φ2	32				22		3		1		28	
φ3	58						24		3		1	

Fuente: Información levantada in situ

Elaborado por: CUZCO V., 2021.

3.3.3.2. Intersección N° 2: Langos el Carmen

Determinar la necesidad de instalar dispositivos semafóricos

Intersección N°2: Langos El Carmen																					
DISTRIBUCIÓN DE CALLES-SENTIDO Y CARRILES					17:00-17:15				17:15-17:30				17:30-17:45				17:45-18:00				TOTAL
AVENIDA	SENTIDO	N° CARRILES	SENTIDO CIRCULACION		A	B	C	M	A	B	C	M	A	B	C	M	A	B	C	M	TOTAL
Av. Cesar Dávila Andrade	ON-SE	2	GIRO IZQ		13	1	1	2	15	1	0	1	17	2	1	2	13	2	1	2	74
			RECTO		32	2	4	1	34	0	4	1	33	0	2	1	33	0	3	3	153
			GIRO DER		6	2	1	3	8	2	0	2	10	1	1	0	6	1	1	1	45
			TOTAL		57	5	6	19	57	3	4	4	56	3	4	3	45	3	5	6	172
DISTRIBUCIÓN DE CALLES-SENTIDO Y CARRILES					17:00-17:15				17:15-17:30				17:30-17:45				17:45-18:00				TOTAL
	NE-OS	2	GIRO IZQ		6	2	0	1	3	1	0	0	4	2	0	1	2	0	0	1	23
			RECTO		11	2	3	1	15	1	2	4	16	2	2	3	11	2	1	3	79
			GIRO DER		4	1	0	0	2	0	0	0	3	0	1	0	4	0	1	0	16
			TOTAL		21	5	3	2	20	2	2	4	25	4	3	4	17	2	2	4	52
DISTRIBUCIÓN DE CALLES-SENTIDO Y CARRILES					17:00-17:15				17:15-17:30				17:30-17:45				17:45-18:00				TOTAL
	SO-EN	2	GIRO IZQ		2	0	2	1	3	0	2	0	3	0	1	0	3	0	1	1	19
			RECTO		16	1	1	1	17	1	2	2	19	2	2	1	11	2	2	2	82
			GIRO DER		2	0	0	0	2	1	0	0	1	0	0	0	4	0	0	2	12
			TOTAL		18	1	3	2	22	2	4	2	21	2	3	1	15	2	3	3	53
DISTRIBUCIÓN DE CALLES-SENTIDO Y CARRILES					17:00-17:15				17:15-17:30				17:30-17:45				17:45-18:00				TOTAL
Av. Cesar Dávila Andrade	ES-NO	2	GIRO IZQ		5	1	1	1	8	0	0	0	11	0	0	0	8	0	1	2	38
			RECTO		36	2	3	1	34	0	2	1	31	3	3	1	34	2	2	0	155
			GIRO DER		5	0	1	0	6	2	0	0	5	0	0	0	4	0	0	0	23
			TOTAL		46	3	2	2	58	2	2	1	47	3	4	1	46	2	3	2	116
TOTAL																				78	

total via mayor (ambas direcciones)	308
total acceso via menor (una direccion)	179

Figura 24-3: Volumen vehicular en la vía mayor y menor en la intersección 2

Elaborado por: CUZCO V., 2021.

En esta intersección se determinó factible la colocación de dispositivos semafóricos ya que cumple con el requisito seis de Reglamento Técnico Nacional RTE INEN 004:2012 que es la frecuencia de accidentes de tránsito que según el Comando Policial Distrito Guano-Penipe se han registrado 3 accidentes en durante el último semestre del año 2020:

- 24/04/2020: Perdida de carril, como resultado se obtuvo 3 heridos.
- 02/08/2020: choque lateral perpendicular, como resultado se tiene de 2 heridos.
- 19/09/2020: choque lateral y estrellamiento, no se tiene heridos.

Según datos levantados en el conteo realizado no es necesario colocar dispositivos semafóricos en esta intersección ya que no cumple con los valores mininos del volumen de tránsito establecidos por el Reglamento Técnico RTE INEN 004:2012 pero cumple con el requisito de

frecuencia de accidentes ya que el reglamento técnico establece que deben existir al menos cinco accidentes en un año y en esta intersección se registraron tres accidentes en seis meses por lo que se proyecta una existencia de seis accidentes en un año.

Escoger uno o más periodos de diseño

Según los datos recolectados en la realización del aforo vehicular se determinó la hora de máxima demanda vehicular de 17:00-18:00 con un total de 719 v/h. (tabla N° 21-3).

Tabla 21-5: Hora de máxima demanda de la intersección 2

INTERSECCION N°3: LANGOS EL CARMEN																
HORA	ES-NO			SO-EN			NE-OS			ON-SE			TOT. 14	TOT. 16	TOT. 19	\bar{x}
	14	16	19	14	16	19	14	16	19	14	16	19				
6:00-7:00	200	201	198	60	75	71	79	43	61	112	107	146	451	426	476	451
7:00-8:00	212	204	206	99	100	101	93	65	77	161	112	166	565	481	550	532
8:00-9:00	254	178	211	115	90	61	99	63	98	141	131	128	609	462	498	523
12:00-13:00	114	207	265	123	87	77	80	71	65	188	114	139	505	479	546	510
13:00-14:00	99	214	232	120	78	96	114	67	99	159	99	135	492	458	562	504
16:00-17:00	100	216	245	114	90	111	125	114	114	144	124	146	483	544	616	548
17:00-18:00	287	235	263	245	124	114	115	103	91	195	181	203	842	643	671	719
18:00-19:00	241	243	201	158	60	74	98	101	73	170	143	165	667	547	513	576

Fuente: Información levantada in situ

Elaborado por: CUZCO V., 2021.

Tomar en cuenta el diseño geométrico de la intersección

Según datos recolectado in situ y planos en AutoCAD otorgados por la DMTTTSVCG figura 31-3, es factible la colocación de semáforos ya que posee espacio suficiente para su instalación.

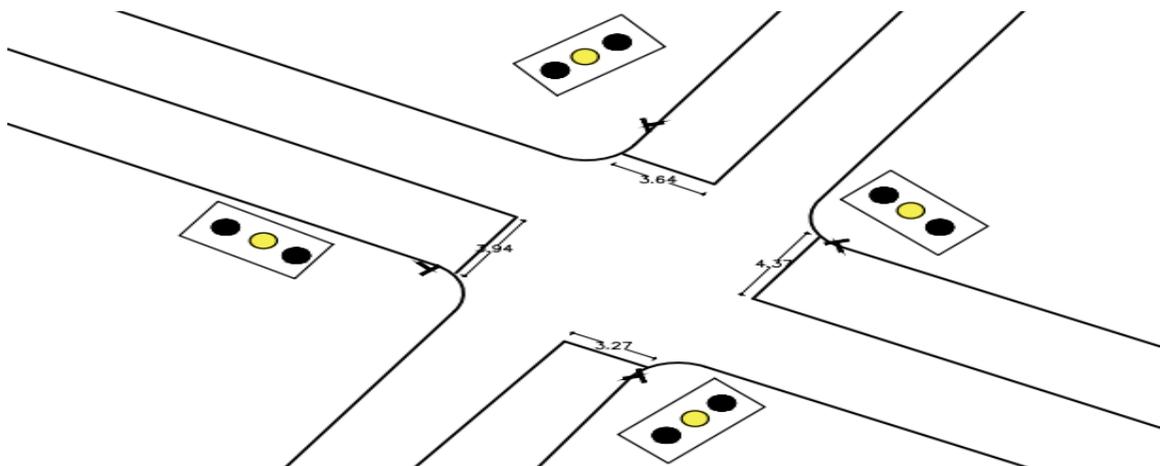


Figura 25-3: Diseño geométrico de la intersección 2.

