



UNIVERSIDAD DEL AZUAY
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL Y GERENCIA DE
CONSTRUCCIONES

ANÁLISIS, EVALUACIÓN Y DISEÑO DE LA INTERSECCIÓN
SEMAFÓRICA DE LA AVENIDA 10 DE AGOSTO, 27 DE FEBRERO Y
AVENIDA PAUCARBAMBA DE LA CIUDAD DE CUENCA

Trabajo de grado previo a la obtención del título de
Ingeniero Civil con énfasis en Gerencia de Construcciones

AUTOR:

Josué Eduardo Brito Soliz

DIRECTOR:

Ing. Christian Moyano Tobar

Cuenca – Ecuador

2014

Dedicatoria

*Dedico el proyecto de trabajo de grado a mis
Padres: Jorge y Cecilia por su guía y su apoyo.*

A mis Hermanos: Antonio y Fernanda.

A mi Abuelita: Rosa

Agradecimientos

Agradezco a Dios por guiarme en mi vida.

A mis Profesores que me guiaron durante toda la vida universitaria.

A mis Padres y Hermanos.

RESUMEN

ANÁLISIS, EVALUACIÓN Y DISEÑO DE LA INTERSECCIÓN SEMAFÓRICA DE LA AVENIDA 10 DE AGOSTO, 27 DE FEBRERO Y AVENIDA PAUCARBAMBA DE LA CIUDAD DE CUENCA

En la actualidad en la ciudad de Cuenca, los niveles de congestionamiento vehicular han llegado a ser preocupantes en varias intersecciones, una de ellas es la del objeto de estudio, por lo que se ha realizado la evaluación de las condiciones de tránsito actuales y diseño de la intersección semafórica.

Para llevar a cabo el estudio se ha realizado los análisis de acuerdo con los criterios establecidos en el manual HCM 2000. Los niveles de servicio y capacidad vial obtenidos en las alternativas propuestas permitieron mejorar la vida útil de la intersección; finalmente en la modelación gráfica con el programa 3D MAX se aprecia las características a detalle de las alternativas analizadas en el trabajo de grado.

Palabras clave: Flujo de tráfico, ingeniería de tráfico, capacidad vial, nivel de servicio, velocidad, intersección.

Ing. Paúl Cornelio Cordero Díaz
DIRECTOR DE ESCUELA

Ing. Christian Marcelo Moyano Tobar
DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

Josué Eduardo Brito Soliz
AUTOR

ABSTRACT

ANALYSIS, EVALUATION, AND DESIGN OF A TRAFFIC LIGHT INTERSECTION FOR THE 10 DE AGOSTO, 27 DE FEBRERO, AND PAUCARBAMBA AVENUES OF THE CITY OF CUENCA

Nowadays, the levels of traffic jams in the city of Cuenca are really alarming in several intersections; one of these intersections is the goal of this study, this being the reason that an assessment of the current traffic conditions and a design of a traffic light intersection have been made.

In order to conduct this study, an analysis based on the criteria laid down in the HCM 200 manual was made. The levels of service and road infrastructure determined in the proposed alternatives allowed us to improve the estimated life of this intersection. Finally, in the graphic modeling of the 3D MAX program, detailed characteristics of the alternatives that were analyzed in the graduation work can be perceived.

Key words: traffic flow, traffic engineering, road infrastructure, service level, speed, intersection



Translated by,

Rafael Argudo

A handwritten signature in blue ink, which appears to read "Rafael Argudo". The signature is written in a cursive style and is enclosed within a blue oval shape.

INDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN	iv
ABSTRACT	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS	xii
ÍNDICE DE ANEXOS	xiv
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO 1: ANÁLISIS DEL TRÁFICO Y CONCEPTOS FUNDAMENTALES

1.1	Problema del tráfico	4
1.2	Estudios de tráfico	5
1.3	Conceptos generales	5
1.3.1	Volumen.....	5
1.3.2	Tasa de flujo	5
1.3.3	Demanda.....	5
1.3.4	Capacidad.....	5
1.3.5	Volumen en hora de máxima demanda	6
1.3.6	Factor de la Hora de Máxima Demanda (FHMD)	6
1.3.7	Velocidad	6
1.3.8	Velocidad de punto	6
1.3.9	Velocidad de marcha	6
1.3.10	Velocidad de recorrido	7
1.3.11	Velocidad de proyecto	7
1.3.12	Flujo (q)	7
1.3.13	Densidad o concentración (K)	7
1.4	Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA).....	10
1.5	Proyecciones y estimaciones de tráfico.....	19

CAPÍTULO 2: CONCEPTOS GENERALES DE CAPACIDAD VIAL

2.1	Generalidades	28
2.2	Concepto de capacidad vial	28
2.3	Concepto de nivel de servicio	29

2.4	Condiciones base o ideales	32
2.5	Criterios de análisis de capacidad vial y niveles de servicio	33

CAPÍTULO 3: INTERSECCIONES SEMAFÓRICAS EN VÍAS URBANAS

3.1	Conceptos generales	35
3.2	Ventajas y desventajas de los semáforos	37
3.3	Semáforos a tiempo fijo.....	38
3.4	Coordinación de semáforos	39
3.5	Semáforos adaptativos.....	40

CAPÍTULO 4: EVALUACIÓN OPERATIVA DE LA INTERSECCIÓN

4.1	Determinación de capacidad vial y nivel de servicio en la intersección Av. 10 de Agosto, 27 de Febrero y Av. Paucarbamba (Redondel)	41
-----	---	----

CAPÍTULO 5: DISEÑO DE LA INTERSECCIÓN SEMAFÓRICA A TIEMPO FIJO

5.1	Determinación de tiempo semafórico	66
5.2	Distribución de tiempo semafórico.....	80
5.3	Determinación de ciclo óptimo y diseño de fases	81
5.4	Análisis operativo	82

CAPÍTULO 6: EVALUACIÓN ECONÓMICA

6.1	Análisis de precios unitarios.....	93
6.2	Presupuesto general	123
6.3	Especificaciones técnicas	126

CAPÍTULO 7: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DEL PROYECTO

7.1 Modelación tridimensional de las alternativas usando el programa
3D MAX. 132

CAPÍTULO 8: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 134

8.1 Conclusiones 134
8.2 Recomendaciones..... 136

REFERENCIAS

Referencias Bibliográficas 137

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1: Diagrama fundamental de flujo de tránsito (a)
- Figura 2: Diagrama fundamental de flujo de tránsito (b)
- Figura 3: Diagrama fundamental de flujo de tránsito (c)
- Figura 4: Av. 10 de Agosto, 27 de Febrero y Av. Paucarbamba
- Figura 5: Foto de Av. 10 de Agosto, 27 de Febrero y Av. Paucarbamba
- Figura 6: Accesos de la intersección de estudio
- Figura 7: Flujos por Pantalla
- Figura 8: Flujos por Pantalla
- Figura 9: Nivel de Servicio A
- Figura 10: Nivel de Servicio B
- Figura 11: Nivel de Servicio C
- Figura 12: Nivel de Servicio D
- Figura 13: Nivel de Servicio E
- Figura 14: Nivel de Servicio F
- Figura 15: Semáforo
- Figura 16: Ejemplo de movimientos
- Figura 17: Ejemplo: Fases
- Figura 18: Modelo esquema de intersección de estudio
- Figura 19: Intersección
- Figura 20: Ventana de inicio
- Figura 21: Geometría general de la intersección
- Figura 22: Geometría y movimientos por acceso
- Figura 23: Esquema de parámetros geométricos
- Figura 24: Esquema ángulos y radios de entrada
- Figura 25: Curvas de nivel intersección
- Figura 26: Volúmenes por acceso
- Figura 27: Modelo esquema intersección
- Figura 28: Esquema nivel de servicio
- Figura 29: Esquema nivel de servicio
- Figura 30: Esquema nivel de servicio
- Figura 31: Metodología para el análisis de intersecciones con semáforos
- Figura 32: Grupos típicos de carril para el análisis
- Figura 33: Esquema de Fases
- Figura 34: Ciclo semafórico en cada fase
- Figura 35: Ciclo semafórico en cada fase

Figura 36: Ceda el Paso

Figura 37: No Virar en U

Figura 38: No Estacionar

ÍNDICE DE TABLAS

- Tabla 1: Factor de expansión por acceso
- Tabla 2: Tráfico observado en la intersección de estudio
- Tabla 3: TPDA 2013 de cada acceso en la Intersección
- Tabla 4: Porcentaje de tasas anuales de tránsito
- Tabla 5: Flujos - Pantalla 1: Av. 10 DE Agosto S-E
- Tabla 6: Flujos - Pantalla 2: Av. 27 de Febrero N-E
- Tabla 7: Flujos - Pantalla 3: Av. 10 DE Agosto N-O
- Tabla 8: Flujos - Pantalla 4: Av. Paucarbamba S-E
- Tabla 9: Flujos - Pantalla 1: Av. 10 DE Agosto S-E
- Tabla 10: Flujos - Pantalla 2: Av. 27 de Febrero N-E
- Tabla 11: Flujos - Pantalla 3: Av. 10 DE Agosto N-O
- Tabla 12: Flujos - Pantalla 4: Av. Paucarbamba S-E
- Tabla 13: Flujos - Pantalla 1: Av. 10 DE Agosto S-E
- Tabla 14: Flujos - Pantalla 2: Av. 27 de Febrero N-E
- Tabla 15: Flujos - Pantalla 3: Av. 10 DE Agosto N-O
- Tabla 16: Flujos - Pantalla 4: Av. Paucarbamba S-E
- Tabla 17: Criterios para nivel de servicio en intersecciones
- Tabla 18: Acceso 1
- Tabla 19: Acceso 3
- Tabla 20: Acceso 2
- Tabla 21: Acceso 4
- Tabla 22: Pendientes de entrada a cada acceso de la intersección
- Tabla 23: Anchos de carriles por acceso
- Tabla 24: Volúmenes de ingreso a la intersección
- Tabla 25: Velocidades
- Tabla 26: Demoras en campo
- Tabla 27: Demora promedio por acceso
- Tabla 28: Capacidad y nivel de servicio por acceso
- Tabla 29: Demoras en campo
- Tabla 30: Demoras en software
- Tabla 31: Variaciones de la demora en campo vs demora en Sidra
- Tabla 32: Demora promedio por acceso
- Tabla 33: Capacidad y nivel de servicio por acceso
- Tabla 34: Nivel de servicio glorieta 2023

- Tabla 35: Demora promedio por acceso
- Tabla 36: Capacidad y nivel de servicio por acceso
- Tabla 37: Nivel de servicio de glorieta 2023
- Tabla 38: Factor vehículo liviano equivalente
- Tabla 39: Nivel de servicio en intersecciones semaforizadas
- Tabla 40: Flujos de saturación
- Tabla 41: Factor vehículo liviano equivalente
- Tabla 42: Flujos equivalentes
- Tabla 43: Flujos equivalentes
- Tabla 44: Flujos equivalentes
- Tabla 45: Flujos equivalentes
- Tabla 46: Grupo critico de carriles por fase
- Tabla 47: Tiempo perdido por ciclo
- Tabla 48: Valores y
- Tabla 49: Tiempos de verde
- Tabla 50: Resumen de valores
- Tabla 51: Resumen de tiempos
- Tabla 52: Ajuste de volúmenes
- Tabla 53: Análisis de capacidad
- Tabla 54: Nivel de servicio
- Tabla 55: Flujo de saturación
- Tabla 56: Flujos equivalentes
- Tabla 57: Flujos equivalentes
- Tabla 58: Flujos equivalentes
- Tabla 59: Flujos equivalentes
- Tabla 60: Grupo crítico de carriles
- Tabla 61: Valores Y
- Tabla 62: Tiempos de verde efectivo
- Tabla 63: Tiempo total perdido por ciclo
- Tabla 64: Resumen de valores
- Tabla 65: Resumen tiempos de fases
- Tabla 66: Ajuste de volúmenes
- Tabla 67: Análisis de capacidad
- Tabla 68: Nivel de servicio
- Tabla 69: Glorieta estado actual
- Tabla 70: Glorieta 2018
- Tabla 71: Glorieta 2023

Tabla 72: Glorieta con reforma geométrica 2018

Tabla 73: Glorieta con reforma geométrica 2023

Tabla 74: Intersección con semáforos 2018

Tabla 75: Intersección con semáforos 2023

Tabla 76: Cálculo de factores para TPDA

Tabla 77: Cálculo de factor mensual

Tabla 78: Cálculo de factores para TPDA

Tabla 79: Cálculo de factores para TPDA

Tabla 80: Cálculo de factores para TPDA

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Factores para determinar el TPDA

Anexo 2: Planos de la intersección Avenida 10 de Agosto, 27 de Febrero y Avenida Paucarbamba.

Anexo 3: Cantidades de obra presupuesto 1 y 2

Josué Eduardo Brito Soliz
Trabajo de Grado
Christian Marcelo Moyano Tobar
Mayo, 2014

**ANÁLISIS, EVALUACIÓN Y DISEÑO DE LA INTERSECCIÓN SEMAFÓRICA DE
LA AVENIDA 10 DE AGOSTO, 27 DE FEBRERO Y AVENIDA PAUCARBAMBA
DE LA CIUDAD DE CUENCA**

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la demanda vial ha crecido por el aumento del número de vehículos automotores y como consecuencia se ha producido incrementos en la congestión, demoras y problemas ambientales, afectando directamente a su nivel de servicio. Los estudios de evaluación y análisis de intersecciones urbanas actualmente son necesarios para brindar soluciones al sistema vial. Con los modelos de transporte se trata de explicar cómo se produce la demanda actual, utilizando modelos matemáticos adecuados, en las que se analizará la demanda futura.

El desarrollo del sistema vial es necesario para atender las necesidades del transporte, para desarrollar y brindar un flujo de tránsito adecuado en intersecciones urbanas; todos los procesos de análisis deben garantizar la consistencia armoniosa de todos los elementos que conforman la ingeniería del tránsito. Hoy en día, los sistemas viales son ejes articuladores de los diferentes procesos de poblamiento y expansión económica. Por ello es necesario contar con una red vial que le permita servir a la demanda de transporte en forma segura, cómoda y eficiente.

ALCANCE

Se pretende analizar las condiciones actuales de operación de la intersección utilizando datos de volúmenes de tráfico proporcionados por el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Cuenca obtenido a través de la consultoría, "ESTUDIOS DE VOLUMENES DE TRÁNSITO EN DIFERENTES INTERSECCIONES DE LA CIUDAD DE CUENCA"; para así, determinar las actuales características de operación estableciendo las reformas necesarias para prolongar su vida útil, conservando una adecuada operación peatonal y vehicular, para lo cual, se realizará en primera instancia un levantamiento planimétrico y taquimétrico de precisión en el área de influencia directa del proyecto, las alternativas de solución de tránsito obtenidas serán representadas y ambientadas usando el programa 3D MAX. Por último se realizará el análisis económico para la ejecución de cada una de las alternativas propuestas en el trabajo de grado.

ANTECEDENTES

El Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Cuenca en el año 2008 implementó un sistema de semáforos de tipo adaptativo controlados por medio de una central semafórica y paulatinamente ha ido incrementando su cobertura en la zona urbana de la ciudad, con el propósito de mejorar las condiciones de movilidad y seguridad vial.

La Empresa Pública Municipal de Movilidad, Tránsito y Transporte de Cuenca EMOV EP, a partir del 15 de abril del año 2013, asumió la competencia para controlar el tránsito en el cantón Cuenca, por lo que de acuerdo con la ordenanza vigente le corresponde la administración del sistema semafórico.

OBJETIVO GENERAL

Realizar el análisis, evaluación y diseño de la intersección semafórica de la Avenida 10 de Agosto, 27 de Febrero y Avenida Paucarbamba de la ciudad de Cuenca.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar el levantamiento planimétrico de precisión de la intersección objeto de estudio.
- Realizar la evaluación de las condiciones de tránsito actuales.
- Evaluar las condiciones geométricas actuales, tales como ancho de carriles, número de carriles, pendientes y proponer reformas geométricas.
- Diseñar la intersección semafórica.
- Realizar el análisis económico del proyecto.
- Modelar las alternativas propuestas usando el programa 3D MAX.
- Plantear conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO 1

ANÁLISIS DEL TRÁFICO Y CONCEPTOS FUNDAMENTALES

1.1 Problema del tráfico

En los estudios de análisis de tránsito se deben tomar en cuenta las variables del entorno y la existencia de peatones que interactúan y utilizan el espacio vial para el desplazamiento vehicular en las ciudades. Los problemas de tráfico se deben a varios factores: diferentes tipos de vehículos en la misma vialidad, vías en malas condiciones, falta de planificación de la red vial, legislación y leyes de tránsito que no se adaptan a las necesidades del usuario. (Cal y Mayor R. & Cárdenas G., 2007)

El sistema vial presenta dificultades debido a rutas limitadas que presentan bajo desempeño del sistema de transporte público y aspectos relacionados con horarios escolares y empresariales que comienzan y finalizan al mismo tiempo.

En la actualidad se trata de solucionar los problemas de tráfico utilizando sistemas de transporte en espacios urbanos donde exista una adecuada interacción entre el peatón, ciclista, y al transporte público, por ello en los diseños viales se toma una velocidad de operación adecuada para los vehículos dentro del sistema vial urbano. (Cal y Mayor R. & Cárdenas G., 2007)

Además, con el objetivo de comprender los problemas de tránsito es necesario tener como referencia la relación entre la demanda vehicular y la oferta vial. La demanda es generada por los vehículos que necesitan desplazarse por el sistema vial; por lo tanto, si la demanda vehicular excede la oferta vial tendremos un flujo forzado con detenciones frecuentes y grandes demoras. (Cal y Mayor R. & Cárdenas G., 2007)

1.2 Estudios de tráfico

Los estudios de tráfico son necesarios para obtener datos reales sobre puntos de referencia en el entorno del sistema vial para determinar la composición vehicular y movimientos direccionales de la intersección objeto de estudio; en la cual, se puede realizar estimaciones del estado actual de la intersección. Se realiza el procesamiento de datos de estudios de tránsito que son necesarios para planificar, evaluar y diseñar.

1.3 Conceptos generales

1.3.1 Volumen

Es el número de vehículos que pasan por un punto durante un tiempo específico.¹

1.3.2 Tasa de flujo

Es la frecuencia a la cual pasan los vehículos durante un tiempo específico menor a una hora, expresada como una tasa horaria equivalente.¹

1.3.3 Demanda

La demanda es el número de vehículos (o personas) que desean viajar y pasan por un punto durante un tiempo específico.²

1.3.4 Capacidad

Se define capacidad de una sección de carretera como el máximo número de vehículos que tienen una probabilidad razonable de atravesar dicha sección durante un determinado periodo de tiempo.³

¹ Manual Mexicano de Estudios de Ingeniería de Tránsito. Tomo XII

² Cal y Mayor R., R., & Cárdenas G., J. (2007). Ingeniería de Tránsito Fundamentos y Aplicaciones (8a. ed.). Mexico

³ Blázquez, L. B., & Beviá Garcia, J. F. (2000). Manual de Carreteras (Vol. I)

1.3.5 Volumen en hora de máxima demanda

Es la cantidad de vehículos que pasa sobre una sección de vía durante 60 minutos consecutivos.⁴

1.3.6 Factor de la Hora de Máxima Demanda (FHMD)

Es una medida de la variabilidad de la demanda durante la hora pico. Es el cociente del volumen de la hora pico, entre la tasa máxima de flujo dentro de la hora pico.⁵

$$FHP = \frac{\text{volumen durante la hora pico}}{4 \times \text{volumen máximo dentro de la hora pico}} \quad (1)$$

1.3.7 Velocidad

Tasa de movimiento del tránsito, se conoce como la pendiente del diagrama espacio-tiempo.⁶

1.3.8 Velocidad de punto

Velocidad a la cual un vehículo pasa por un punto determinado de la vía.⁷

1.3.9 Velocidad de marcha

Es el resultado de dividir la distancia total recorrida entre el tiempo durante el cual el vehículo estuvo en movimiento.⁷

⁴ Manual Mexicano de Estudios de Ingeniería de Tránsito. Tomo XII

⁵ Garber, N., & Hoel, L. (2005). Ingeniería de tránsito y Carreteras (3a. ed.). Mexico

⁶ Manual Mexicano de Estudios de Ingeniería de Tránsito. Tomo XII

⁷ Cal y Mayor R., R., & Cárdenas G., J. (2007). Ingeniería de Tránsito Fundamentos y Aplicaciones (8a. ed.). Mexico

1.3.10 Velocidad de recorrido

Definida como el cociente entre la distancia total recorrida en un trayecto determinado y el tiempo transcurrido desde el instante en que el vehículo lo inicia hasta que llega a su destino, incluyendo posibles detenciones y retrasos debidos al tráfico.⁸

1.3.11 Velocidad de proyecto

Es aquella que se toma como base para proyectar y definir los diferentes elementos geométricos de la vía, como radios, distancias de visibilidad o peraltes. Es inferior a las que realmente llevan los vehículos.⁸

1.3.12 Flujo (q)

Es el número de vehículos N que pasan durante un intervalo de tiempo específico T inferior a una hora, expresada en vehículos por minuto (veh/min) o vehículos por segundo (veh/s).⁹

$$q = \frac{N}{T} \quad (2)$$

N= número de vehículos

T= intervalo de tiempo específico

1.3.13 Densidad o concentración (K)

Es el número de vehículos que ocupan una unidad de longitud de carretera en un instante dado. Por lo general se expresa en vehículos por kilómetro.¹⁰

$$K = \frac{N}{d} \quad (3)$$

N=número de vehículos

⁸ Blázquez, L. B., & Beviá García, J. F. (2000). Manual de Carreteras (Vol. I)

⁹ Cal y Mayor R., R., & Cárdenas G., J. (2007). Ingeniería de Tránsito Fundamentos y Aplicaciones (8a. ed.). Mexico

¹⁰ Manual Mexicano de Estudios de Ingeniería de Tránsito. Tomo XII

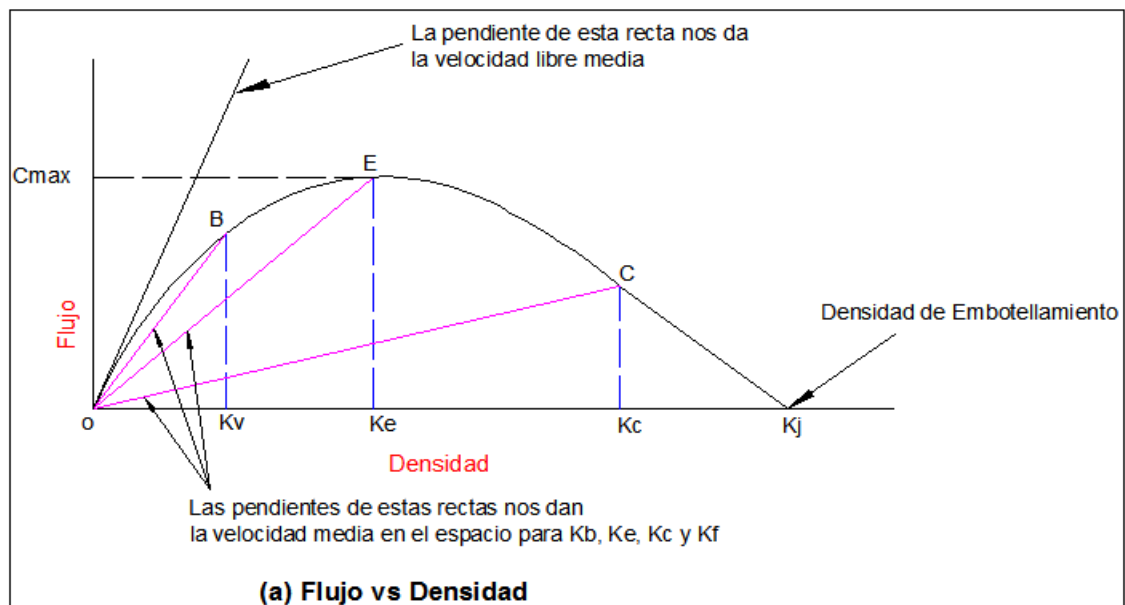
d=longitud específica

- La ecuación fundamental del flujo vehicular se expresa en forma general como el producto: velocidad (v) y densidad (k)

$$q = v \cdot k \quad (4)$$

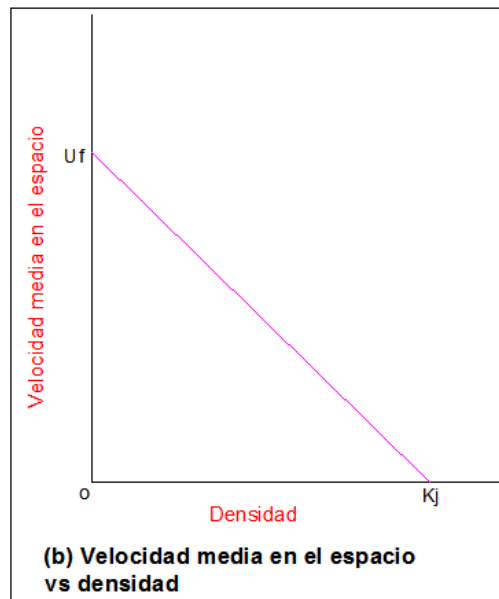
A continuación se muestran en las figuras 1, 2 y 3 los diagramas fundamentales de flujo de tránsito

Figura 1: Diagrama fundamental de flujo de tránsito (a)



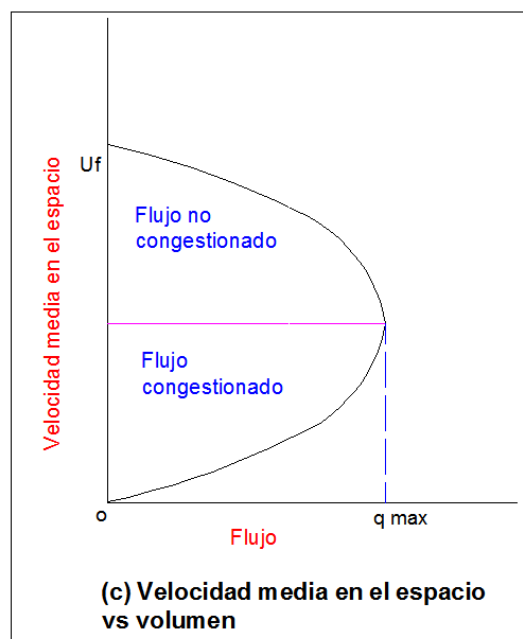
Fuente: Ingeniería de Tránsito y Carreteras. Nicholas J. Garber, Lester A. Hoel
 Elaborado por: Brito Josué

Figura 2: Diagrama fundamental de flujo de tránsito (b)



Fuente: Ingeniería de Tránsito y Carreteras. Nicholas J. Garber, Lester A. Hoel
 Elaborado por: Brito Josué

Figura 3: Diagrama fundamental de flujo de tránsito (c)



Fuente: Ingeniería de Tránsito y Carreteras. Nicholas J. Garber, Lester A. Hoel
 Elaborado por: Brito Josué

1.4 Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA)

Se obtiene como resultado del estudio volumétrico del volumen de tránsito durante un periodo de tiempo, dividido por el número de días periodo. El TPDA es el número de vehículos que pasan en un punto determinado de la vía, durante las 24 horas del día, es decir es el volumen total anual de vehículos dividido para el número de días del año.

- Metodología para el cálculo de TPDA

Mediante los datos proporcionados de la consultoría, “ESTUDIOS DE VOLUMENES DE TRÁNSITO EN DIFERENTES INTERSECCIONES DE LA CIUDAD DE CUENCA” y los datos de conteo automático y de consumo de combustible proporcionados por la Dirección Municipal de Tránsito - Gobierno Autónomo Descentralizado de la ciudad de Cuenca se obtendrá los diferentes parámetros para el cálculo del TPDA.

Los datos de volúmenes de tráfico se clasificaron respectivamente en: vehículos Livianos (VL), buses, Camión Liviano (CL), Camión Mediano (CM), Camión Pesados (Cp), Tráiler, y dos ruedas. Se utilizaron 4 pantallas respectivamente en la intersección de estudio y el periodo total de tráfico observado corresponde a 12 horas de 07:00 h a 19:00 h en la Avenida 10 de Agosto, 27 de Febrero y Avenida Paucarbamba de la ciudad de Cuenca.

Figura 4: Av. 10 de Agosto, 27 de Febrero y Av. Paucarbamba



Fuente: Google Earth
Elaborado por: Brito Josué

Figura 5: Foto de Av. 10 de Agosto, 27 de Febrero y Av. Paucarbamba



Fuente: Brito Josué

De acuerdo al Manual de Normas de Diseño Geométrico de Carreteras 2003 del Ecuador para el cálculo del TPDA necesitamos determinar varios factores para el cálculo:¹¹

- **Factor horario (Fh):** nos permite transformar el volumen de tráfico que se haya registrado en un determinado número de horas a volumen diario promedio.

- **Factor diario (Fd):** transforma el volumen de tráfico diario promedio en volumen semanal promedio.

- **Factor semanal (Fs):** transforma el volumen semanal promedio de tráfico en volumen mensual promedio.

- **Factor mensual (Fm):** transforma el volumen mensual promedio de tráfico en tráfico promedio diario anual.

Por lo tanto de acuerdo al Manual de Normas de Diseño Geométrico de Carreteras el TPDA se calcula de la siguiente manera:

$$TPDA = T_o \cdot F_h \cdot F_d \cdot F_s \cdot F_m \quad (5)$$

Dónde:

To: Tráfico observado

Obtención de los factores:

De acuerdo con la "Consultoría de estudios de volúmenes de tránsito en diferentes intersecciones de la ciudad de Cuenca" elaborado por el consultor: Ing. Christian Moyano, los factores se calculan de la siguiente manera:¹²

¹¹ T.A.M.S., & ASTEC. (2003). *Normas de Diseño Geométrico de Carreteras*. Quito: Ecuador.

¹² Moyano Christian. (2013). *ESTUDIOS DE VOLUMENES DE TRÁNSITO EN DIFERENTES INTERSECCIONES DE LA CIUDAD DE CUENCA*. Dirección Municipal de Tránsito – Gobierno Autónomo Descentralizado de la ciudad de Cuenca.

Factor horario (Fh)

Este factor se determina al dividir la sumatoria total del tráfico del día del conteo automático correspondiente al día del conteo manual, para la sumatoria del tráfico que corresponde a las horas del conteo manual.

$$Fh = \frac{\text{Total del tráfico del día del conteo automático correspondiente al día del conteo manual}}{\text{El tráfico que corresponde a las horas del conteo manual}} \quad (6)$$

Factor diario (Fd)

Se obtiene el tráfico promedio diario semanal del conteo automático para la sumatoria del tráfico del conteo automático del día calendario correspondiente al conteo manual.

$$Fd = \frac{\text{Promedio diario semanal (del conteo automático)}}{\text{El conteo automático del día del conteo manual}} \quad (7)$$

Factor semanal (Fs)

$$Fs = \frac{\text{Promedio del tráfico semanal (del conteo automático)}}{\text{Tráfico de la semana que contiene el día del conteo manual}} \quad (8)$$

Factor mensual (Fm)

Se obtiene dividiendo el consumo promedio mensual de combustible para el consumo del mes que contenga al día del conteo manual.

$$Fm = \frac{\text{El consumo promedio mensual de combustibles (año)}}{\text{Consumo del mes que contenga al día del conteo manual}} \quad (9)$$

Factor de expansión (Fe)

Es el producto del factor horario, diario, semanal y mensual.

$$Fe = Fh \cdot Fd \cdot Fs \cdot Fm \tag{10}$$

Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA)

$$TPDA = To \cdot Fe \tag{11}$$

Fe = Factor de expansión

To = Tráfico observado que correspnde a 12 horas de conteo

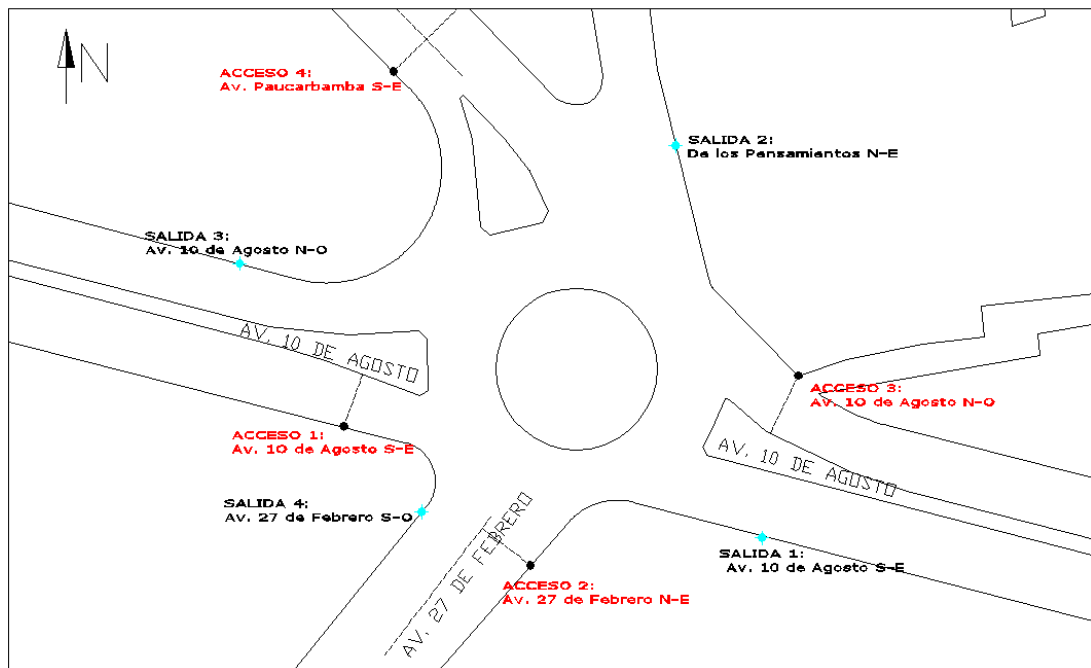
$$TPDA = To \cdot Fh \cdot Fd \cdot Fs \cdot Fm$$

$$TPDA = \frac{\text{Tráfico anual}}{365} \tag{12}$$

▪ **Cálculo de TPDA**

Se calcula el Factor de expansión (Fe) para los cuatro accesos que tiene la intersección de estudio.