Fuente: DMTTTSVCG Chimborazo

Grupos de carriles

Tabla 22-6: grupo de carriles de la intersección 2

Sentidos	N° de carriles	Movimientos	Ilustración
SO-NE	1	Izquierdo Recto Derecho	
NE-SO	1	Izquierdo Recto Derecho	
NO-SE	1	Izquierdo Recto Derecho	
SE-NO	1	Izquierdo Recto Derecho	

Fuente: Información levantada in situ

Elaborado por: CUZCO V., 2021.

Medir los flujos de saturación

Tabla 23-7: Flujos de congestión de la intersección 2

ON-SE	NE-OS	SO-EN	ES-NO
Ancho de carril	Ancho de carril	Ancho de carril	Ancho de carril
$f_w = 1 + \frac{(3,6 - 3,6)}{9}$	$f_w = 1 + \frac{(3,27 - 3,6)}{9}$	$f_w = 1 + \frac{(3,64 - 3,6)}{9}$	$f_w = 1 + \frac{(3,6 - 3,6)}{9}$
$f_w = 1$	$f_w = 0,96$	$f_w = 1$	$f_w = 1$
Vehículos pesados	Vehículos pesados	Vehículos pesados	Vehículos pesados
$f_{HV} = \frac{100}{100 + 12,5\%}$	$f_{HV} = \frac{100}{100 + 14,2\%}$	$f_{HV} = \frac{100}{100 + 19,5\%}$	$f_{HV} = \frac{100}{100 + 11\%}$
$f_{HV} = 0,999$	$f_{HV} = 0,999$	$f_{HV} = 0,998$	$f_{HV} = 0,999$
Ajuste por gradiente	Ajuste por gradiente	Ajuste por gradiente	Ajuste por gradiente
$f_g = 1 - \frac{-0,5\%}{200}$	$f_g = 1 - \frac{0,3\%}{200}$	$f_g = 1 - \frac{-0,3\%}{200}$	$f_g = 1 - \frac{0,5\%}{200}$
$f_g = 1,000$	$f_g = 1,000$	$f_g = 1,000$	$f_g = 1,000$
Parqueo	Parqueo	Parqueo	Parqueo
$f_p = \frac{1 - 0,1 - \frac{18 * 2 * 0}{3600}}{1}$	$f_p = \frac{1 - 0,1 - \frac{18 * 2 * 0}{3600}}{1}$	$f_p = \frac{1 - 0,1 - \frac{18 * 1 * 0}{3600}}{1}$	$f_p = \frac{1 - 0,1 - \frac{18 * 1 * 0}{3600}}{1}$
$f_p = 0,9$	$f_p = 0,9$	$f_p = 0,9$	$f_p = 0,9$
Parada de buses	Parada de buses	Parada de buses	Parada de buses
$f_{bb} = \frac{1 - \frac{14,4 * 14}{3600}}{1}$	$f_{bb} = \frac{1 - \frac{14,4 * 13}{3600}}{1}$	$f_{bb} = \frac{1 - \frac{14,4 * 7}{3600}}{1}$	$f_{bb} = \frac{1 - \frac{14,4 * 10}{3600}}{1}$
$f_{bb} = 0,94$	$f_{bb} = 0,95$	$f_{bb} = 0,97$	$f_{bb} = 0,96$
Tipo de área	Tipo de área	Tipo de área	Tipo de área
$f_a = 1$	$f_a = 1$	$f_a = 1$	$f_a = 1$
Utilización de carril	Utilización de carril	Utilización de carril	Utilización de carril
fLU = 0,952	fLU = 0,952	fLU = 0,952	fLU = 0,952
Giros izquierdos protegidos	Giros izquierdos protegidos	Giros izquierdos protegidos	Giros izquierdos protegidos

$f_{LT} = \frac{1}{1 + 0.05 * 0,27}$ $f_{LT} = 0,987$ Giros derechos $f_{RT} = 1 - (0.15)P_{RT}$ → carril compartido $f_{RT} = 1 - 0.15 * 0,18$ $f_{RT} = 0,973$ Peatón $f_{Lpb} = 1$ Flujo de congestión S $= 1 * 1600 * 1 * 0,999$ $* 1 * 0,9 * 0,94 * 1 * 0,95$ $* 0,987 * 0,973 * 1$ $S = 1241,3164$	$f_{LT} = \frac{1}{1 + 0.05 * 0,20}$ $f_{LT} = 0,990$ Giros derechos $f_{RT} = 1 - (0.15)P_{RT}$ → carril compartido $f_{RT} = 1 - 0.15 * 0,13$ $f_{RT} = 0,980$ Peatón $f_{Lpb} = 1$ Flujo de congestión S $= 1 * 1600 * 0,96$ $* 0,999 * 1 * 0,9 * 0,95$ $* 1 * 0,95 * 0,99 * 0,98$ $* 1$ $S = 1212,8390$	$f_{LT} = \frac{1}{1 + 0.05 * 0,19}$ $f_{LT} = 0,991$ Giros derechos $f_{RT} = 1 - (0.15)P_{RT}$ → carril compartido $f_{RT} = 1 - 0.15 * 0,10$ $f_{RT} = 0,985$ Peatón $f_{Lpb} = 1$ Flujo de congestión S $= 1 * 1600 * 1 * 0,998$ $* 1 * 0,9 * 0,97 * 1 * 0,95$ $* 0,991 * 0,985 * 1$ $S = 1303,9853$	$f_{LT} = \frac{1}{1 + 0.05 * 0,17}$ $f_{LT} = 0,991$ Giros derechos $f_{RT} = 1 - (0.15)P_{RT}$ → carril compartido $f_{RT} = 1 - 0.15 * 0,11$ $f_{RT} = 0,984$ Peatón $f_{Lpb} = 1$ Flujo de congestión S $= 1 * 1600 * 1 * 0,999$ $* 1 * 0,9 * 0,96 * 1 * 0,95$ $* 0,991 * 0,984 * 1$ $S = 1282,1331$
--	---	--	--

Fuente: Información levantada in situ

Elaborado por: CUZCO V., 2021.

Cálculo de volúmenes críticos (y_i: v/s)

$$Y_i = \frac{V}{S}$$

$$Y_i = \frac{239}{1282,133099}$$

$$Y_i = 0,1864$$

$$Y_i = \frac{V}{S}$$

$$Y_i = \frac{305}{1241,316383}$$

$$Y_i = 0,2457$$

$$Y_i = \frac{V}{S}$$

$$Y_i = \frac{133}{1303,985}$$

$$Y_i = 0,1020$$

$$Y_i = \frac{V}{S}$$

$$Y_i = \frac{141}{1212,839}$$

$$Y_i = 0,1163$$

Determinar el tiempo de: ámbar, entreverde y tiempo perdido

Ámbar: 3 segundos

Tiempo perdido

$$L_i = t_{er} + ee' - ff'$$

$$L_i = 28 + 3 - 27$$

$$L_i = 4$$

$$L_i = t_{er} + ee' - ff'$$

$$L_i = 16 + 3 - 15$$

$$L_i = 4$$

Determinación del tiempo de entre verde:

$$tev = T + \left(\frac{v}{2a + 2G_g} \right) + \frac{w + l}{v}$$

$$tev = \text{ambar} + \text{todo rojo}$$

$$tev = 3 + 1 = 4$$

Determinación del tiempo total perdido

$$L = \left[\sum_{i=1}^0 l_i + T_R \right]$$

$$L = 4 + 4$$

$$L = 8$$

3.3.4. Cálculo del tiempo del ciclo

$$C_o = \frac{1.5L + 5}{1 - \sum_{i=1}^0 Y_i}$$

$$C_o = \frac{1.5 * 8 + 5}{1 - 0,6242}$$

$$C_o = 49 \approx 50 \text{ segundos}$$

Cálculo de los tiempos de verde

ES-NO y ON-SE

$$g_i = \frac{y_i}{\sum_{i=1}^0 Y_i} (C_o - L)$$

$$g_i = \frac{0,4321}{0,6504} (50 - 8)$$

$$g_i = 28 \text{ segundos}$$

SO-EN y NE-OS

$$g_i = \frac{y_i}{\sum_{i=1}^0 Y_i} (C_o - L)$$

$$g_i = \frac{0,2183}{0,6504} (50 - 8)$$

$$g_i = 14 \text{ segundos}$$

Diseñar el control semafórico

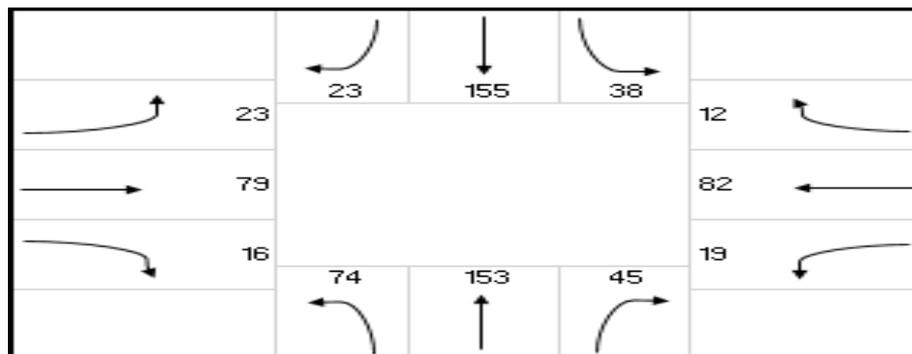


Figura 26-3: Volumen vehicular en la intersección 2.
Elaborado por: CUZCO V., 2021.

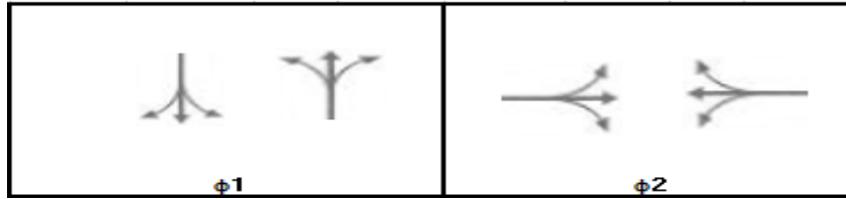


Figura 27-3: Fases propuestas en la intersección 2.
Elaborado por: CUZCO V., 2021.

Calculo del flujo de saturación

Avenida / Calle	Sentido	Sentido de Circulación	GRUPO	VOL. SENTIDO	VOL POR GRUPO	Nº buses/carril	Nº buses	PRT	PLT	% pesados	Ancho de carril	Gradiente	Veh Estacionados	Nº de Carriles	So	fw	fHV	fg	fp	ffb	fa	fLU	fLT	fRT	fTpb	Fsat
Av. Cesar Dávila Andrade	ON-SE	GIRO IZQ	1	83	305	6	14	0.18	0.27	12.5%	3.6	-0.5%	0	1	1600	1	0.999	1	0.9	0.944	1	0.952	0.987	0.973	1	1241.3164
		RECTO		168		2																				
		GIRO DER		54		6																				
	NE-OS	GIRO IZQ	1	28	141	5	13	0.13	0.20	14.2%	3.27	0.3%	0	1	1600	0.963	0.999	1	0.9	0.948	1	0.952	0.990	0.980	1	1212.8390
		RECTO		94		7																				
		GIRO DER		19		1																				
	SO-EN	GIRO IZQ	1	25	133	0	7	0.10	0.19	19.5%	3.64	-0.3%	0	1	1600	1.004	0.998	1	0.9	0.972	1	0.952	0.991	0.985	1	1303.9853
		RECTO		95		6																				
		GIRO DER		13		1																				
Av. Cesar Dávila Andrade	ES-NO	GIRO IZQ	1	41	239	1	10	0.11	0.17	11%	3.6	0.5%	0	1	1600	1	0.999	1	0.9	0.96	1	0.952	0.991	0.984	1	1282.1331
		RECTO		172		7																				
		GIRO DER		26		2																				

Figura 28-3: Diseño 1600 de la intersección 2

Elaborado por: CUZCO V., 2021.

Cálculo del verde efectivo

Fase	Movimientos	Flujo de Saturación	Volumen	Yi	Σ	Entreverde I (s)	Tiempo perdido L (s)	Ciclo óptimo (CO)	Ciclo óptimo (Red)	Verde Efectivo
1	ES-NO	1282.133099	239	0.1864	0.4321	4	8	49	50	28
	ON-SE	1241.316383	305	0.2457						
2	SO-EN	1303.985325	133	0.1020	0.2183					14
	NE-OS	1212.839038	141	0.1163						
				0.6504	0.6504					50

Figura 29-3: Cálculo del verde efectivo propuesto para la intersección 2.

Elaborado por: CUZCO V., 2021.

Diagrama



Figura 30-3: Diagrama de fases propuesto para a intersección 2.

Elaborado por: CUZCO V., 2021.

Demoras y nivel de servicio

FASES	CAPACIDAD	GRADO DE SATURACIÓN POR GRUPO	GRADO DE SATURACIÓN DE LA INTERSECCION	DEMORA	NIVEL DE SERVICIO
FASE 1	692.7925	0.44	0.774	6.472	A
FASE 2	341.8858	0.41		14.588	B

Figura 31-3: Demoras y niveles de servicio para la intersección 2
Elaborado por: CUZCO V., 2021

Tabla 24-8: Plan de fases propuesto

PLAN DE FASES PROPUESTO						
R: Rojo V: verde A: Amarillo	Diagrama	v 1		v 2		
	Tiempo	R:	18	R:	32	
		V:	28	V:	14	
		A:	3	A:	3	
Duración del ciclo	50 segundos					
$\phi 1$	28	3	1	18		
$\phi 2$		32		14	3	
					1	

Fuente: Información levantada in situ

Elaborado por: CUZCO V., 2021.