Figura 6: Accesos de la intersección de estudio



Fuente: Consultoría de Estudios de Volúmenes de Tránsito en Diferentes Intersecciones de la Ciudad de Cuenca

Elaborado por: Ing. Moyano Christian

a. Cálculo del Factor de expansión (Fe) de acceso 1 Av. 10 de Agosto S-E

A continuación se calculan los factores:

Ver tabla 76 en anexo 1 para Fh, Fd, Fs y Fe.

Ver tabla 77 en anexo 1 para Fm.

Factor horario (Fh)

$$Fh = \frac{\text{Total del tráfico del día del conteo automático correspondiente al día del conteo manual}}{\text{El tráfico que corresponde a las horas del conteo manual}}$$

$$Fh = \frac{11366}{8854}$$

$$Fh = 1.283735$$

Factor diario (Fd)

$$Fd = \frac{\text{Promedio diario semanal (del conteo automático)}}{\text{El conteo automático del día del conteo manual}}$$

$$Fh = \frac{79983/7}{11366}$$

$$Fh = 1.00529$$

Factor semanal (Fs)

$$Fs = \frac{\text{Promedio del tráfico semanal (del conteo automático)}}{\text{Tráfico de la semana que contiene el día del conteo manual}}$$

$$Fs = 1$$

Factor mensual (Fm)

$$Fm = \frac{\text{El consumo promedio mensual de combustibles (año)}}{\text{Consumo del mes que contenga al día del conteo manual}}$$

$$Fm = \frac{115035431/12}{9837144}$$

$$Fm = 0974498$$

Factor de expansión (Fe)

$$Fe = Fh \cdot Fd \cdot Fs \cdot Fm$$

$$Fe = 1.2837 \cdot 1.00529 \cdot 1 \cdot 0.97449$$

$$Fe_{S-E} = 1.258$$

b. Cálculo del factor de expansión de acceso 2 Av. 27 de Febrero N-E

A continuación se calculan los factores:

Ver tabla 78 en anexo 1 para Fh, Fd, Fs y Fe.

Ver tabla 77 en anexo 1 para Fm.

$$Fh = 1.113$$

$$Fd = 0.740$$

$$Fs = 1$$

$$Fm = 0.974498$$

$$Fe = Fh \cdot Fd \cdot Fs \cdot Fm$$

$$Fe = 1.113 \cdot 0.740 \cdot 1 \cdot 0.974$$

$$Fe_{N-E} = 0.802$$

c. Cálculo del factor de expansión de acceso 3 Av. 10 de Agosto N-O

A continuación se calculan los factores:

Ver tabla 79 en anexo 1 para Fh, Fd, Fs y Fe.

Ver tabla 77 en anexo 1 para Fm.

$$Fh = 1.275$$

$$Fd = 1.023$$

$$Fs = 1$$

$$Fm = 0.974498$$

$$Fe = Fh \cdot Fd \cdot Fs \cdot Fm$$

$$Fe = 1.275 \cdot 1.023 \cdot 1 \cdot 0.974$$

$$Fe_{N-O} = 1.271$$

d. Cálculo del factor de expansión de acceso 4 Av. Paucarbamba S-E

A continuación se calculan los factores:

Ver tabla 80 en anexo 1 para Fh, Fd, Fs y Fe

Ver tabla 77 en anexo 1 para Fm

$$Fh = 1.184$$

$$Fd = 0.864$$

$$Fs = 1$$

$$Fm = 0.974498$$

$$Fe = Fh \cdot Fd \cdot Fs \cdot Fm$$

$$Fe = 1.184 \cdot 0.864 \cdot 1 \cdot 0.97449$$

$$Fe_{S-E} = 0.997$$

A continuación se presenta la tabla del factor de expansión correspondiente de cada acceso.

Tabla 1: Factor de expansión por acceso

Acceso 1	Fe_S-E	1.258
Acceso 2	Fe_N-E	0.802
Acceso 3	Fe_N-O	1.271
Acceso 4	Fe_S-E	0.997

Fuente: Estudios de Tráfico
Elaborado por: Brito Josué

e. Cálculo de TPDA por acceso

Con los resultados del estudio de volúmenes de tránsito de tráfico observado detallado por cada acceso, se calcula el TPDA con su correspondiente factor de expansión.

$$TPDA = To \cdot Fh \cdot Fd \cdot Fs \cdot Fm$$

$$TPDA = To \cdot Fe$$

$$Fe = \text{Factor de Expansión}$$

$$To = \text{Tráfico observado que correspnde a 12 horas de conteo}$$

Calculo de TPDA acceso 1 Av. 10 de Agosto S-E

- Vehículos livianos = 7259 = T_o

$$TPDA = T_o \cdot F_e$$

$$TPDA = 7259 \cdot 1.258$$

$$TPDA_{2013} = 9132$$

- Buses = 210 = T_o

$$TPDA = T_o \cdot F_e$$

$$TPDA_{2013} = 210 \cdot 1.258 = 264$$

En la Tabla 2 se describen los resultados de tráfico observado y en la tabla 3 se muestran los resultados de TPDA correspondientes de cada acceso.

Tabla 2: Tráfico observado en la intersección de estudio

TIPO DE VEHICULO	TOTAL TRAFICO OBSERVADO EN INTERSECCION									
	Acceso 1: Av. 10 de Agosto S-E		Acceso 2: 27 de Febrero N-E		Acceso 3: Av 10 de Agosto N-O		Acceso 4: Paucarbamba S-E		Volumen	% Volumen
	Volumen	%	Volumen	%	Volumen	%	Volumen	%		
LIVIANOS	7259	93%	3010	94%	9076	96%	4636	96%	23981	95%
BUSES	210	3%	46	1%	154	2%	42	1%	452	2%
CAMIONES LIVIANOS	141	2%	44	1%	37	0.39%	39	1%	261	1%
CAMIONES MEDIANOS	46	1%	40	1%	17	0.18%	38	1%	141	1%
CAMIONES PESADOS	19	0.24%	17	1%	57	1%	2	0.04%	95	0.38%
TRAILER	0	0%	2	0.06%	4	0.04%	0	0%	6	0.02%
DOS RUEDAS	95	1%	53	2%	89	1%	73	2%	310	1%
TOTAL	7770	100%	3212	100%	9434	100%	4830	100%	25246	100%

Fuente: Consultoría de Estudios de Volúmenes de Tránsito en Diferentes Intersecciones de la Ciudad de Cuenca

Elaborado por: Ing. Moyano Christian

Tabla 3: TPDA 2013 de cada acceso en la Intersección

TIPO DE VEHICULO	TOTAL TPDA EN INTERSECCION									
	Acceso 1: Av. 10 de Agosto S-E		Acceso 2: 27 de Febrero N-E		Acceso 3: Av 10 de Agosto N-O		Acceso 4: Paucarbamba S-E		Volumen	% Volumen
	Volumen	%	Volumen	%	Volumen	%	Volumen	%		
LIVIANOS	9132	93%	2414	94%	11536	96%	4622	96%	27704	95%
BUSES	264	3%	37	1%	196	2%	42	1%	539	2%
CAMIONES LIVIANOS	177	2%	35	1%	47	0.39%	39	1%	299	1%
CAMIONES MEDIANOS	58	1%	32	1%	22	0.18%	38	1%	149	1%
CAMIONES PESADOS	24	0.24%	14	1%	72	1%	2	0.04%	112	0.38%
TRAILER	0	0%	2	0.06%	5	0.04%	0	0%	7	0.02%
DOS RUEDAS	120	1%	43	2%	113	1%	73	2%	348	1%
TOTAL	9775	100%	2576	100%	11991	100%	4816	100%	29157	100%

Fuente: Consultoría de Estudios de Volúmenes de Tránsito en Diferentes Intersecciones de la Ciudad de Cuenca

Elaborado por: Ing. Moyano Christian

1.5 Proyecciones y estimaciones de tráfico

En la intersección de estudio se debe realizar los análisis actuales así como los incrementos de tránsito que se espera en los próximos 10 años, por lo que resulta necesario realizar las proyecciones de tránsito futuro. Se debe determinar el periodo de proyección del tráfico relacionado directamente con las tasas de crecimiento demográficas y macroeconómicas. Las tasas de crecimiento vehicular varían dependiendo del tipo de vehículo, y la obtención de las mismas se realiza a partir de series históricas de tráfico, en base a estudios anteriores del tramo de estudio o de otras vías de naturaleza similares.

Las tasas de crecimiento son las utilizadas en los estudios de la Consultoría de Tránsito en la intersección de las Avenidas Fray Vicente Solano y Remigio Crespo de la Ciudad de Cuenca, realizada por el consultor: Ing. Julio Méndez, las cuales se presentan a continuación:¹³

¹³ Mendez Julio. (2006). *Consultoría de tránsito en la intersección de las Avenidas Fray Vicente Solano y Remigio Crespo de la Ciudad de Cuenca*. Municipalidad de Cuenca.

Tabla 4: Porcentaje de tasas anuales de tránsito

PERIODO	LIVIANOS	BUS	CAMIONES
2011-2016	3.78	2.46	2.46
2016-2021	3.48	2.54	2.54
2021-2026	3.27	2.62	2.62

Fuente: Consultoría de tránsito en la intersección de las Avenidas Fray Vicente Solano y Remigio Crespo de la Ciudad de Cuenca
 Elaborado por: Ing. Méndez, Julio

▪ **Volumen de tránsito proyectado**

El volumen de tránsito futuro (TF), se deriva a partir del tránsito actual (TA) y del incremento de tránsito esperado al final del periodo de análisis.

$$T_F = T_A \cdot (1 + i)^T \tag{13}$$

TF = Tráfico Futuro; $TPDA_{Futuro}$

TA = Tráfico Actual; $TPDA_{Actual}$

i = Tasa de crecimiento

T = Número de años

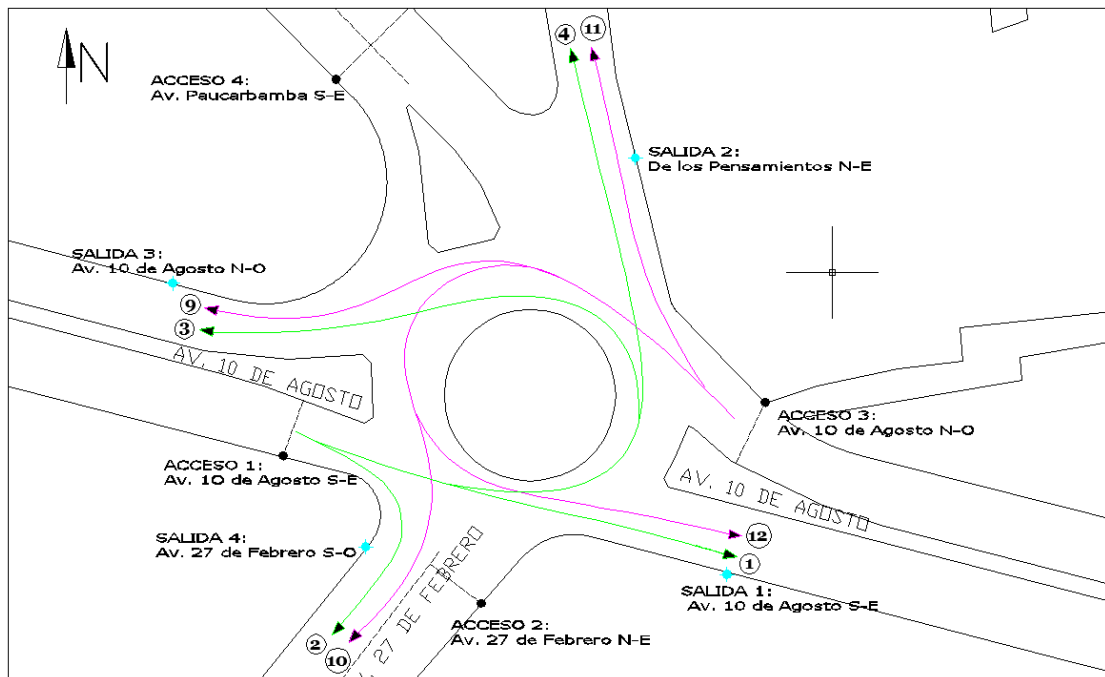
Se analizan los criterios necesarios para analizar los volúmenes horarios TPDA en la hora pico de la intersección de estudio. Con los datos de volúmenes de tránsito analizados se considera la condición más desfavorable en la hora de máxima demanda para realizar el análisis operativo de la intersección. Por lo tanto; se analiza los volúmenes correspondientes en el horario 8h15 a 9h15 am.

De acuerdo a los flujos obtenidos de las 4 pantallas respectivamente en la intersección de estudio tenemos:

- Pantalla 1: Av. 10 DE Agosto S-E Flujos: 1-2-3-4
- Pantalla 2: Av. 27 de Febrero N-E Flujos: 5-6-7-8
- Pantalla 3: Av. 10 DE Agosto N-O Flujos: 9-10-11-12
- Pantalla 4: Av. Paucarbamba S-E Flujos: 13-14-15-16

A continuación se muestran la intersección por pantalla y flujo correspondiente.

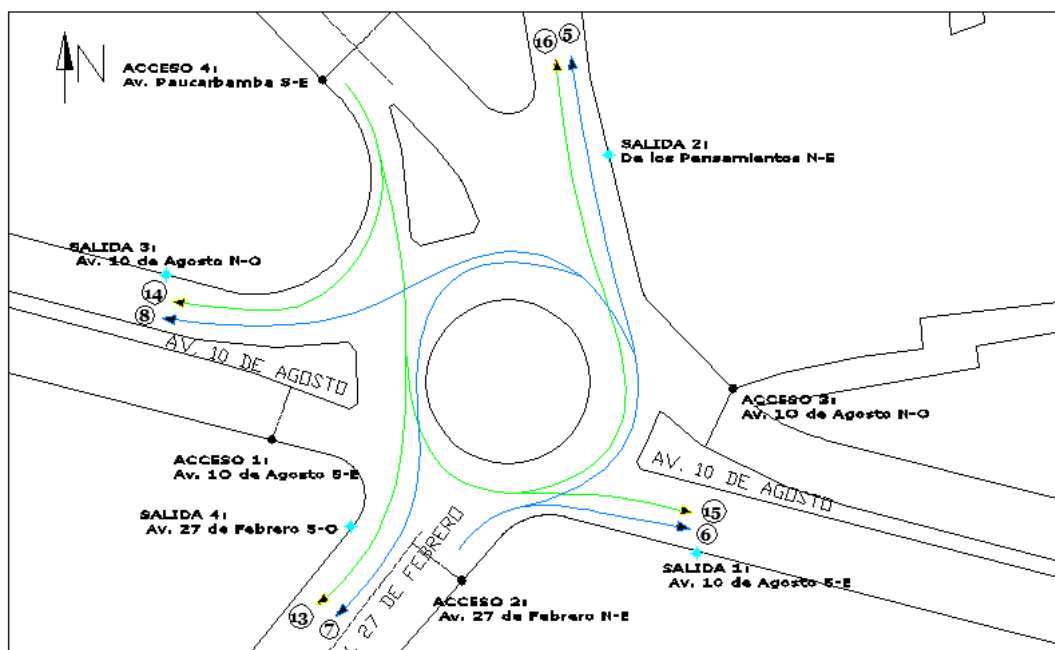
Figura 7: Flujos por Pantalla



Fuente: Consultoría de Estudios de Volúmenes de Tránsito en Diferentes Intersecciones de la Ciudad de Cuenca

Elaborado por: Ing. Moyano Christian

Figura 8: Flujos por Pantalla



Fuente: Consultoría de Estudios de Volúmenes de Tránsito en Diferentes Intersecciones de la Ciudad de Cuenca

Elaborado por: Ing. Moyano Christian

A continuación se tienen los volúmenes horarios TPDA correspondientes en el horario 8h15 a 9h15 am.

Tabla 5: Flujos - Pantalla 1: Av. 10 DE Agosto S-E

Volumen TPDA		
Hora Pico 8h15-9h15		
Flujo 1		
Tipo de Vehículo	Pantalla 1: Av. 10 DE Agosto O-E	
	Volumen	%
LIVIANOS	630	94.17%
BUSES	16	2.39%
CAMIONES LIVIANOS	14	2.09%
CAMIONES MEDIANOS	3	0.45%
CAMIONES PESADOS	3	0.45%
TRAILER	0	0.00%
DOS RUEDAS	3	0.45%
TOTAL	669	100%
%HV		5.38%

Volumen TPDA		
Hora Pico 8h15-9h15		
Flujo 2		
Tipo de Vehículo	Pantalla 1: Av. 10 DE Agosto O-E	
	Volumen	%
LIVIANOS	34	97.14%
BUSES	0	0.00%
CAMIONES LIVIANOS	1	2.86%
CAMIONES MEDIANOS	0	0.00%
CAMIONES PESADOS	0	0.00%
TRAILER	0	0.00%
DOS RUEDAS	0	0.00%
TOTAL	35	100%
%HV		2.86%

Volumen TPDA		
Hora Pico 8h15-9h15		
Flujo 3		
Tipo de Vehículo	Pantalla 1: Av. 10 DE Agosto O-E	
	Volumen	%
LIVIANOS	8	72.73%
BUSES	3	27.27%
CAMIONES LIVIANOS	0	0.00%
CAMIONES MEDIANOS	0	0.00%
CAMIONES PESADOS	0	0.00%
TRAILER	0	0.00%
DOS RUEDAS	0	0.00%
TOTAL	11	100%
%HV		27.27%

Volumen TPDA		
Hora Pico 8h15-9h15		
Flujo 4		
Tipo de Vehículo	Pantalla 1: Av. 10 DE Agosto O-E	
	Volumen	%
LIVIANOS	192	91.87%
BUSES	6	2.87%
CAMIONES LIVIANOS	6	2.87%
CAMIONES MEDIANOS	1	0.48%
CAMIONES PESADOS	0	0.00%
TRAILER	0	0.00%
DOS RUEDAS	4	1.91%
TOTAL	209	100%
%HV		6.22%

Fuente: Estudios de Tráfico

Elaborado por: Brito Josué

Tabla 6: Flujos - Pantalla 2: Av. 27 de Febrero N-E

Volumen TPDA		
Hora Pico 8h15-9h15		
Flujo 5		
Tipo de Vehículo	Pantalla 2: Av. 27 de Febrero N-E	
	Volumen	%
LIVIANOS	146	87.95%
BUSES	6	3.61%
CAMIONES LIVIANOS	7	4.22%
CAMIONES MEDIANOS	5	3.01%
CAMIONES PESADOS	0	0.00%
TRAILER	0	0.00%
DOS RUEDAS	2	1.20%
TOTAL	166	100%
%HV		10.84%

Volumen TPDA		
Hora Pico 8h15-9h15		
Flujo 6		
Tipo de Vehículo	Pantalla 2: Av. 27 de Febrero N-E	
	Volumen	%
LIVIANOS	91	90.10%
BUSES	2	1.98%
CAMIONES LIVIANOS	2	1.98%
CAMIONES MEDIANOS	3	2.97%
CAMIONES PESADOS	3	2.97%
TRAILER	0	0.00%
DOS RUEDAS	0	0.00%
TOTAL	101	100%
%HV		9.90%

Volumen TPDA		
Hora Pico 8h15-9h15		
Flujo 7		
Tipo de Vehículo	Pantalla 2: Av. 27 de Febrero N-E	
	Volumen	%
LIVIANOS	1	50.00%
BUSES	0	0.00%
CAMIONES LIVIANOS	0	0.00%
CAMIONES MEDIANOS	0	0.00%
CAMIONES PESADOS	0	0.00%
TRAILER	1	50.00%
DOS RUEDAS	0	0.00%
TOTAL	2	100%
%HV		50.00%

Volumen TPDA		
Hora Pico 8h15-9h15		
Flujo 8		
Tipo de Vehículo	Pantalla 2: Av. 27 de Febrero N-E	
	Volumen	%
LIVIANOS	18	66.67%
BUSES	0	0.00%
CAMIONES LIVIANOS	1	3.70%
CAMIONES MEDIANOS	4	14.81%
CAMIONES PESADOS	2	7.41%
TRAILER	1	3.70%
DOS RUEDAS	1	3.70%
TOTAL	27	100%
%HV		29.63%

Fuente: Estudios de Tráfico

Elaborado por: Brito Josué

Tabla 7: Flujos - Pantalla 3: Av. 10 DE Agosto N-O

Volumen TPDA			Volumen TPDA			Volumen TPDA			Volumen TPDA		
Hora Pico 8h15-9h15			Hora Pico 8h15-9h15			Hora Pico 8h15-9h15			Hora Pico 8h15-9h15		
Flujo 9			Flujo 10			Flujo 11			Flujo 12		
Tipo de Vehículo	Pantalla 3: Av. 10 DE Agosto E-O		Tipo de Vehículo	Pantalla 3: Av. 10 DE Agosto E-O		Tipo de Vehículo	Pantalla 3: Av. 10 DE Agosto E-O		Tipo de Vehículo	Pantalla 3: Av. 10 DE Agosto E-O	
	Volumen	%		Volumen	%		Volumen	%		Volumen	%
LIVIANOS	1079	96.51%	LIVIANOS	135	97.12%	LIVIANOS	55	98.21%	LIVIANOS	83	97.65%
BUSES	22	1.97%	BUSES	0	0.00%	BUSES	0	0.00%	BUSES	0	0.00%
CAMIONES LIVIANOS	1	0.09%	CAMIONES LIVIANOS	1	0.72%	CAMIONES LIVIANOS	0	0.00%	CAMIONES LIVIANOS	1	1.18%
CAMIONES MEDIANOS	1	0.09%	CAMIONES MEDIANOS	1	0.72%	CAMIONES MEDIANOS	1	1.79%	CAMIONES MEDIANOS	0	0.00%
CAMIONES PESADOS	6	0.54%	CAMIONES PESADOS	1	0.72%	CAMIONES PESADOS	0	0.00%	CAMIONES PESADOS	1	1.18%
TRAILER	1	0.09%	TRAILER	0	0.00%	TRAILER	0	0.00%	TRAILER	0	0.00%
DOS RUEDAS	8	0.72%	DOS RUEDAS	1	0.72%	DOS RUEDAS	0	0.00%	DOS RUEDAS	0	0.00%
TOTAL	1118	100%	TOTAL	139	100%	TOTAL	56	100%	TOTAL	85	100%
%HV		2.77%	%HV		2.16%	%HV		1.79%	%HV		2.35%

Fuente: Estudios de Tráfico
Elaborado por: Brito Josué

Tabla 8: Flujos - Pantalla 4: Av. Paucarbamba S-E

Volumen TPDA			Volumen TPDA			Volumen TPDA			Volumen TPDA		
Hora Pico 8h15-9h15			Hora Pico 8h15-9h15			Hora Pico 8h15-9h15			Hora Pico 8h15-9h15		
Flujo 13			Flujo 14			Flujo 15			Flujo 16		
Tipo de Vehículo	Pantalla 4: Av. Paucarbamba S-O		Tipo de Vehículo	Pantalla 4: Av. Paucarbamba S-O		Tipo de Vehículo	Pantalla 4: Av. Paucarbamba S-O		Tipo de Vehículo	Pantalla 4: Av. Paucarbamba S-O	
	Volumen	%		Volumen	%		Volumen	%		Volumen	%
LIVIANOS	58	93.55%	LIVIANOS	83	97.65%	LIVIANOS	264	97.06%	LIVIANOS	12	75.00%
BUSES	2	3.23%	BUSES	1	1.18%	BUSES	4	1.47%	BUSES	2	12.50%
CAMIONES LIVIANOS	2	3.23%	CAMIONES LIVIANOS	0	0.00%	CAMIONES LIVIANOS	0	0.00%	CAMIONES LIVIANOS	2	12.50%
CAMIONES MEDIANOS	0	0.00%	CAMIONES MEDIANOS	0	0.00%	CAMIONES MEDIANOS	2	0.74%	CAMIONES MEDIANOS	0	0.00%
CAMIONES PESADOS	0	0.00%	CAMIONES PESADOS	0	0.00%	CAMIONES PESADOS	0	0.00%	CAMIONES PESADOS	0	0.00%
TRAILER	0	0.00%	TRAILER	0	0.00%	TRAILER	0	0.00%	TRAILER	0	0.00%
DOS RUEDAS	0	0.00%	DOS RUEDAS	1	1.18%	DOS RUEDAS	2	0.74%	DOS RUEDAS	0	0.00%
TOTAL	62	100%	TOTAL	85	100%	TOTAL	272	100%	TOTAL	16	100%
%HV		6.45%	%HV		1.18%	%HV		2.21%	%HV		25.00%

Fuente: Estudios de Tráfico
Elaborado por: Brito Josué

▪ **Metodología para el cálculo de las proyecciones**

Se toman las tasas de crecimiento correspondiente a cada periodo de proyección y se realiza el análisis de la intersección para el tránsito que se espera en los próximos 10 años, para ello realizaremos las proyecciones cada 5 años para los años 2018 y 2023 respectivamente.

Se describen los siguientes parámetros utilizados:

$$T_F = T_A \cdot (1 + i)^T$$

TF = Tráfico Futuro; TPDA_{Futuro}

TA = Tráfico Actual; TPDA_{Actual}

i = Tasa de crecimiento

T = Número de años

▪ **Proyecciones para el año 2018**

Tabla 9: Flujos - Pantalla 1: Av. 10 DE Agosto S-E

Volumen TPDA		
Hora Pico 8h15-9h15		
Flujo 1		
Tipo de Vehículo	Pantalla 1: Av. 10 DE Agosto O-E	
	Volumen	%
LIVIANOS	748	94.46%
BUSES	18	2.29%
CAMIONES LIVIANOS	16	2.01%
CAMIONES MEDIANOS	3	0.43%
CAMIONES PESADOS	3	0.43%
TRAILER	0	0.00%
DOS RUEDAS	3	0.38%
TOTAL	791	100%
%HV		5.16%

Volumen TPDA		
Hora Pico 8h15-9h15		
Flujo 2		
Tipo de Vehículo	Pantalla 1: Av. 10 DE Agosto O-E	
	Volumen	%
LIVIANOS	40	97.27%
BUSES	0	0.00%
CAMIONES LIVIANOS	1	2.73%
CAMIONES MEDIANOS	0	0.00%
CAMIONES PESADOS	0	0.00%
TRAILER	0	0.00%
DOS RUEDAS	0	0.00%
TOTAL	41	100%
%HV		2.73%

Volumen TPDA		
Hora Pico 8h15-9h15		
Flujo 3		
Tipo de Vehículo	Pantalla 1: Av. 10 DE Agosto O-E	
	Volumen	%
LIVIANOS	9	73.62%
BUSES	3	26.38%
CAMIONES LIVIANOS	0	0.00%
CAMIONES MEDIANOS	0	0.00%
CAMIONES PESADOS	0	0.00%
TRAILER	0	0.00%
DOS RUEDAS	0	0.00%
TOTAL	13	100%
%HV		26.38%

Volumen TPDA		
Hora Pico 8h15-9h15		
Flujo 4		
Tipo de Vehículo	Pantalla 1: Av. 10 DE Agosto O-E	
	Volumen	%
LIVIANOS	228	92.40%
BUSES	7	2.76%
CAMIONES LIVIANOS	7	2.76%
CAMIONES MEDIANOS	1	0.46%
CAMIONES PESADOS	0	0.00%
TRAILER	0	0.00%
DOS RUEDAS	4	1.62%
TOTAL	247	100%
%HV		5.98%

Fuente: Estudios de Tráfico
Elaborado por: Brito Josué

Tabla 10: Flujos - Pantalla 2: Av. 27 de Febrero N-E

Volumen TPDA		
Hora Pico 8h15-9h15		
Flujo 5		
Tipo de Vehículo	Pantalla 2: Av. 27 de Febrero N-E	
	Volumen	%
LIVIANOS	173	88.55%
BUSES	7	3.48%
CAMIONES LIVIANOS	8	4.06%
CAMIONES MEDIANOS	6	2.90%
CAMIONES PESADOS	0	0.00%
TRAILER	0	0.00%
DOS RUEDAS	2	1.02%
TOTAL	196	100%
%HV		10.43%

Volumen TPDA		
Hora Pico 8h15-9h15		
Flujo 6		
Tipo de Vehículo	Pantalla 2: Av. 27 de Febrero N-E	
	Volumen	%
LIVIANOS	108	90.50%
BUSES	2	1.90%
CAMIONES LIVIANOS	2	1.90%
CAMIONES MEDIANOS	3	2.85%
CAMIONES PESADOS	3	2.85%
TRAILER	0	0.00%
DOS RUEDAS	0	0.00%
TOTAL	119	100%
%HV		9.50%

Volumen TPDA		
Hora Pico 8h15-9h15		
Flujo 7		
Tipo de Vehículo	Pantalla 2: Av. 27 de Febrero N-E	
	Volumen	%
LIVIANOS	1	51.14%
BUSES	0	0.00%
CAMIONES LIVIANOS	0	0.00%
CAMIONES MEDIANOS	0	0.00%
CAMIONES PESADOS	0	0.00%
TRAILER	1	48.86%
DOS RUEDAS	0	0.00%
TOTAL	2	100%
%HV		48.86%

Volumen TPDA		
Hora Pico 8h15-9h15		
Flujo 8		
Tipo de Vehículo	Pantalla 2: Av. 27 de Febrero N-E	
	Volumen	%
LIVIANOS	21	67.96%
BUSES	0	0.00%
CAMIONES LIVIANOS	1	3.61%
CAMIONES MEDIANOS	5	14.43%
CAMIONES PESADOS	2	7.21%
TRAILER	1	3.61%
DOS RUEDAS	1	3.18%
TOTAL	31	100%
%HV		28.86%

Fuente: Estudios de Tráfico
Elaborado por: Brito Josué

Tabla 11: Flujos - Pantalla 3: Av. 10 DE Agosto N-O

Volumen TPDA			Volumen TPDA			Volumen TPDA			Volumen TPDA		
Hora Pico 8h15-9h15			Hora Pico 8h15-9h15			Hora Pico 8h15-9h15			Hora Pico 8h15-9h15		
Flujo 9			Flujo 10			Flujo 11			Flujo 12		
Tipo de Vehículo	Pantalla 3: Av. 10 DE Agosto E-O		Tipo de Vehículo	Pantalla 3: Av. 10 DE Agosto E-O		Tipo de Vehículo	Pantalla 3: Av. 10 DE Agosto E-O		Tipo de Vehículo	Pantalla 3: Av. 10 DE Agosto E-O	
	Volumen	%		Volumen	%		Volumen	%		Volumen	%
LIVIANOS	1280	96.74%	LIVIANOS	160	97.33%	LIVIANOS	65	98.29%	LIVIANOS	98	97.75%
BUSES	25	1.88%	BUSES	0	0.00%	BUSES	0	0.00%	BUSES	0	0.00%
CAMIONES LIVIANOS	1	0.09%	CAMIONES LIVIANOS	1	0.69%	CAMIONES LIVIANOS	0	0.00%	CAMIONES LIVIANOS	1	1.13%
CAMIONES MEDIANOS	1	0.09%	CAMIONES MEDIANOS	1	0.69%	CAMIONES MEDIANOS	1	1.71%	CAMIONES MEDIANOS	0	0.00%
CAMIONES PESADOS	7	0.51%	CAMIONES PESADOS	1	0.69%	CAMIONES PESADOS	0	0.00%	CAMIONES PESADOS	1	1.13%
TRAILER	1	0.09%	TRAILER	0	0.00%	TRAILER	0	0.00%	TRAILER	0	0.00%
DOS RUEDAS	8	0.60%	DOS RUEDAS	1	0.61%	DOS RUEDAS	0	0.00%	DOS RUEDAS	0	0.00%
TOTAL	1323	100%	TOTAL	165	100%	TOTAL	66	100%	TOTAL	101	100%
%HV		2.66%	%HV		2.07%	%HV		1.71%	%HV		2.25%