3.3.3.3. Intersección N° 3: vía Riobamba-Guano

Determinar la necesidad de instalar dispositivos semafóricos

En esta intersección se determinó factible la colocación de dispositivos semafóricos debido al volumen de flujo de tránsito vehicular por lo que cumple con el primer requisito del Reglamento Técnico Nacional RTE INEN 004 parte 5 ya que según la **tabla 2-1** el volumen mínimo en la vía mayor es de 500 v/h en ambas direcciones y en el acceso a la vía menor es 150 v/h en una sola dirección, por lo que esta intersección tiene 510v/h y 150 v/h respectivamente. (**figura 32-3**)

Intersección N°4: Vía Robamba-Guano

DISTRIBUCIÓN DE CALLES-SENTIDO Y CARRILES		18:00-18:15				18:15-18:30				18:30-18:45				18:45-19:00				Total							
AVENIDA	SENTIDO	N° DE CARRILES	SENTIDO CIRCULACION				A	B	C	M	A	B	C	M	A	B	C	M	A	B	C	M	Total		
Via Robamba Guano	Sur-Norte	1	GIRO IZQ				10	0	0	0	7	0	1	0	7	0	0	1	9	0	0	0	36		
			RECTO				63	3	1	2	62	2	0	2	58	2	1	2	59	1	1	1	1	263	
			GIRO DER				7	0	2	0	6	0	1	1	9	0	0	0	8	0	1	1	1	40	
DISTRIBUCIÓN DE CALLES-SENTIDO Y CARRILES		18:00-18:15				18:15-18:30				18:30-18:45				18:45-19:00				Total							
AVENIDA	SENTIDO	N° DE CARRILES	SENTIDO CIRCULACION				A	B	C	M	A	B	C	M	A	B	C	M	A	B	C	M	Total		
	Este-Oeste	1	GIRO IZQ				6	1	1	1	6	0	1	0	8	1	2	0	10	0	1	3	46		
			RECTO				15	0	2	0	18	0	2	2	15	1	2	3	11	1	2	2	84		
			GIRO DER				6	1	1	2	7	2	1	1	8	3	0	0	4	2	1	1	43		
DISTRIBUCIÓN DE CALLES-SENTIDO Y CARRILES		18:00-18:15				18:15-18:30				18:30-18:45				18:45-19:00				Total							
AVENIDA	SENTIDO	N° DE CARRILES	SENTIDO CIRCULACION				A <th>B</th> <th>C</th> <th>M</th> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> <th>M</th> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> <th>M</th> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> <th>M</th> <th>Total</th>	B	C	M	A	B	C	M	A	B	C	M	A	B	C	M	Total		
Via Robamba Guano	Norte-Sur	1	GIRO IZQ				8	0	0	0	6	0	1	1	5	0	1	1	6	0	0	1	32		
			RECTO				63	1	1	1	60	3	1	1	55	2	1	0	51	2	1	2	249		
			GIRO DER				4	0	1	1	5	1	1	0	5	0	1	1	4	0	1	1	30		
DISTRIBUCIÓN DE CALLES-SENTIDO Y CARRILES		18:00-18:15				18:15-18:30				18:30-18:45				18:45-19:00				Total							
AVENIDA	SENTIDO	N° DE CARRILES	SENTIDO CIRCULACION				A <th>B</th> <th>C</th> <th>M</th> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> <th>M</th> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> <th>M</th> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> <th>M</th> <th>Total</th>	B	C	M	A	B	C	M	A	B	C	M	A	B	C	M	Total		
	Oeste-Este	2	GIRO IZQ				15	1	1	1	12	0	1	0	13	0	1	0	11	0	1	1	62		
			RECTO				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			GIRO DER				8	2	2	2	6	1	1	2	7	0	0	2	9	1	1	1	49		
TOTAL																						934			

Total vía mayor (ambas direcciones)

512

Total acceso vía menor (una dirección)

150

Figura 32-3: volumen vehicular en la vía mayor y menor en la intersección 2.
Elaborado por: CUZCO V., 2021.

Escoger uno o más periodos de diseño (hora de máxima demanda)

Según el aforo vehicular, la hora de máxima demanda es de 18:00-19:00 con 939 v/h. (tabla 25-3.)

Tabla 25-9: Hora de máxima demanda de la intersección 3

INTERSECCIÓN N°3: VÍA RIOBAMBA-GUANO																
HORA	NORTE			OESTE			SUR			ESTE			TOTAL	TOTAL	TOTAL	\bar{x}
	14	16	19	14	16	19	14	16	19	14	16	19	14	16	19	
6:00-7:00	239	229	222	30	29	26	200	215	213	39	32	46	508	505	507	507
7:00-8:00	307	292	314	28	28	32	268	256	297	75	41	83	678	617	726	674
8:00-9:00	358	345	359	32	46	33	283	300	290	72	72	64	745	763	746	751
12:00-13:00	430	449	410	47	52	42	210	390	391	65	111	95	752	1002	938	897
13:00-14:00	497	497	530	47	47	34	245	299	287	86	83	81	875	926	932	911
16:00-17:00	399	389	355	47	41	42	394	389	378	102	119	119	942	938	894	925
17:00-18:00	397	375	313	28	45	32	436	397	376	140	128	118	1001	945	839	928
18:00-19:00	457	354	375	54	52	45	385	366	391	114	103	107	1010	875	918	934

Fuente: Información levantada in situ

Elaborado por: CUZCO V., 2021.

Tomar en cuenta el diseño geométrico de la intersección

Según datos recolectado in situ y planos en AutoCAD otorgados por la DMTTTSVCG figura 39-3, es factible la colocación de semáforos ya que existe espacio suficiente para su instalación.

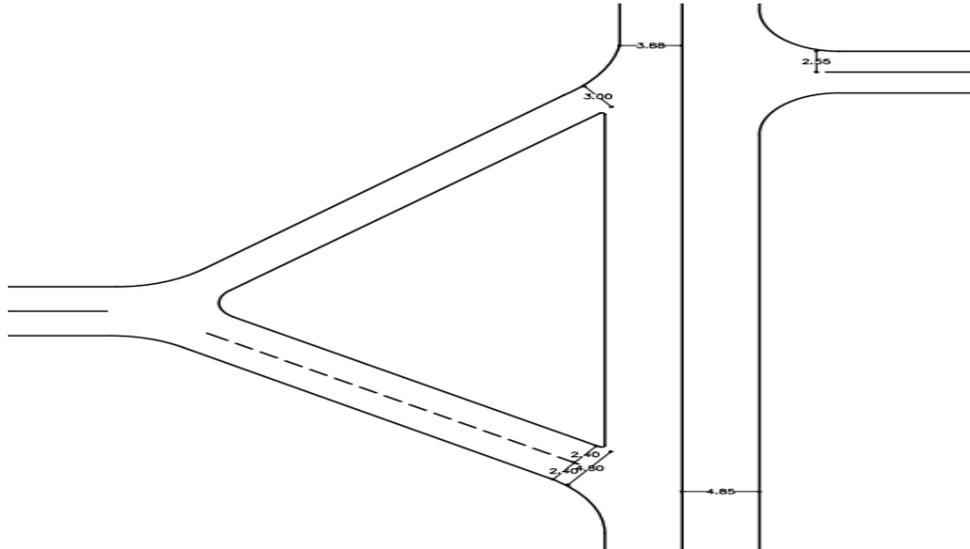
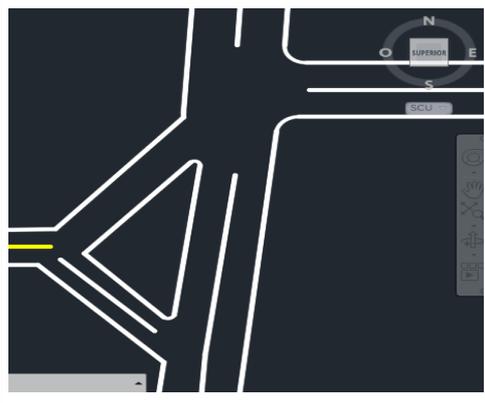


Figura 33-3: Diseño geométrico de la intersección 3
Fuente: DMTTTSVCG Chimborazo.

Grupos de carriles

Tabla 26-10: Grupos de carriles de la intersección 3

	Sentidos	Carril	Movimientos	Ilustración
	Norte-Sur	1	Recto, izquierda y derecha	
	Sur-Norte	1	Recto, izquierda y derecha	
	Este-Oeste	1	Recto, izquierda y derecha	
	Oeste-Este	2	Izquierda o derecha	

Fuente: Información levantada in situ

Elaborado por: CUZCO V., 2021.