Fuente: Estudios de Tráfico
Elaborado por: Brito Josué

Tabla 12: Flujos - Pantalla 4: Av. Paucarbamba S-E

Volumen TPDA			Volumen TPDA			Volumen TPDA			Volumen TPDA		
Hora Pico 8h15-9h15			Hora Pico 8h15-9h15			Hora Pico 8h15-9h15			Hora Pico 8h15-9h15		
Flujo 13			Flujo 14			Flujo 15			Flujo 16		
Tipo de Vehículo	Pantalla 4: Av. Paucarbamba S-O		Tipo de Vehículo	Pantalla 4: Av. Paucarbamba S-O		Tipo de Vehículo	Pantalla 4: Av. Paucarbamba S-O		Tipo de Vehículo	Pantalla 4: Av. Paucarbamba S-O	
	Volumen	%		Volumen	%		Volumen	%		Volumen	%
LIVIANOS	69	93.82%	LIVIANOS	98	97.88%	LIVIANOS	313	97.27%	LIVIANOS	14	75.85%
BUSES	2	3.09%	BUSES	1	1.13%	BUSES	5	1.41%	BUSES	2	12.08%
CAMIONES LIVIANOS	2	3.09%	CAMIONES LIVIANOS	0	0.00%	CAMIONES LIVIANOS	0	0.00%	CAMIONES LIVIANOS	2	12.08%
CAMIONES MEDIANOS	0	0.00%	CAMIONES MEDIANOS	0	0.00%	CAMIONES MEDIANOS	2	0.70%	CAMIONES MEDIANOS	0	0.00%
CAMIONES PESADOS	0	0.00%	CAMIONES PESADOS	0	0.00%	CAMIONES PESADOS	0	0.00%	CAMIONES PESADOS	0	0.00%
TRAILER	0	0.00%	TRAILER	0	0.00%	TRAILER	0	0.00%	TRAILER	0	0.00%
DOS RUEDAS	0	0.00%	DOS RUEDAS	1	0.99%	DOS RUEDAS	2	0.62%	DOS RUEDAS	0	0.00%
TOTAL	73	100%	TOTAL	101	100%	TOTAL	322	100%	TOTAL	19	100%
%HV		6.18%	%HV		1.13%	%HV		2.11%	%HV		24.15%

Fuente: Estudios de Tráfico
Elaborado por: Brito Josué

▪ **Proyecciones para el año 2023**

Tabla 13: Flujos - Pantalla 1: Av. 10 DE Agosto S-E

Volumen TPDA		
Hora Pico 8h15-9h15		
Flujo 1		
Tipo de Vehículo	Pantalla 1: Av. 10 DE Agosto O-E	
	Volumen	%
LIVIANOS	869	94.60%
BUSES	21	2.26%
CAMIONES LIVIANOS	18	1.97%
CAMIONES MEDIANOS	4	0.42%
CAMIONES PESADOS	4	0.42%
TRAILER	0	0.00%
DOS RUEDAS	3	0.33%
TOTAL	919	100%
%HV		5.07%

Volumen TPDA		
Hora Pico 8h15-9h15		
Flujo 2		
Tipo de Vehículo	Pantalla 1: Av. 10 DE Agosto O-E	
	Volumen	%
LIVIANOS	47	97.31%
BUSES	0	0.00%
CAMIONES LIVIANOS	1	2.69%
CAMIONES MEDIANOS	0	0.00%
CAMIONES PESADOS	0	0.00%
TRAILER	0	0.00%
DOS RUEDAS	0	0.00%
TOTAL	48	100%
%HV		2.69%

Volumen TPDA		
Hora Pico 8h15-9h15		
Flujo 3		
Tipo de Vehículo	Pantalla 1: Av. 10 DE Agosto O-E	
	Volumen	%
LIVIANOS	11	73.96%
BUSES	4	26.04%
CAMIONES LIVIANOS	0	0.00%
CAMIONES MEDIANOS	0	0.00%
CAMIONES PESADOS	0	0.00%
TRAILER	0	0.00%
DOS RUEDAS	0	0.00%
TOTAL	15	100%
%HV		26.04%

Volumen TPDA		
Hora Pico 8h15-9h15		
Flujo 4		
Tipo de Vehículo	Pantalla 1: Av. 10 DE Agosto O-E	
	Volumen	%
LIVIANOS	265	92.71%
BUSES	8	2.72%
CAMIONES LIVIANOS	8	2.72%
CAMIONES MEDIANOS	1	0.45%
CAMIONES PESADOS	0	0.00%
TRAILER	0	0.00%
DOS RUEDAS	4	1.40%
TOTAL	286	100.00%
%HV		5.89%

Fuente: Estudios de Tráfico
Elaborado por: Brito Josué

Tabla 14: Flujos - Pantalla 2: Av. 27 de Febrero N-E

Volumen TPDA		
Hora Pico 8h15-9h15		
Flujo 5		
Tipo de Vehículo	Pantalla 2: Av. 27 de Febrero N-E	
	Volumen	%
LIVIANOS	201	88.84%
BUSES	8	3.43%
CAMIONES LIVIANOS	9	4.00%
CAMIONES MEDIANOS	6	2.86%
CAMIONES PESADOS	0	0.00%
TRAILER	0	0.00%
DOS RUEDAS	2	0.88%
TOTAL	227	100%
%HV		10.28%

Volumen TPDA		
Hora Pico 8h15-9h15		
Flujo 6		
Tipo de Vehículo	Pantalla 2: Av. 27 de Febrero N-E	
	Volumen	%
LIVIANOS	126	90.65%
BUSES	3	1.87%
CAMIONES LIVIANOS	3	1.87%
CAMIONES MEDIANOS	4	2.81%
CAMIONES PESADOS	4	2.81%
TRAILER	0	0.00%
DOS RUEDAS	0	0.00%
TOTAL	138	100%
%HV		9.35%

Volumen TPDA		
Hora Pico 8h15-9h15		
Flujo 7		
Tipo de Vehículo	Pantalla 2: Av. 27 de Febrero N-E	
	Volumen	%
LIVIANOS	1	51.58%
BUSES	0	0.00%
CAMIONES LIVIANOS	0	0.00%
CAMIONES MEDIANOS	0	0.00%
CAMIONES PESADOS	0	0.00%
TRAILER	1	48.42%
DOS RUEDAS	0	0.00%
TOTAL	3	100%
%HV		48.42%

Volumen TPDA		
Hora Pico 8h15-9h15		
Flujo 8		
Tipo de Vehículo	Pantalla 2: Av. 27 de Febrero N-E	
	Volumen	%
LIVIANOS	25	68.61%
BUSES	0	0.00%
CAMIONES LIVIANOS	1	3.58%
CAMIONES MEDIANOS	5	14.31%
CAMIONES PESADOS	3	7.16%
TRAILER	1	3.58%
DOS RUEDAS	1	2.76%
TOTAL	36	100.00%
%HV		28.63%

Fuente: Estudios de Tráfico
Elaborado por: Brito Josué

Tabla 15: Flujos - Pantalla 3: Av. 10 DE Agosto N-O

Volumen TPDA		
Hora Pico 8h15-9h15		
Flujo 9		
Tipo de Vehículo	Pantalla 3: Av. 10 DE Agosto E-O	
	Volumen	%
LIVIANOS	1489	96.87%
BUSES	28	1.85%
CAMIONES LIVIANOS	1	0.08%
CAMIONES MEDIANOS	1	0.08%
CAMIONES PESADOS	8	0.51%
TRAILER	1	0.08%
DOS RUEDAS	8	0.52%
TOTAL	1537	100%
%HV	2.61%	

Volumen TPDA		
Hora Pico 8h15-9h15		
Flujo 10		
Tipo de Vehículo	Pantalla 3: Av. 10 DE Agosto E-O	
	Volumen	%
LIVIANOS	186	97.44%
BUSES	0	0.00%
CAMIONES LIVIANOS	1	0.68%
CAMIONES MEDIANOS	1	0.68%
CAMIONES PESADOS	1	0.68%
TRAILER	0	0.00%
DOS RUEDAS	1	0.52%
TOTAL	191	100%
%HV	2.03%	

Volumen TPDA		
Hora Pico 8h15-9h15		
Flujo 11		
Tipo de Vehículo	Pantalla 3: Av. 10 DE Agosto E-O	
	Volumen	%
LIVIANOS	76	98.32%
BUSES	0	0.00%
CAMIONES LIVIANOS	0	0.00%
CAMIONES MEDIANOS	1	1.68%
CAMIONES PESADOS	0	0.00%
TRAILER	0	0.00%
DOS RUEDAS	0	0.00%
TOTAL	77	100%
%HV	1.68%	

Volumen TPDA		
Hora Pico 8h15-9h15		
Flujo 12		
Tipo de Vehículo	Pantalla 3: Av. 10 DE Agosto E-O	
	Volumen	%
LIVIANOS	115	97.79%
BUSES	0	0.00%
CAMIONES LIVIANOS	1	1.11%
CAMIONES MEDIANOS	0	0.00%
CAMIONES PESADOS	1	1.11%
TRAILER	0	0.00%
DOS RUEDAS	0	0.00%
TOTAL	117	100.00%
%HV	2.21%	

Fuente: Estudios de Tráfico
Elaborado por: Brito Josué

Tabla 16: Flujos - Pantalla 4: Av. Paucarbamba S-E

Volumen TPDA		
Hora Pico 8h15-9h15		
Flujo 13		
Tipo de Vehículo	Pantalla 4: Av. Paucarbamba S-O	
	Volumen	%
LIVIANOS	80	93.92%
BUSES	3	3.04%
CAMIONES LIVIANOS	3	3.04%
CAMIONES MEDIANOS	0	0.00%
CAMIONES PESADOS	0	0.00%
TRAILER	0	0.00%
DOS RUEDAS	0	0.00%
TOTAL	85	100%
%HV	6.08%	

Volumen TPDA		
Hora Pico 8h15-9h15		
Flujo 14		
Tipo de Vehículo	Pantalla 4: Av. Paucarbamba S-O	
	Volumen	%
LIVIANOS	115	98.03%
BUSES	1	1.11%
CAMIONES LIVIANOS	0	0.00%
CAMIONES MEDIANOS	0	0.00%
CAMIONES PESADOS	0	0.00%
TRAILER	0	0.00%
DOS RUEDAS	1	0.86%
TOTAL	117	100%
%HV	1.11%	

Volumen TPDA		
Hora Pico 8h15-9h15		
Flujo 15		
Tipo de Vehículo	Pantalla 4: Av. Paucarbamba S-O	
	Volumen	%
LIVIANOS	364	97.39%
BUSES	5	1.39%
CAMIONES LIVIANOS	0	0.00%
CAMIONES MEDIANOS	3	0.69%
CAMIONES PESADOS	0	0.00%
TRAILER	0	0.00%
DOS RUEDAS	2	0.53%
TOTAL	374	100%
%HV	2.08%	

Volumen TPDA		
Hora Pico 8h15-9h15		
Flujo 16		
Tipo de Vehículo	Pantalla 4: Av. Paucarbamba S-O	
	Volumen	%
LIVIANOS	17	76.17%
BUSES	3	11.92%
CAMIONES LIVIANOS	3	11.92%
CAMIONES MEDIANOS	0	0.00%
CAMIONES PESADOS	0	0.00%
TRAILER	0	0.00%
DOS RUEDAS	0	0.00%
TOTAL	22	100.00%
%HV	23.83%	

Fuente: Estudios de Tráfico
Elaborado por: Brito Josué

CAPÍTULO 2

CONCEPTOS GENERALES DE CAPACIDAD VIAL

2.1 Generalidades

Un estudio de capacidad de un sistema vial toma en cuenta parámetros cuantitativos y cualitativos, que permite evaluar la suficiencia y la calidad del servicio ofrecido por el sistema a los usuarios. (Cal y Mayor R. & Cárdenas G., 2007)

Conocemos la ecuación fundamental del flujo vehicular y sus tres variables que son flujo, velocidad y densidad. Un sistema vial funciona aceptablemente cuando la magnitud del flujo, dentro de una velocidad razonable, es menor que la capacidad del sistema. (Cal y Mayor R. & Cárdenas G., 2007)

Los flujos vehiculares inferiores a la capacidad, que circulan a velocidades bajas y densidades altas, presentan condiciones de operación forzada, que pueden tener detenciones del tránsito produciendo bajos niveles de operación. Por lo tanto, se tiene presente que cuando los valores de los flujos vehiculares están próximos a los de la capacidad, el tránsito se torna inestable y la congestión se hace presente. (Cal y Mayor R. & Cárdenas G., 2007)

2.2 Concepto de capacidad vial

La capacidad de una infraestructura vial es el máximo número de vehículos que pueden pasar por un punto o sección de un carril o calzada durante un intervalo de tiempo dado, bajo las condiciones prevalecientes de la infraestructura vial, del tránsito y de los dispositivos de control. (Cal y Mayor R. & Cárdenas G., 2007)

2.3 Concepto de nivel de servicio

Es una medida de la calidad de la circulación, que se traduce en el grado de satisfacción o contrariedad que experimenta quien usa la vía. Es una medida que describe las condiciones de operación de un flujo vehicular, y de su percepción por los choferes. Estas condiciones se describen en términos de elementos tales como la velocidad y el tiempo de recorrido, la libertad de maniobras, la comodidad, y la seguridad vial. (Cal y Mayor R. & Cárdenas G., 2007)

De acuerdo al Manual de Capacidad Vial HCM 2000 se ha establecido seis niveles de servicio que se describen a continuación:¹⁴

- Nivel de servicio A

Representa circulación a flujo libre. Se posee una altísima libertad para seleccionar sus velocidades deseadas y maniobrar dentro del tránsito.

Figura 9: Nivel de Servicio A



Fuente: Traffic and Highway Engineering. Nicholas J. Garber, Lester A. Hoel

¹⁴ Highway Capacity Manual. (2000). *Transportation Research Board*. Washington DC, United States of America: National Academy of Science.

- Nivel de servicio B

Está aun dentro del rango de flujo libre, disminuye un poco la libertad de maniobrar.

Figura 10: Nivel de Servicio B



Fuente: Traffic and Highway Engineering. Nicholas J. Garber, Lester A. Hoel

- Nivel de servicio C

Pertenece al rango de flujo estable, la operación de los usuarios individuales se ve afectada y la libertad de maniobra comienza a ser restringida.

Figura 11: Nivel de Servicio C



Fuente: Traffic and Highway Engineering. Nicholas J. Garber, Lester A. Hoel

- Nivel de servicio D

Representa una circulación de densidad elevada, la libertad de maniobra quedan seriamente restringidas.

Figura 12: Nivel de Servicio D



Fuente: Traffic and Highway Engineering. Nicholas J. Garber, Lester A. Hoel

- Nivel de servicio E

El funcionamiento está cerca del límite de su capacidad. La velocidad de todos se ve reducida y la libertad de maniobra para circular es extremadamente difícil.

Figura 13: Nivel de Servicio E



Fuente: Traffic and Highway Engineering. Nicholas J. Garber, Lester A. Hoel

- Nivel de servicio F

Representa condiciones de flujo forzado, la cantidad de tránsito que se acerca a un punto, excede la cantidad que puede pasar por él.

Figura 14: Nivel de Servicio F



Fuente: Traffic and Highway Engineering. Nicholas J. Garber, Lester A. Hoel

2.4 Condiciones base o ideales

“Una condición base o ideal, es una condición optima estándar específica de referencia, que deberá ser ajustada para tener en cuenta las condiciones prevalecientes.” (Cal y Mayor R. & Cárdenas G., 2007, pág. 357)

Existe una serie de condiciones base dependiendo del estudio del sistema vial. Por lo tanto una condición prevaleciente en función de una condición base se describe a continuación:

Condición Prevaleciente= (Condición Base)-(Ajuste)

Condición Prevaleciente = (Condición Base) x (Factor de Ajuste)

2.5 Criterios de análisis de capacidad vial y niveles de servicio

Es necesario considerar aspectos fundamentales como el factor de la hora de máxima demanda, en el cual se determina la proporción del flujo para un periodo máximo dentro de la hora de máxima demanda; generalmente se utiliza un periodo de 15 minutos. (Cal y Mayor R. & Cárdenas G., 2007)

En los análisis se determina la tasa de flujo admisible dentro de cierto nivel de servicio, considerando que en función del nivel de servicio estará el número de vehículos por unidad de tiempo que puede admitir la calle, el cual es conocido como flujo de servicio. Por lo tanto, conocemos que si el flujo va aumentando el nivel de servicio va siendo de menor calidad. (Cal y Mayor R. & Cárdenas G., 2007)

Los guías primordiales para identificar el nivel de servicio, son la velocidad y la relación entre el flujo y la capacidad, referida al flujo de la demanda y la capacidad, de tal manera que se puedan apreciar el grado de utilización de la capacidad del sistema vial. Generalmente se realiza un análisis para determinar el efecto de los factores externos e internos en la capacidad base o ideal de cierta sección de vía, y el flujo de servicio que corresponde a un nivel de servicio dado; por lo tanto, los estudios de capacidad sirven para aislar y medir esos factores. (Cal y Mayor R. & Cárdenas G., 2007)

De acuerdo con el libro Ingeniería de Tránsito, Fundamentos y Aplicaciones se establece la metodología con los siguientes criterios:¹⁵

- El flujo y la capacidad, bajo condiciones prevalecientes, se expresan en vehículos mixtos por hora para cada tramo de la carretera o calle.
- El nivel de servicio se aplica a un tramo significativo de la carretera o calle. El tramo puede variar en sus condiciones de operación, en diferentes puntos, debido a variaciones en su capacidad o en el flujo de vehículos. Las variaciones en capacidad provienen de cambios en anchura, por pendientes, por restricciones laterales, por intersecciones, etc.

¹⁵ Cal y Mayor R., R., & Cárdenas G., J. (2007). Ingeniería de Tránsito Fundamentos y Aplicaciones (8a. ed.). Mexico

- Por lo que corresponde a capacidad, se requieren el tipo de infraestructura vial, sus características geométricas, la velocidad media de recorrido, la composición del tránsito y las variaciones del flujo. En referencia al nivel de servicio también se incluyen factores adicionales como la densidad y la relación flujo a capacidad.
- Por razones prácticas se han fijado valores de densidades, velocidades medias de recorrido, demoras y relaciones de flujo a capacidad, que definen los niveles de servicio para autopistas, carreteras de carriles múltiples, carreteras de dos carriles e intersecciones.

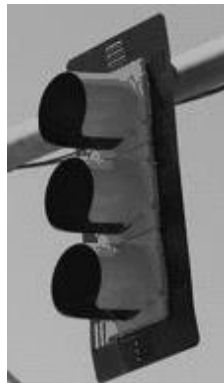
CAPÍTULO 3

INTERSECCIONES SEMAFÓRICAS EN VÍAS URBANAS

3.1 Conceptos generales

Semáforos: son los elementos reguladores del tráfico por excelencia en las zonas urbanas, en el que su función principal es la de permitir el paso alternadamente a los flujos de tránsito que cruzan mediante indicaciones visuales de luces de colores que son el rojo, verde, amarillo.¹⁶

Figura 15: Semáforo



Fuente: Traffic and Highway Engineering. Nicholas J. Garber, Lester A. Hoel

Intersección: es el espacio físico compartido por varias líneas de flujo, ya que por ellas deben pasar vehículos que llevan distintas direcciones. Los ramales de la intersección se cruzan a nivel y se clasifican por el número de ramales que concurren en la misma.¹⁶

Verde Líder (leading green): cuando la indicación de vuelta a la izquierda es antes de la indicación de verde para el flujo de frente opuesto.¹⁷

¹⁶ Blázquez, L. B., & Beviá Garcia, J. F. (2000). Manual de Carreteras (Vol. I)

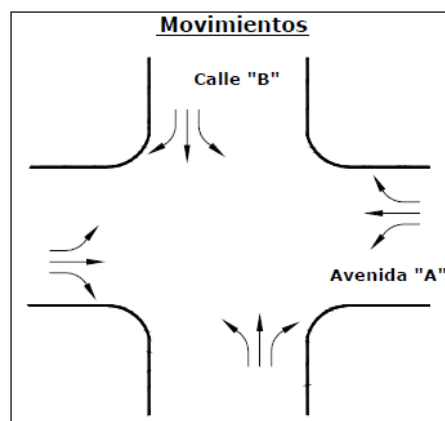
¹⁷ Manual Mexicano de Estudios de Ingeniería de Tránsito. Tomo XII

Verde Tardío (lagging green): cuando la indicación de vuelta a la izquierda toma lugar después del verde del flujo de frente opuesto.¹⁸

Ciclo o longitud de Ciclo: tiempo necesario para que vuelvan a repetirse las mismas condiciones de regulación dentro de la intersección, es decir, es el resultado de la suma de las diferentes fases, así como de los tiempos de transición.¹⁹

Movimiento: maniobra o conjunto de maniobras de un mismo acceso que tiene el derecho de paso simultáneamente.²⁰

Figura 16: Ejemplo de movimientos



Fuente: Ingeniería de Tránsito Fundamentos y Aplicaciones. Rafael Cal y Mayor, James Cárdenas

Intervalo: cualquiera de las divisiones del ciclo, durante la cual no cambian las indicaciones de señal de semáforo.²⁰

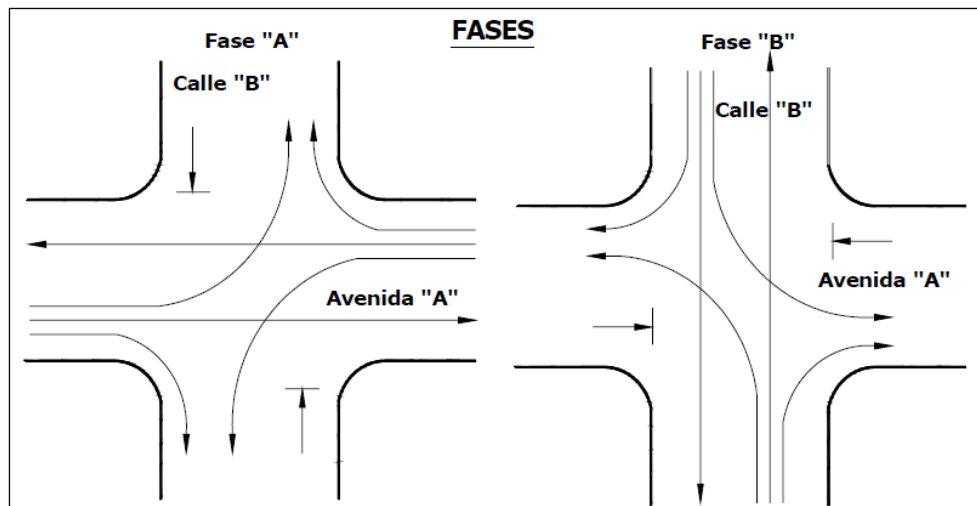
Fase: es la selección y ordenamiento de movimientos simultáneos; es parte del ciclo asignada a cualquier combinación de uno o más movimientos, durante uno o más intervalos.²⁰

¹⁸ Manual Mexicano de Estudios de Ingeniería de Tránsito. Tomo XII

¹⁹ Blázquez, L. B., & Beviá García, J. F. (2000). Manual de Carreteras (Vol. I)

²⁰ Cal y Mayor R., R., & Cárdenas G., J. (2007). Ingeniería de Tránsito Fundamentos y Aplicaciones (8a. ed.). Mexico

Figura 17: Ejemplo: Fases



Fuente: Ingeniería de Tránsito Fundamentos y Aplicaciones. Rafael Cal y Mayor, James Cárdenas

Secuencia de fases

Reparto: porcentaje de la longitud de ciclo asignado a cada una de las fases.²¹

Intervalo de verde: intervalo de derecho de paso durante el cual la indicación de señal es verde.²¹

Intervalo de cambio: tiempo de exposición de la indicación amarilla; es un aviso de precaución para pasar de una fase a otra.²¹

Intervalo todo rojo: tiempo de exposición de una indicación roja para todo el tránsito que se preparan para entrar a la intersección.²¹

3.2 Ventajas y desventajas de los semáforos

Ventajas²¹

- Ordena la circulación de tránsito, optimizando la capacidad en las calles.
- Reduce la frecuencia de algún tipo de accidentes.
- Se puede sincronizar para mantener una circulación continua.
- Permiten interrumpir periódicamente los volúmenes de tránsito intensos de una arteria, para conceder el paso de vehículos y peatones de las vías transversales.

²¹ Cal y Mayor R., R., & Cárdenas G., J. (2007). Ingeniería de Tránsito Fundamentos y Aplicaciones (8a. ed.). Mexico

Desventajas²²

- Causan demoras injustificadas a cierto número de usuarios, especialmente tratándose de volúmenes de tránsito pequeños, causando retardos por duración de la luz roja y de tiempos de ciclo.
- Pueden ocasionar accidentes del tipo alcance, por cambios sorpresivos de color.

3.3 Semáforos a tiempo fijo

Se utilizan en intersecciones donde los patrones de tránsito son relativamente estables, en donde el ciclo, la duración y secuencia de intervalos son invariables y están definidos por un programa establecido con anticipación. Un semáforo puede tener varios programas en los cuales se puede activar a diferentes periodos en el día para satisfacer mejor la demanda del flujo vehicular. (Cal y Mayor R. & Cárdenas G., 2007)

Sus principales ventajas son:

- Facilitan la coordinación con semáforos adyacentes.
- No dependen de los detectores, por lo que no se afectan desfavorablemente cuando se impide la circulación normal de vehículos por los detectores.
- El costo del equipo de tiempo fijo es menor que el del equipo accionado por el tránsito.
- Los semáforos a tiempo fijos son más precisos que los semáforos accionados por el tránsito.

²² Cal y Mayor R., R., & Cárdenas G., J. (2007). Ingeniería de Tránsito Fundamentos y Aplicaciones (8a. ed.). Mexico

3.4 Coordinación de semáforos

Existen cuatro sistemas de coordinación de semáforos de tiempo fijo:

- Sistema simultáneo

Se caracteriza porque los semáforos muestra una misma indicación al mismo tiempo en el cual, los semáforos a lo largo de una vía tienen la misma duración de ciclo, útil para coordinar intersecciones cercanas. (Garber & Hoel, 2005)

$$u = \frac{X}{1.47 C} \quad (14)$$

X = espaciamiento promedio entre semáforos (pies)

u = velocidad de progresión (mi/h)

C= duración de ciclo (segundos)

- Sistema alternado

“En este sistema, las intersecciones en la avenida se constituyen en grupos de una o más intersecciones adyacentes. Entonces los semáforos se sincronizan de manera que se concede el derecho de paso alternativamente a los grupos sucesivos de semáforos.” (Garber & Hoel, 2005, pág. 326)

Este sistema da fluidez si existen tramos viales uniformes, existe el sistema alterno-simple cuando los grupos se constituyen con semáforos individuales en el cual se alterna con el semáforo adyacente y se les conoce como alterno-doble cuando los grupos se constituyen con dos semáforos adyacentes. (Garber & Hoel, 2005)

$$u = \frac{nX}{1.47 C} \quad (15)$$

X = espaciamiento promedio entre semáforos (pies)

n = 2 para el sistema alterno simple

n = 4 para el sistema alterno doble

u = velocidad de progresión (mi/h)

C= duración de ciclo (segundos)

- Sistema progresivo

Este sistema trata de varios semáforos sucesivos, a lo largo de un segmento vial en el cual se asigna la misma duración de ciclo para todas las intersecciones, y la indicación de luz verde para cada intersección sucesiva está desfasada un tiempo dado con respecto a la intersección anterior; aquí intervienen factores como distancia entre intersecciones y la velocidad. (Garber & Hoel, 2005)

Cuando el desfasamiento y la duración de ciclo son fijos, el sistema se conoce como sistema progresivo simple y cuando el desfasamiento y la duración del ciclo pueden cambiarse para acomodarse a las demandas del tráfico distribuido en el día, se le conoce como sistema progresivo flexible. (Garber & Hoel, 2005)

3.5 Semáforos adaptativos

En este tipo de control se utilizan detectores que corresponden a los controles accionados, de varias fases, que consiguen la óptima reducción de las demoras y la máxima eficiencia de movimiento vehicular. Los detectores pueden ser de presión, magnéticos, radar, e inducción. Los semáforos adaptativos toman la duración de cada fase y a veces su orden depende del tránsito que usa la intersección. Toma en cuenta los volúmenes instantáneos del tránsito, densidad y el tiempo de espera en cada fase. (Cal y Mayor R. & Cárdenas G., 2007)

CAPÍTULO 4

EVALUACIÓN OPERATIVA DE LA INTERSECCIÓN

4.1 Determinación de capacidad vial y nivel de servicio en la intersección Av. 10 de Agosto, 27 de Febrero y Av. Paucarbamba (Redondel)

▪ Metodología de estudio

La intersección de estudio se modelará con el programa SIDRA INTERSECTION 5.1, para lo cual son necesarios los siguientes parámetros:

- Infraestructura vial.
- Mediciones de volúmenes de tránsito.
- Períodos críticos.
- Volúmenes de tránsito proyectados.

Para la modelación, analizaremos la situación más desfavorable de la intersección; analizando los periodos críticos de tal manera que comprenda todos los puntos de estudio. Los volúmenes de tránsito corresponderán a la hora máxima demanda de la intersección de estudio correspondientes en la mañana y en la tarde.

La formulación del modelo de análisis se plantea mediante el uso del programa para el análisis de intersecciones SIDRA INTERSECTIONS 5.1 “Signalised & unsignalised Intersection Design & Research Aid”; el cual permite evaluar los principales indicadores dentro del estudio de glorietas.

En las intersecciones se identifican flujos principales y secundarios, donde los principales tienen derecho preferente de paso sobre los secundarios. Por lo tanto, los usuarios del flujo secundario deben esperar que se produzca un intervalo de tiempo (brecha) suficiente en la corriente principal para poder cruzarla. Este valor se denomina brecha crítica y su magnitud depende de las características del usuario y de la longitud que debe cruzar. Los vehículos del flujo secundario experimentan demoras en espera de una brecha adecuada en el flujo principal. (Consortio Consultoría Concesiones Viales Colombia [CVC], 2012)

Las demoras son parámetros para determinar el nivel de servicio ver la tabla que se indica a continuación.

Tabla 17: Criterios para nivel de servicio en intersecciones

Nivel de servicio	Demora por control (segundos/vehículo)
A	≤ 10
B	> 10 - 20
C	> 20 - 35
D	> 35 - 55
E	> 55 - 80
F	> 80

Fuente: Highway Capacity Manual 2000

Elaborado por: Brito Josué

Se define el modelo de esquema de la intersección de estudio con sus respectivos flujos para cada uno de los accesos.