Medir los flujos de congestión

Tabla 27-11: Flujos de congestión de la intersección 3

NORTE-SUR	OESTE-ESTE	ESTE-OESTE	SUR-NORTE
Ancho de carril	Ancho de carril	Ancho de carril	Ancho de carril
$f_w = 1 + \frac{(3,75 - 3,6)}{9}$	$f_w = 1 + \frac{(2,4 - 3,6)}{9}$	$f_w = 1 + \frac{(3,55 - 3,6)}{9}$	$f_w = 1 + \frac{(3,6 - 3,6)}{9}$
$f_w = 1,0$	$f_w = 0,87$	$f_w = 0,99$	$f_w = 1$
Vehículos pesados	Vehículos pesados	Vehículos pesados	Vehículos pesados
$f_{HV} = \frac{100}{100 + 6,3\%}$	$f_{HV} = \frac{100}{100 + 10,5\%}$	$f_{HV} = \frac{100}{100 + 17,3\%}$	$f_{HV} = \frac{100}{100 + 5\%}$
$f_{HV} = 0,999$	$f_{HV} = 0,999$	$f_{HV} = 0,998$	$f_{HV} = 1$
Gradiente	Gradiente	Gradiente	Gradiente
$f_g = 1 - \frac{-0,5\%}{200}$	$f_g = 1 - \frac{1,5\%}{200}$	$f_g = 1 - \frac{-2,5\%}{200}$	$f_g = 1 - \frac{1,5\%}{200}$

$f_g = 1,000$ Ajuste por parqueo $f_p = \frac{1 - 0,1 - \frac{18 * 2 * 0}{3600}}{1}$ $f_p = 0,9$ Parada de buses $f_{bb} = \frac{1 - \frac{14,4 * 9}{3600}}{1}$ $f_{bb} = 0,96$ Tipo de área $f_a = 1$ Utilización de carril $f_{LU} = 0,952$ Giros izquierdos protegidos $f_{LT} = \frac{1}{1 + 0,05 * 0,10}$ $f_{LT} = 0,995$ Giros derechos $f_{RT} = 1 - (0,15)PRT$ → carril compartido $f_{RT} = 1 - 0,15 * 0,10$ $f_{RT} = 0,985$ Peatón $f_{Lpb} = 1$ Flujo de congestión (S) S = $1 * 1600 * 1,02$ * $0,999 * 1 * 0,9 * 0,96$ * $1 * 0,95 * 0,995$ * $0,985 * 1$ S = 1316,6531	$f_g = 1,000$ Ajuste por parqueo $f_p = \frac{2 - 0,1 - \frac{18 * 2 * 0}{3600}}{2}$ $f_p = 0,95$ Parada de buses $f_{bb} = \frac{2 - \frac{14,4 * 5}{3600}}{2}$ $f_{bb} = 0,99$ Tipo de área $f_a = 1$ Utilización de carril $f_{LU} = 0,952$ Giros izquierdos protegidos $f_{LT} = \frac{1}{1 + 0,05 * 0,54}$ $f_{LT} = 0,974$ Giros derechos $f_{RT} = 1 - (0,15)PRT$ → carril compartido $f_{RT} = 1 - 0,15 * 0,46$ $f_{RT} = 0,930$ Peatón $f_{Lpb} = 1$ Flujo de congestión (S) S = $2 * 1600 * 0,87$ * $0,999 * 1 * 0,95 * 0,99$ * $1 * 0,95 * 0,974$ * $0,930 * 1$ S = 2247,2303	$f_g = 1,000$ Ajuste por parqueo $f_p = \frac{1 - 0,1 - \frac{18 * 1 * 0}{3600}}{1}$ $f_p = 0,9$ Parada de buses $f_{bb} = \frac{1 - \frac{14,4 * 12}{3600}}{1}$ $f_{bb} = 0,95$ Tipo de área $f_a = 1$ Utilización de carril $f_{LU} = 0,952$ Giros izquierdos protegidos $f_{LT} = \frac{1}{1 + 0,05 * 0,26}$ $f_{LT} = 0,987$ Giros derechos $f_{RT} = 1 - (0,15)PRT$ → carril compartido $f_{RT} = 1 - 0,15 * 0,28$ $f_{RT} = 0,959$ Peatón $f_{Lpb} = 1$ Flujo de congestión (S) S = $1 * 1600 * 0,99$ * $0,998 * 1 * 0,9 * 0,95$ * $1 * 0,95 * 0,987$ * $0,959 * 1$ S = 1226,2591	$f_g = 1,000$ Ajuste por parqueo $f_p = \frac{1 - 0,1 - \frac{18 * 1 * 0}{3600}}{1}$ $f_p = 0,9$ Parada de buses $f_{bb} = \frac{1 - \frac{14,4 * 8}{3600}}{1}$ $f_{bb} = 0,97$ Tipo de área $f_a = 1$ Utilización de carril $f_{LU} = 0,952$ Giros izquierdos protegidos $f_{LT} = \frac{1}{1 + 0,05 * 0,10}$ $f_{LT} = 0,995$ Giros derechos $f_{RT} = 1 - (0,15)PRT$ → carril compartido $f_{RT} = 1 - 0,15 * 0,12$ $f_{RT} = 0,983$ Peatón $f_{Lpb} = 1$ Flujo de congestión (S) S = $1 * 1600 * 1 * 1 * 1$ * $0,9 * 0,97 * 1 * 0,95$ * $0,995 * 0,983 * 1$ S = 1296,6415
---	---	--	---

Fuente: Información levantada in situ

Elaborado por: CUZCO V., 2021.

Cálculo de volúmenes críticos (y_i: v/s)

NORTE-SUR	SUR-NORTE	OESTE-ESTE	ESTE-OESTE
$Y_i = \frac{V}{S}$	$Y_i = \frac{V}{S}$	$Y_i = \frac{V}{S}$	$Y_i = \frac{V}{S}$
$Y_i = \frac{320}{1316,6531}$	$Y_i = \frac{347}{1296,6415}$	$Y_i = \frac{114}{2247,2303}$	$Y_i = \frac{185}{1226,259}$
$Y_i = 0,2430$	$Y_i = 0,2676$	$Y_i = 0,0507$	$Y_i = 0,1509$

Determinar el tiempo de: ámbar, entre verde y tiempo perdido

Ámbar: 3 segundos

Tiempo perdido

$$L_i = \text{ter} + ee' - ff'$$

$$L_i = 21 + 3 - 20$$

$$L_i = 4$$

$$L_i = \text{ter} + ee' - ff'$$

$$L_i = 21 + 3 - 20$$

$$L_i = 4$$

$$L_i = \text{ter} + ee' - ff'$$

$$L_i = 14 + 3 - 13$$

$$L_i = 4$$

Determinación del tiempo de entre verde:

$$t_{ev} = T + \left(\frac{v}{2a + 2G_g} \right) + \frac{w + l}{v}$$

$$t_{ev} = \text{ambar} + \text{todo rojo}$$

$$t_{ev} = 3 + 1 = 4$$

Determinación del tiempo total perdido

$$L = \left[\sum_{i=1}^o l_i + T_R \right]$$

$$L = 4 + 4 + 4$$

$$L = 12$$

Cálculo del tiempo del ciclo

$$C_o = \frac{1.5L + 5}{1 - \sum_{i=1}^o Y_i}$$

$$C_o = \frac{1.5 * 12 + 5}{1 - 0,6300}$$

$$C_o = 68 \approx 70 \text{ segundos}$$

Cálculo de los tiempos de verde

NORTE-SUR

$$g_i = \frac{y_i}{\sum_{i=1}^o Y_i} (C_o - L)$$

$$g_i = \frac{0,2430}{0,6615} (65 - 12)$$

$$g_i = 21 \text{ segundos}$$

SUR-NORTE

$$g_i = \frac{y_i}{\sum_{i=1}^o Y_i} (C_o - L)$$

$$g_i = \frac{0,2676}{0,6615} (65 - 12)$$

$$g_i = 24 \text{ segundos}$$

ESTE-OESTE y OESTE-ESTE

$$g_i = \frac{y_i}{\sum_{i=1}^o Y_i} (C_o - L)$$

$$g_i = \frac{0,1509}{0,6615} (65 - 12)$$

$$g_i = 13 \text{ segundos}$$

Diseñar el control semafórico

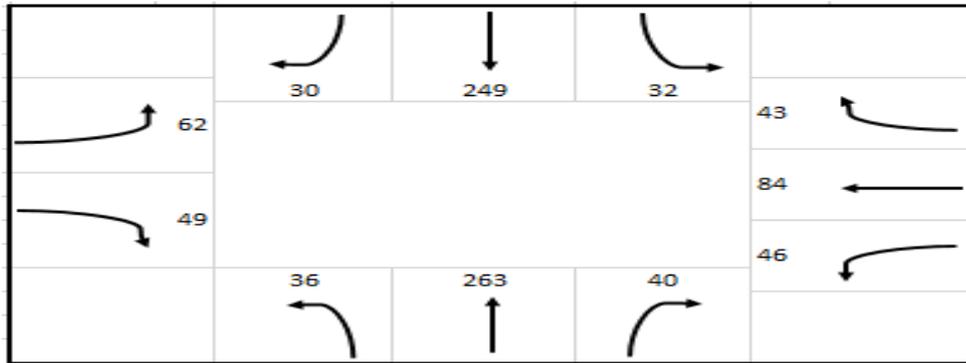


Figura 34-3: Volumen vehicular en la intersección 3.

Elaborado por: CUZCO V., 2021.



Figura 35-3: Fases propuestas en la intersección 3.

Elaborado por: CUZCO V., 2021.

Calculo del flujo de saturación

Avenida / Calle	Sentido	Sentido de Circulación	GRUPO	VOL POR SENTIDO	VOL POR GRUPO	Nº buses/carril	Nº buses	PRT	PLT	% de pesados	Ancho de carril	Gradiente	Veh Estacionados	N. de Carriles	So	fw	fHV	fg	fp	ftb	fa	fLU	fLT	fRT	fpb	Fsat
Vía Riobamba-Guano	Norte-Sur	GIRO IZQ	1	32	320	0	9	0.10	0.10	6.3%	3.75	-0.5%	0	1	1600	1.0	0.999	1	0.9	0.96	1	0.95	0.995	0.985	1	1316.6531
		RECTO		257		8																				
		GIRO DER		31		1																				
Vía la República	Oeste-Este	GIRO IZQ	1	61	114	1	5	0.54	0.54	10.5%	2.4	1.5%	0	2	1600	0.87	0.999	1	0.95	0.99	1	0.95	0.974	0.930	1	2247.2303
		RECTO		0		0																				
		GIRO DER		53		4																				
Vía la República	Este-Oeste	GIRO IZQ	1	48	185	2	12	0.26	0.26	17.3%	3.55	-2.5%	0	1	1600	0.99	0.998	1	0.9	0.95	1	0.95	0.987	0.959	1	1226.2591
		RECTO		86		2																				
		GIRO DER		51		8																				
Vía Riobamba-Guano	Sur-Norte	GIRO IZQ	1	36	347	0	8	0.10	0.10	5%	3.6	1.5%	0	1	1600	1.0	1.000	1	0.9	0.97	1	0.95	0.995	0.983	1	1296.6415
		RECTO		271		8																				
		GIRO DER		40		0																				

Figura 36-3: Diseño 1600 de la intersección 3

Elaborado por: CUZCO V., 2021.

Cálculo del verde efectivo

FASE	Movimiento	Flujo de Saturación	Volumen	Yi	Entreverde l (s)	L	Ciclo optimo (CO)	Ciclo optimo (Red)	Verde Efectivo
1	Norte-Sur	1316.6531	320	0.2430	4	12	68	70	21
2	Sur-Norte	1296.6415	347	0.2676					24
3	Oeste-Este	2247.2303	114	0.0507					13
	Este-Oeste	1226.259	185	0.1509					
				0.6615					70

Figura 37-3: Cálculo del verde efectivo propuesto para la intersección 3.

Elaborado por: CUZCO V., 2021.

Diagrama



Figura 38-3: Diagrama de fases propuesto para la intersección 3.

Elaborado por: CUZCO V., 2021.

Demoras y nivel de servicio

FASES	CAPACIDAD	GRADO DE SATURACIÓN POR GRUPO	GRADO DE SATURACIÓN DE LA INTERSECCION	DEMORA	NIVEL DE SERVICIO
FASE 1	921.6572	0.35	0.798	19.144	B
FASE 2	1037.3132	0.33		17.072	B
FASE 3	540.6738	0.34		24.614	C

Figura 39-3: Demoras y niveles de servicio para la intersección 3.

Elaborado por: CUZCO V., 2021.

Tabla 28-12: Plan de fases propuesto

PLAN DE FASES PROPUESTO							
R: Rojo V: verde A: Amarillo	Diagrama	Ø 1		Ø 2		Ø 2	
	Tiempo	R:	45	R:	42	R:	53
		V:	21	V:	24	V:	13
A:		3	A:	3	A:	3	
Duración del ciclo		65 segundos					
φ1	21	3	1	45			
φ2	25		24	3	1	17	
φ3		53		13	3	1	

Fuente: Información levantada in situ

Elaborado por: CUZCO V., 2021.

3.3.4. Presupuesto

Es de suma importancia conocer el presupuesto referencial que se manejará para la colocación y rediseño de los dispositivos semafóricos requeridos. Se estima la implementación de un sistema semafórico en la intersección 7 (Vía Riobamba-Guano) y el rediseño de los ciclos semafóricos de la intersección 1 (Panamericana Sur-Ingreso a Langos) y 3 (Langos el Carmen). Los precios presentados en la **tabla 38-3** muestran un cálculo aproximado del costo de la implementación de semáforos y rediseño de fases según la proforma concedida por la empresa Dakmatraffic Cía. Ltda. (**Anexo 12**)

Tabla 29-13: Presupuesto

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	Programación y puesta en funcionamiento de sistema existente	U	2	750	1,500.00
2	Instalación de sistema semafórica (proforma Dakmatraffic)				27,792.80
TOTAL, A PAGAR					29,292.80

Fuente: Empresa consultora Dakmatraffic. Cia. Ltda

Elaborado por: CUZCO V., 2021.

CONCLUSIONES

- Se evaluó de la situación actual del flujo de tránsito vehicular en el nuevo acceso Norte Riobamba – Guano mediante aforos vehiculares y se determinó que poseen problemas de circulación por lo que se requiere que exista un mejor control vehicular.
- De las 7 intersecciones que conforman el nuevo acceso Norte Riobamba – Guano se identificó que tres poseen problemas y cumplen con al menos un requerimiento del Reglamento Técnico Nacional INEN 004:2012 Parte 5 de las cuales 2 intersecciones requieren un rediseño de fases y una requiere un diseño de plan de fases.
- Mediante el rediseño y planteamiento del plan de fases para las intersecciones que lo requieren en el nuevo acceso norte Riobamba-Guano en base a la metodología HCM 2010 se ha logrado mejorar el control del flujo de tránsito vehicular, reducción de retrasos y el índice de accidentabilidad.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda tomar en cuenta la presente propuesta de rediseño y planteamiento del plan de fases en las intersecciones que conforman el nuevo acceso Norte Riobamba-Guano ya que está enfocada en brindar control vehicular y seguridad vial para los usuarios de esta arteria vial.
- Este estudio fue realizado tomando en cuenta la metodología HCM 2010 y el Reglamento Técnico Nacional INEN 004:2012 Parte 5 por lo que se recomienda su aplicación sin suprimir ni cambiar ningún segmento ya que actualmente las intersecciones que requieren esta propuesta tienen problemas de circulación.
- Se recomienda comunicar a la máxima autoridad pertinente sobre los problemas existentes con la circulación vehicular en el nuevo acceso Norte Riobamba-Guano para su pronta intervención y otorgue mejor control del flujo de tránsito vehicular.

GLOSARIO

Capacidad vial: Es la máxima proporción horaria de vehículos (o peatones) que consiguen pasar por un sitio o sección de un carril o carretera durante un periodo de tiempo definido.

Ciclo semafórico: Es el lapso que transcurre desde el inicio de las fases del semáforo hasta que se completa el último intervalo de las fases. Es decir que comprende el tiempo total de las fases de un semáforo, se define como ciclo porque el proceso se repite de forma continua.

Control del tránsito: Comprende las acciones y elementos que permiten regular el movimiento de automóviles y peatones en un sistema de tránsito, se colocan en la calzada o en lugares adyacentes visibles para los conductores que buscan prevenir, guiar y normar el tránsito.

Fase semafórica: Cada una de las particiones del ciclo, durante cada proporción de colores de todos los conjuntos semafóricos persiste inmutable.

Nivel de servicio: Medida de tipo cualitativa que describe las condiciones en las que opera el flujo de tránsito, se describen en factores como: velocidad, tiempo de recorrido, maniobrabilidad y la seguridad vial.

Semáforo: Dispositivo que usa señales luminosas de color rojo, amarillo y verde. Estas luces son la señal para vigilar el tránsito de forma que pueden transitar sin dificultades, peligros o retrasos.

Sistema alternado: Sistemas de semáforos que alternan sus señales a lo largo de una ruta, con varias intersecciones consecutivas. Pueden adoptarse sistema dobles o triples y como resultado general. Se consigue una banda del 100%.

Sistema progresivo flexible: Cada intersección con semáforo varía en varios aspectos; es posible cambiar los desfases con la frecuencia deseada. Se puede establecer programas de tiempo para dar particularidad a la circulación en horas pico.

Sistema de Tránsito: Sistema constituido por conductores y peatones, cuyo movimiento e interacción están regulados por normas establecidas.

Volumen de tránsito vehicular: Es el flujo integral de vehículos que transitan por una intersección, el carril de un sentido o la calzada durante un tiempo definido.

BIBLIOGRAFÍA

- Academia Universal. (s.f.). Semáforos capítulo 7. Recuperado de <http://www.academiauniversal.com.co/recursos/Capitulo7-Semaforos.pdf>
- Autoridad de Carreteras y Transportación. (2019). Manual de dispositivos uniformes para el control del tránsito. Recuperado de <https://act.dtop.pr.gov/manual-de-dispositivos-uniformes-para-el-control-del-transito/>
- Bringas, E., López, K., & Mejía, A. (2016). *UPILCSA. Modelos de mejora contiuua basado en la implementación de un software en el proceso de aforos vehiculares (trabajo de fin de carrera)*. Instituto Politécnico Nacional, Quito.
- Cal, R., & Reyes, M. (2007). *Ingeniería de Tránsito*. Mexico: Alfaomega, S.A.
- Collado, C., & Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación*. Mexico D.F: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A.
- Cordópolis. (10 de Junio de 2020). Semáforos inteligentes implantados en España y Francia. Obtenido de <https://cordopolis.es/2020/06/10/una-empresa-cordobesa-desarrolla-semaforos-inteligentes-que-ha-implantado-en-ciudades-de-espana-y-francia/>
- Díaz, E. (2013). Manual, Normas y Orientaciones para la elaboración del trabajo de grado. Recuperado de <https://eddydiaz24.files.wordpress.com/2013/01/manual-seminario-tg-auh.pdf?fbclid=IwAR2WoIWfR6eZ6PLHhQocYAtx4cLgNSzww34VFDwBEWc6YMm9AsYDMXyYEk>
- Flores, C. (07 de Julio de 2011). Capacidad y Nivel de Servicio en las intersecciones con semáforos Recuperado de <https://es.slideshare.net/3ktorce/capacidad-y-nivel-de-servicio-en-las-intersecciones>
- Giler, J. (20 de Febrero de 2015). *SCCRIBD. Investigación diagnóstica o propositiva*. Recuperado de <https://es.scribd.com/doc/256338347/Investigacion-Diagnostica-o-Propositiva>
- Gonzales, F., & Jaramillo, H. (Abril de 2005). Diseño y construcción de un prototipo de semáforo empleando diodos emisores de luz de alta luminosidad. (Trabajo de fin de carrera). Escuela Politécnica Nacional, Quito
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2012). REGLAMENTO TÉCNICO ECUATORIANO RTE INEN 004:2012 Parte 5. Recuperado de <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/reglamentos/RTE-004-5.pdf>
- Lara, D. A. (2019). Arquitectura IoT para la prestación del servicio de semaforización inteligente en Bogotá. (trabajo de fin de carrera) *U Católica de Colombia*.
- Lipes, A. A. (18 de Septiembre de 2013). *Enfoque cualitativo y cuantitativo de investigación*. Recuperado de <https://es.slideshare.net/aacevedolipes/2-enfoque-cualitativo-y-cuantitativo-de-investigacin>
- Mamut, A. (21 de Abril de 2016). *Dispositivos para el control del tránsito*. Recuperaido de <https://es.slideshare.net/alexmamut/iii-dispositivos-para-el-control-del-transito>
- Miguel, O. C. (Diciembre de 2016). Fundamentos de estudios de impacto vial. Recuperaddo de http://imipens.org/IMIP_files/@CURSOEIU2016/MATERIAL_BLOG_SESION6/cursoIMIP-7Dic2016-miguel%20-cort%C3%A9s.pdf

- Miño, A. L. (14 de Agosto de 2012). *Sistema de tránsito*. Recuperado de <https://es.slideshare.net/Lujanmi1183/sistema-transito>
- Narvaez, Y. L. (Octubre de 2007). Analisis y control de tráfico vehicular en zonas críticas de la ciudad de Quito, mediante simulación (Trabajo de fin de máster) *Escuela Politecnica Nacional, Quito*.
- Organización Mundial de la Salud* . (07 de Diciembre de 2018). Accidentes de tránsito. Recuperado de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/road-traffic-injuries>
- PDA Peritos de Accidentes*. (04 de Enero de 2015). Informes de accidentes de tránsito. Recuperado de <https://www.peritosdeaccidentes.com/ciclo-semaforico/>
- Romana, M; Nuñez, Miguel; Martinez, J; Arizata, R. (2017). *Manunal de Capacidad de Carreteras HCM 2010*. Fund. CONFEMETAL.
- Salud, O. M. (2004). *Informe mundial sobre la prevención de traumatismos causado por el tránsito*. Ginebra.
- Studio, S. (2017). *Guía de usuario*. Traffic ware LLC.
- Velasquez, F. (21 de Mayo de 2014). *Dispositivos de control de tránsito*. Recuperado de <https://prezi.com/xsztrl8ml-85/dispositivos-de-control-de-transito/>