Figura 18: Modelo esquema de intersección de estudio

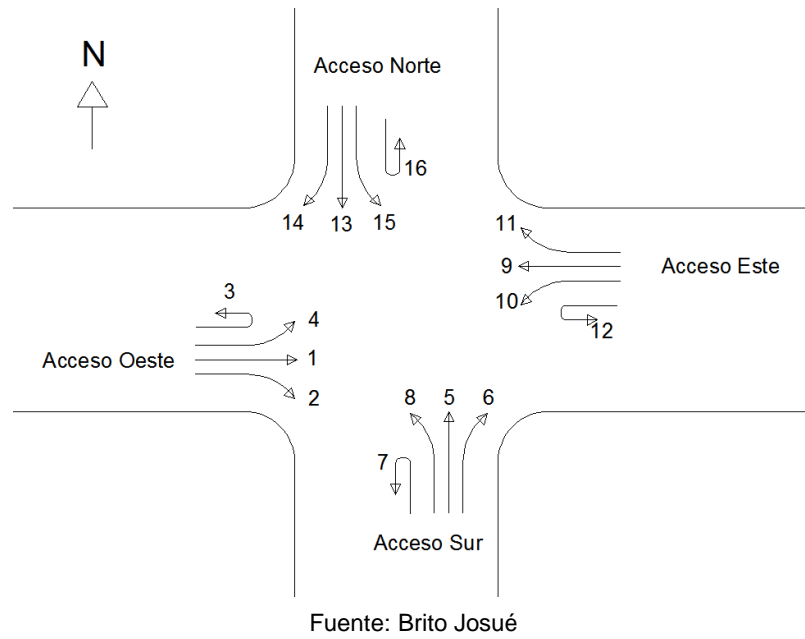
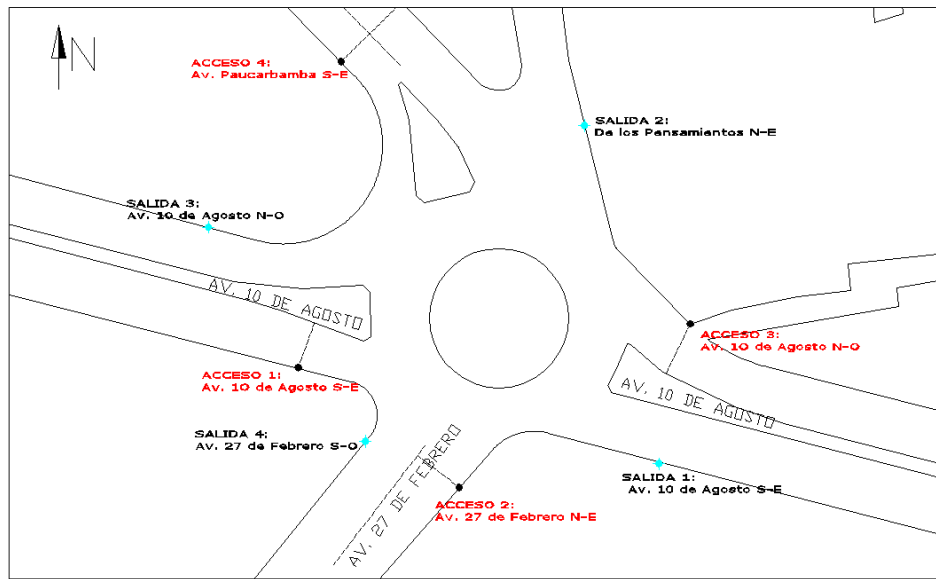


Figura 19: Intersección



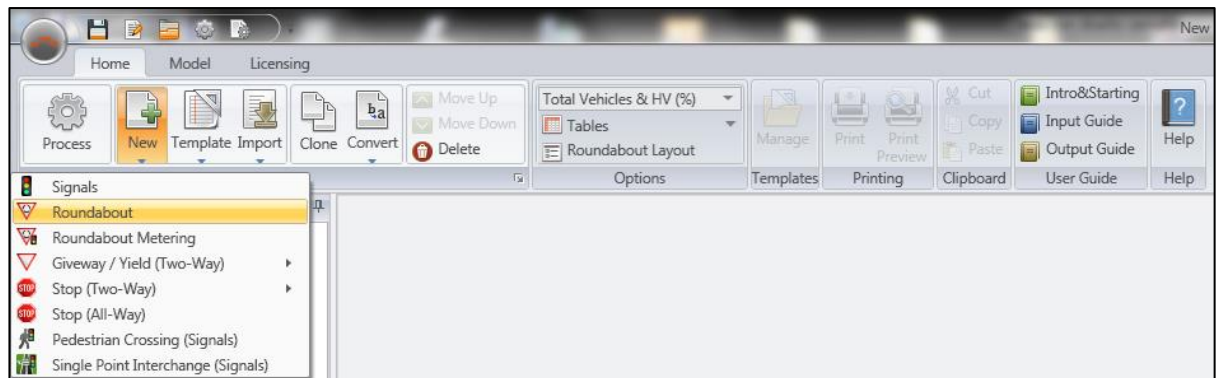
Fuente: Consultoría de Estudios de Volúmenes de Tránsito en Diferentes Intersecciones de la Ciudad de Cuenca

Elaborado por: Ing. Moyano Christian

▪ **Modelación en Sidra Intersection 5.1**

En el programa Sidra Intersection 5.1 se da entrada de los parámetros necesarios para modelar la intersección de estudio estos son: características de la intersección, condiciones geométricas, carriles de análisis y distribución de flujos.

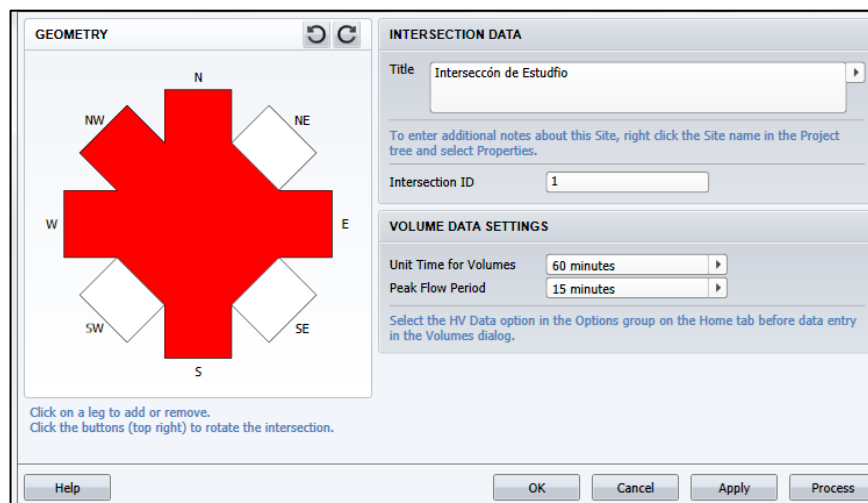
Figura 20: Ventana de inicio



Fuente: Programa Sidra Intersection 5.1

1. Ingresamos las características geométricas de la Intersección de estudio con los valores correspondientes de análisis horario e intervalos de 15 minutos de flujo.

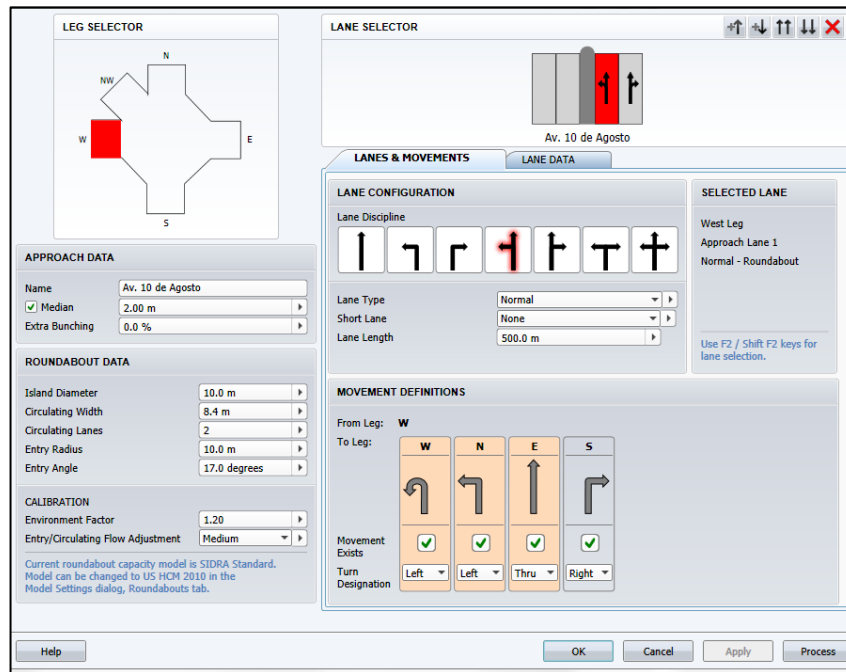
Figura 21: Geometría general de la intersección



Fuente: Programa Sidra Intersection 5.1

- Ingresamos las características geométricas para cada acceso en la intersección.

Figura 22: Geometría y movimientos por acceso



Fuente: Programa Sidra Intersection 5.1

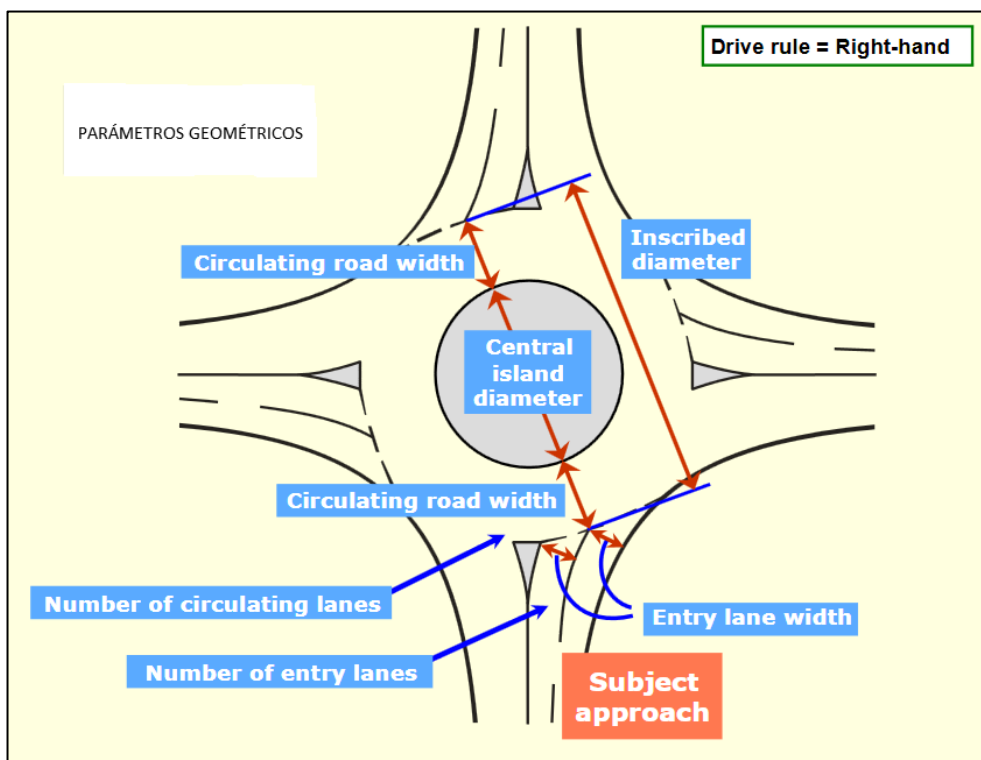
Características por carril:

- Número de carriles.
- Movimientos por carril: en el cual se analiza los flujos frente, derecha, izquierda y retorno. Ver figura 18
- Ancho de carriles.
- Pendientes de entrada de cada acceso.

Características geométricas de la glorieta objeto de estudio:

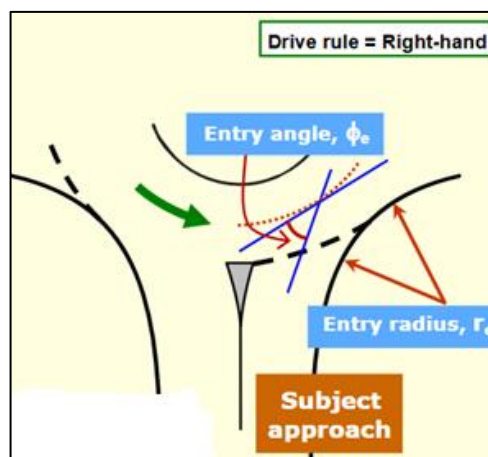
- Diámetro de la isleta central.
- Ancho de circulación.
- Número de circulación de carriles.
- Radio de entrada.
- Ángulo de entrada.

Figura 23: Esquema de parámetros geométricos



Fuente: Akcelik & Associates Pty Ltd

Figura 24: Esquema ángulos y radios de entrada



Fuente: Akcelik & Associates Pty Ltd

Los valores analizados para cada acceso referido a las condiciones geométricas de la glorieta son:

Tabla 18: Acceso 1

SE	
10 de Agosto	
Diámetro isleta central (m)	10
Ancho de circulación (m)	8.4
No. carriles de circulación	2
Radio de entrada (m)	10
Ángulo de entrada (ϕ°)	17

Fuente: Brito Josué

Tabla 19: Acceso 3

NO	
10 de Agosto	
Diámetro isleta central (m)	10
Ancho de circulación (m)	8.4
No. carriles de circulación	2
Radio de entrada (m)	25
Ángulo de entrada (ϕ°)	14

Fuente: Brito Josué

Tabla 20: Acceso 2

NE	
27 de Febrero	
Diámetro isleta central (m)	10
Ancho de circulación (m)	8.4
No. carriles de circulación	2
Radio de entrada (m)	20
Ángulo de entrada (ϕ°)	29

Fuente: Brito Josué

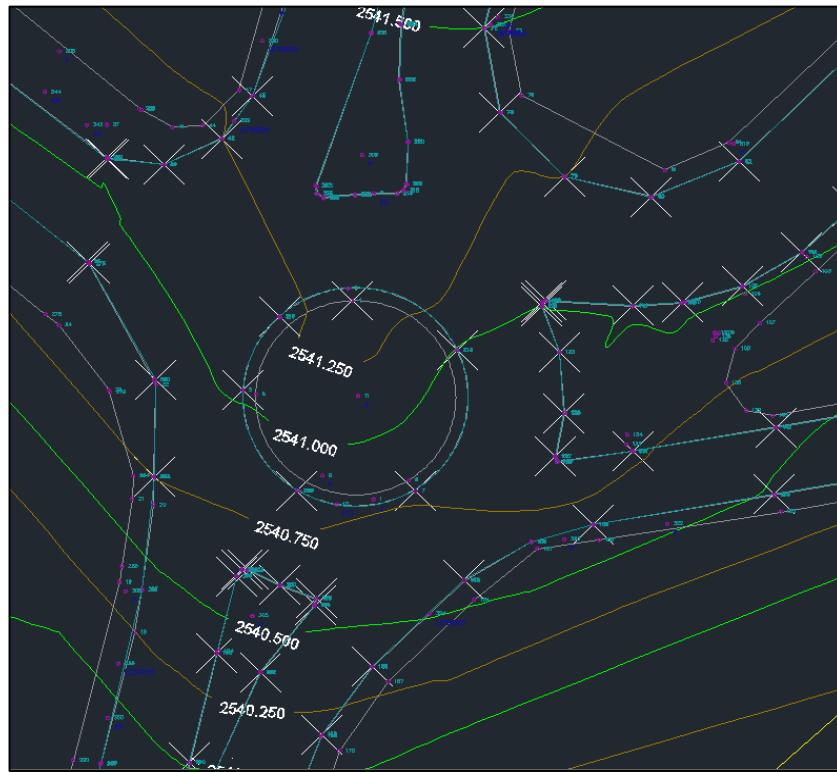
Tabla 21: Acceso 4

SE	
Paucarbamba	
Diámetro isleta central (m)	10
Ancho de circulación (m)	8.4
No. carriles de circulación	2
Radio de entrada (m)	13
Ángulo de entrada (ϕ°)	32

Fuente: Brito Josué

De acuerdo al estudio topográfico se tiene:

Figura 25: Curvas de nivel intersección



Fuente: Brito Josué

Tabla 22: Pendientes de entrada a cada acceso de la intersección

ACCESO	Pendiente %
Norte (Av. Paucarbamba) Acceso 4	-0.69
Sur (Av. 27 de Febrero) Acceso 2	0.04
Este (Av. 10 de Agosto) Acceso 3	3.1
Oeste (Av 10 de Agosto) Acceso 1	-1.5

Fuente: Brito Josué

Los anchos de carril de cada vía de acceso son:

Tabla 23: Anchos de carriles por acceso

ACCESO	Ancho / carril (m)	No carriles
Norte (Av. Paucarbamba) Acceso 4	5	2
Sur (Av. 27 de Febrero) Acceso 2	4	1
Este (Av. 10 de Agosto) Acceso 3	3.65	2
Oeste (Av 10 de Agosto) Acceso 1	3.98	2

Fuente: Brito Josué

- Se ingresan los volúmenes y los porcentajes de vehículos pesados (HV) en la hora pico analizada en cada acceso de la intersección.

Figura 26: Volúmenes por acceso

The screenshot displays the 'MOVEMENT SELECTOR' window for a four-way intersection. The diagram shows the following street layout and movement indicators:

- Top:** Calle De Los Pensamientos
- Bottom:** Av. 27 De Febrero
- Left:** Av. 10 de Agosto
- Right:** Av. 10 de Agosto

On the right side, the 'VOLUMES (Per 60 Minutes)' panel contains the following data:

- Total (veh): 2
- HV (%): 50.0 %

Below this, there is a note: "Select the HV option in the Options group on the Home tab before data entry." and a tip: "Use F2 / Shift F2 keys for data entry without mouse."