13:45 - 14:00								
16:00 - 16:15								
16:15 - 16:30								
16:30 - 16:45								
16:45 - 17:00								
17:00 - 17:15								
17:15 - 17:30								
17:30 - 17:45								
17:45 - 18:00								
18:00 - 18:15								
18:15 - 18:30								
18:30 - 19:00								

Anexo D Ficha de conteo vehicular de la intersección E35

		ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO							
		FACULTAD DE ADMINISTRACION DE EMPRESAS							
		ESCUELA DE INGENIERIA EN GESTION DE TRANSPORTE							
Nombre del afo rador				Fecha					
Nombre de intersección				Supervis or					
Sentido									
Sentido de circulación	LIVIANOS		BUSES		CAMIONES		MOTOS		
	GIRO IZQ	GIRO DER	GIRO IZQ	GIRO DER	GIRO IZQ	GIRO DER	GIRO IZQ	GIRO DER	
Ho ra									
6:00-6:15									
6:15-6:30									
6:30-6:45									
6:45-7:00									
7:00-7:15									
7:15-7:30									
7:30-7:45									
7:45-8:00									
8:00-8:15									
8:15-8:30									
8:30-8:45									
8:45-9:00									
12:00-12:15									
12:15-12:30									
12:30-12:45									
12:45-13:00									
13:00-13:15									
13:15-13:30									
13:30-13:45									

13:45 - 14:00								
16:00 - 16:15								
16:15 - 16:30								
16:30 - 16:45								
16:45 - 17:00								
17:00 - 17:15								
17:15 - 17:30								
17:30 - 17:45								
17:45 - 18:00								
18:00 - 18:15								
18:15 - 18:30								
18:30 - 19:00								

Anexo F Formato para toma de datos de geométrica

	ES CUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO			
	FACULTAD DE ADMINISTRACION DE EMPRESAS			
	ES CUELA DE INGENIERIA EN GESTION DE TRANSPORTE			
FICHA DE OBSERVACIÓN				
Responsable			Intersección	
Fecha				
GEOMETRIA DE LA INTERSECCIÓN				
	NORTE	SUR	ESTE	OESTE
Número de carriles				
Parqueo permitido				
Parada de Bus				
Ancho de via				
Ancho de carril				

Anexo G Aforo vehicular en la intersección de la E35



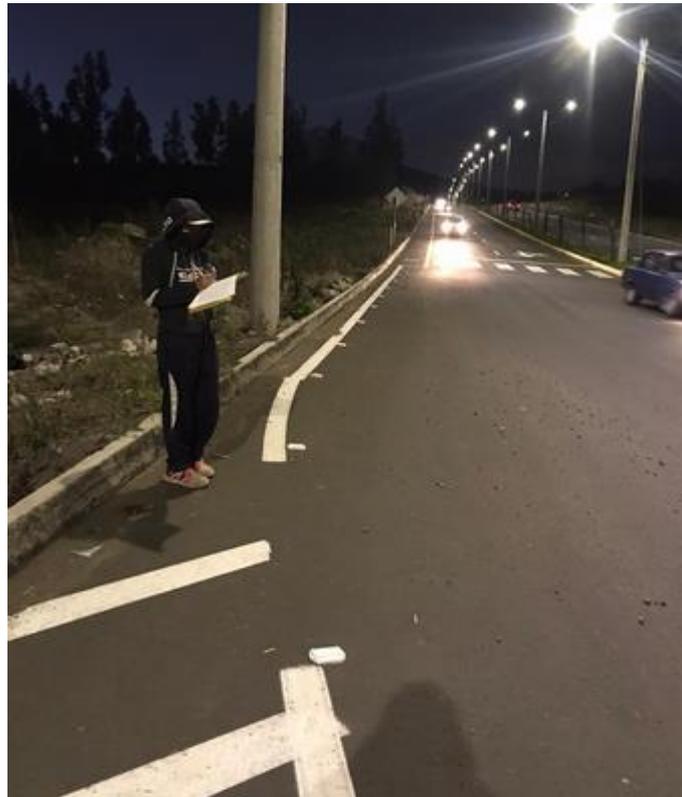
Anexo H Aforo vehicular en la intersección de Langos San Andrés



Anexo I Aforo vehicular en la intersección de Langos el Carmen



Anexo J Aforo vehicular en la intersección del Barrio 20 de diciembre



Anexo K Aforo vehicular en la intersección de la Av. Cap. Edmundo Chiriboga



Anexo L Proforma para presupuesto del proyecto



Señalizando el camino seguro de los ecuatorianos

Construcción y Señalización DAKMATRAFFIC Cía. Ltda. Rnc

0190350320001

PROFORMA

Nro. 2021-04-13-2330

FECHA Quito, 13 DE ABRIL 2021					
CLIENTE: VERONICA CUZCO					
DIRECCIÓN: Guano			teléfono		
PROYECTO: SEMAFORIZACION CANTON GUANO					
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANT.	V/UNIT.	TOTAL
MATERIALES DE SEMAFORIZACION					
1	SEMAFOROS VEHICULARES 3/300mm	U	4	615	10,455.00
2	SEMAFOROS PEATONALES DINAMICOS	U	4	580	2,320.00
3	BACULO CILINDRICO DE 7m de ALTURA	U	2	680	2,720.00
4	COLUMNA VEHICULARES DE 6m DE ALTURA	U	2	320	640.00
5	CANASTILLA DE ANCLAJE PARA BACULO CILINDRICO	U	4	180	720.00
6	CANASTILLA DE ANCLAJE PARA COLUMNA VEHICULAR	U	3	140	420.00
7	CONTROLADOR DE TRAFICO VEHICULAR TIPO PLC	U	2	1250	4,600.00
8	CABLE SUCER 4X14	M	700	1.8	1,260.00
9	CABLE PLASTIPLOMO # 10 PARA ACOMETIDAS ELÉCTRICAS	M	100	1.78	180.00
10	PROGRAMACIONES Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DE SISTEMAS	U	2	750	1,500.00

SUBTOTAL(1)+(2)+(3)	24,815.00
I.V.A. TARIFA	2,977.80
TOTAL A PAGAR \$	27,792.80

Condiciones Comerciales:

DURACION DE LA PROFORMA: 30 dias

TIEMPO DE ENTREGA: 30 DIAS

FORMA DE PAGO: 50% DE ANTICIPO Y 50% CONTRAENTREGA.

Mauricio Cevallos
Gerente General

Via Colibri - Pintag Km 3,5 Barrio Francisco de Alaphuma Lote 267 y E15

Teléfono: 032794048 - 0384821428

Quito - ECUADOR



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA
DE CHIMBORAZO**



**DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS Y
RECURSOS PARA EL APRENDIZAJE Y LA INVESTIGACIÓN
UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS**

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 15/07/2021

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A
Nombres-Apellidos: VERÓNICA SULEIMA CUZCO MOLINA
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS
Carrera: INGENIERÍA EN GESTIÓN DE TRANSPORTE
Título a optar: INGENIERA EN GESTIÓN DE TRANSPORTE
f. Analista de Biblioteca responsable:



Firmado electrónicamente por:
**RAFAEL INTY
SALTO**

1313DBRA-UTP-2021