The 'VOLUME FACTORS' panel includes:

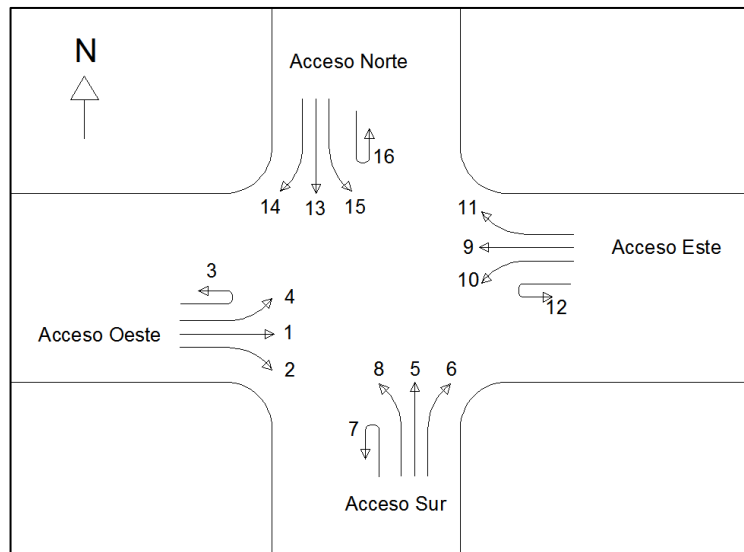
- Peak Flow Factor: 92.0 %
- Vehicle Occupancy: 1.2 pers/veh
- Flow Scale (Constant): 100.0 %
- Growth Rate: 2.0 %/year

At the bottom of the window, there is a button labeled "Import Volume Data from Another Site". The bottom-most bar contains "Help", "OK", "Cancel", "Apply", and "Process" buttons.

Fuente: Programa Sidra Intersection 5.1

Los valores analizados según el modelo de esquema de la intersección son:

Figura 27: Modelo esquema intersección



Fuente: Brito Josué

Tabla 24: Volúmenes de ingreso a la intersección

Acceso	Movimiento	Código	Veh/hr	%HV
Norte (Av. Paucarbamba) Acceso 4	Directo	13	62	6.45%
	Giro Izquierda	15	272	2.21%
	Giro Derecha	14	85	1.18%
	Giro en U	16	16	25.00%
Sur (Av. 27 de Febrero) Acceso 2	Directo	5	166	10.84%
	Giro Izquierda	8	27	29.63%
	Giro Derecha	6	101	9.90%
	Giro en U	7	2	50.00%
Este (Av. 10 de Agosto) Acceso 3	Directo	9	880	2.84%
	Giro Izquierda	10	110	2.73%
	Giro Derecha	11	44	2.27%
	Giro en U	12	67	2.99%
Oeste (Av 10 de Agosto) Acceso 1	Directo	1	669	5.38%
	Giro Izquierda	4	209	6.22%
	Giro Derecha	2	35	2.86%
	Giro en U	3	11	27.27%

Fuente: Brito Josué

4. Se ingresan las velocidades de ingreso y salida de cada acceso. Se hace referencia al modelo esquema de la intersección para indicar los valores.

Tabla 25: Velocidades

ACCESO	Velocidad Km/h	Distancia (m)
Norte (Av. Paucarbamba) Acceso 4	39.5	20
Sur (Av. 27 de Febrero) Acceso 2	25.6	20
Este (Av. 10 de Agosto) Acceso 3	33.4	20
Oeste (Av 10 de Agosto) Acceso 1	36.1	20

Fuente: Brito Josué

5. Demoras analizadas en campo

Las demoras son parámetros fundamentales para determinar el nivel de servicio por ello es necesario realizar el análisis de cada uno de los accesos a la glorieta. Por lo tanto, se tomó datos en campo de las demoras que experimentan los vehículos al ingresar a la intersección de estudio.

- Metodología

Se analiza el periodo de tiempo de máxima demanda que se produce de 8h15 – 9 h15 am. Se tomó el tiempo simultáneamente de los 4 accesos en el periodo de estudio, en el cual se obtuvo la demora por vehículo de una muestra de 50 vehículos por acceso. La demora de análisis es el tiempo en el cual un vehículo llega a la intersección y experimenta demoras en busca de una brecha adecuada para poder cruzarla, por lo tanto, se analiza el tiempo desde que el vehículo ingresa en la intersección hasta que sale de la misma. Finalmente se obtuvo el promedio de demora por acceso.

Tabla 26: Demoras en campo

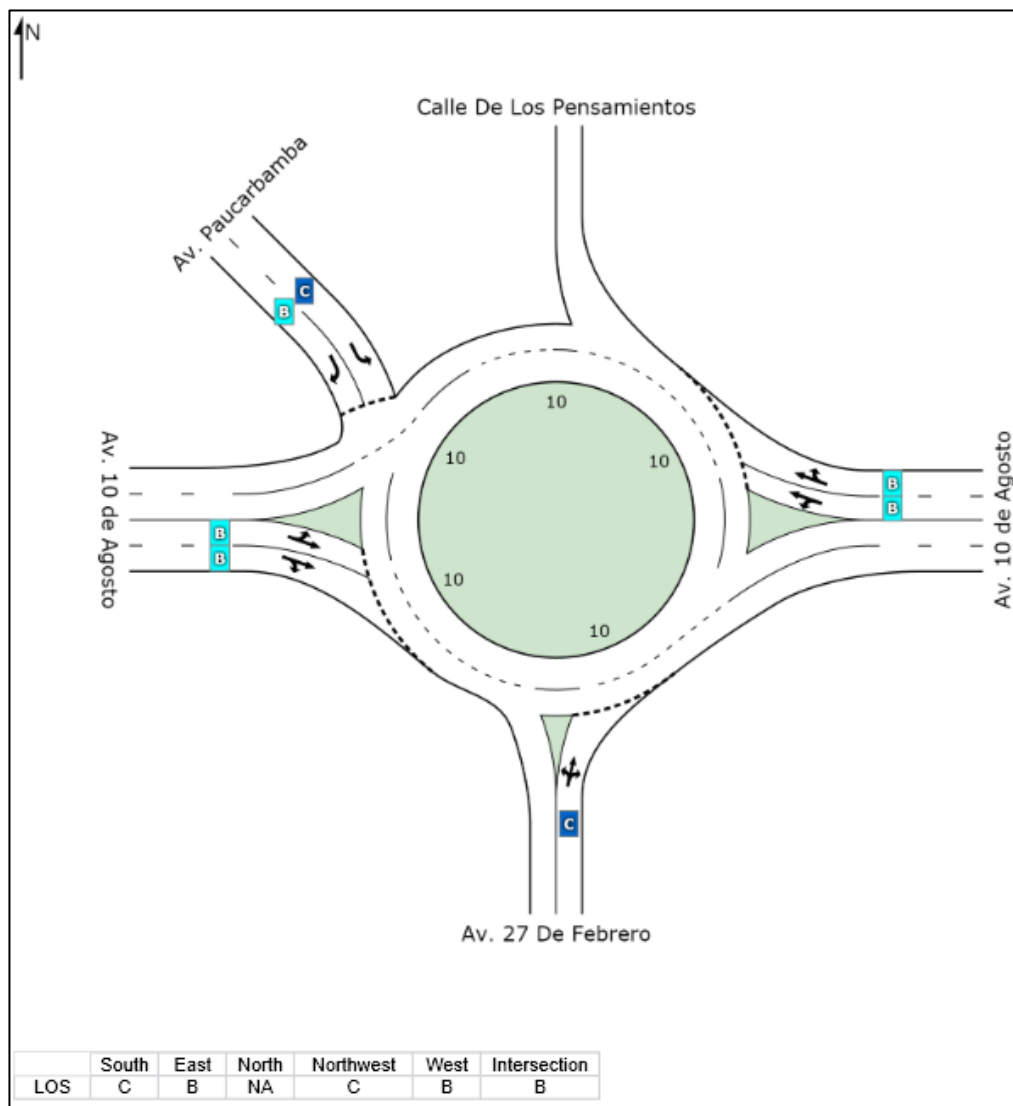
DEMORAS EN CAMPO				
VEHÍCULOS	AV. 10 DE AGOSTO, 27 DE FEBRERO Y AV. PAUCARBAMBA			
	Acceso 1	Acceso 2	Acceso 3	Acceso 4
	Av. 10 de Agosto S-E	Av. 27 de Febrero	Av. 10 de Agosto N-O	Av. Paucarbamba
	(s)	(s)	(s)	(s)
1	13	19	13	17
2	10	24	10	22
3	12	14	10	19
4	10	13	16	30
5	10	12	16	30
6	14	27	12	20
7	15	23	11	33
8	13	12	10	18
9	10	10	16	28
10	13	20	17	17
11	12	12	10	30
12	12	13	10	10
13	19	28	12	21
14	12	27	11	23
15	22	12	12	22
16	12	12	10	17
17	17	11	16	27
18	14	11	15	16
19	25	10	12	12
20	12	16	16	21
21	15	16	11	16
22	15	11	11	24
23	19	12	11	22
24	16	11	15	14
25	13	14	14	14
26	13	31	16	22
27	11	17	16	17
28	15	14	10	13
29	13	18	11	13
30	16	33	11	23
31	12	16	13	19
32	15	17	18	21
33	20	23	13	19
34	15	15	12	15
35	15	31	11	13
36	16	14	12	16
37	14	22	10	23
38	19	13	14	29
39	12	11	17	20
40	15	30	15	12
41	10	14	10	18
42	21	14	13	13
43	14	19	13	22
44	11	24	20	20
45	15	13	20	22
46	13	18	14	23
47	12	26	11	29
48	15	24	11	13
49	15	14	13	16
50	13	19	16	14
PROMEDIO	14.3	17.6	13.14	19.76

Fuente: Brito Josué

6. Se procede a realizar los ajustes al programa Sidra Intersection 5.1 en base a las demoras obtenidas en campo y ajuste de flujos para modelar adecuadamente la intersección de análisis.
7. Finalmente se realiza la modelación en Sidra Intersection 5.1 con todos los parámetros antes mencionados y obtenemos los siguientes valores de capacidad y nivel de servicio de la intersección Av. 10 de Agosto 27 de Febrero y Av. Paucarbamba.

Nivel de servicio

Figura 28: Esquema nivel de servicio



Fuente: Programa Sidra Intersection 5.1

Tabla resumen demora promedio por acceso en segundos

Tabla 27: Demora promedio por acceso

Lane Use and Performance										
	Demand Flows				HV %	Cap. veh/h	Deg. Satn v/c	Lane Util. %	Average Delay sec	
	L veh/h	T veh/h	R veh/h	Total veh/h						
South: Av. 27 De Febrero										
Lane 1	16	90	55	161	12.5	242	0.665	100	20.2	
Approach	16	90	55	161	12.5		0.665		20.2	
East: Av. 10 de Agosto										
Lane 1	160	558	0	718	2.6	831	0.864	100	14.2	
Lane 2	0	657	61	718	2.7	831	0.864	100	13.5	
Approach	160	1215	61	1436	2.7		0.864		13.8	
North West: Av. Paucarbamba										
Lane 1	297	0	0	297	2.3	350	0.850	100	21.8	
Lane 2	0	0	160	160	3.4	277	0.576	100	13.8	
Approach	297	0	160	457	2.7		0.850		19.0	
West: Av. 10 de Agosto										
Lane 1	230	266	0	495	5.9	628	0.788	100	14.1	
Lane 2	0	462	38	500	5.2	634	0.788	100	12.3	
Approach	230	727	38	995	5.5		0.788		13.2	
Intersection				3049	4.1		0.864		14.8	

Fuente: Programa Sidra Intersection 5.1

Tablas resumen de análisis de capacidad vial y nivel de servicio

Tabla 28: Capacidad y nivel de servicio por acceso

Lane Use and Performance											
	Demand Flows				HV %	Cap. veh/h	Deg. Satn v/c	Lane Util. %	Average Delay sec	Level of Service	
	L veh/h	T veh/h	R veh/h	Total veh/h							
South: Av. 27 De Febrero											
Lane 1	16	90	55	161	12.5	242	0.665	100	20.2	LOS C	
Approach	16	90	55	161	12.5		0.665		20.2	LOS C	
East: Av. 10 de Agosto											
Lane 1	160	558	0	718	2.6	831	0.864	100	14.2	LOS B	
Lane 2	0	657	61	718	2.7	831	0.864	100	13.5	LOS B	
Approach	160	1215	61	1436	2.7		0.864		13.8	LOS B	
North West: Av. Paucarbamba											
Lane 1	297	0	0	297	2.3	350	0.850	100	21.8	LOS C	
Lane 2	0	0	160	160	3.4	277	0.576	100	13.8	LOS B	
Approach	297	0	160	457	2.7		0.850		19.0	LOS B	
West: Av. 10 de Agosto											
Lane 1	230	266	0	495	5.9	628	0.788	100	14.1	LOS B	
Lane 2	0	462	38	500	5.2	634	0.788	100	12.3	LOS B	
Approach	230	727	38	995	5.5		0.788		13.2	LOS B	
Intersection				3049	4.1		0.864		14.8	LOS B	

Fuente: Programa Sidra Intersection 5.1

- Análisis de demoras

Tabla 29: Demoras en campo

DEMORAS EN CAMPO				
	AV. 10 DE AGOSTO, 27 DE FEBRERO Y AV. PAUCARBAMBA			
	Acceso 1	Acceso 2	Acceso 3	Acceso 4
	Av. 10 de Agosto S-E	Av. 27 de Febrero	Av. 10 de Agosto N-O	Av. Paucarbamba
Demora promedio	(s)	(s)	(s)	(s)
	14.3	17.6	13.14	19.76

Fuente: Brito Josué

De la ilustración 18 se toma los valores de demora por acceso

Tabla 30: Demoras en software

DEMORAS EN SIDRA INTERSECTION 5.1				
	AV. 10 DE AGOSTO, 27 DE FEBRERO Y AV. PAUCARBAMBA			
	Acceso 1	Acceso 2	Acceso 3	Acceso 4
	Av. 10 de Agosto S-E	Av. 27 de Febrero	Av. 10 de Agosto N-O	Av. Paucarbamba
Demora promedio	(s)	(s)	(s)	(s)
	13.2	20.2	13.8	19.00

Fuente: Sidra Intersection 5.1

Elaborado por: Brito Josué

Tabla 31: Variaciones de la demora en campo vs demora en Sidra

VARIACIONES DEMORA EN CAMPO VS DEMORA EN SIDRA			
Acceso 1	Acceso 2	Acceso 3	Acceso 4
Av. 10 de Agosto S-E	Av. 27 de Febrero	Av. 10 de Agosto N-O	Av. Paucarbamba
%	%	%	%
8.33	-12.87	-4.78	4.00

Elaborado por: Brito Josué

Se compara las demoras en campo vs las demoras obtenidas en el software Sidra y se obtiene la variación de las demoras, por lo tanto, se puede observar que los datos de demoras que presenta Sidra son muy cercanas en relación a las obtenidas en campo. Finalmente, los datos de capacidad y nivel de servicio presentados en Sidra representan adecuadamente las características de la intersección de estudio.

- Análisis actual

La glorieta analizada actualmente tiene un nivel de servicio B en el cual disminuye un poco la libertad de maniobra y permanece dentro del rango de flujo libre. Además, los ramales de acceso al redondel presentan un nivel de servicio B para la Av. 10 de Agosto (Oeste), C para la Av. Paucarbamba (Noroeste), B para la Av. 10 de Agosto (Este), y un nivel C para la Av. 27 de Febrero (Sur).

De acuerdo con los conceptos de nivel de servicio que presenta el HCM 2000 se tiene:²³

El nivel de servicio C para las Avenidas Av. Paucarbamba (Noroeste), Av. 27 de Febrero (Sur) representan condiciones dentro del flujo estable y la libertad de maniobra comienza a ser más restringida.

El nivel de Servicio B para las Avenidas Av. 10 de Agosto (Oeste), Av. 10 de Agosto (Este) representa condiciones de flujo libre, disminuye un poco la libertad de maniobra y la presencia de otros vehículos comienza a influir en el comportamiento individual de cada uno.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos es necesario analizar la glorieta de estudio en los próximos 5 años para evaluar sus condiciones operativas y tomar medidas para mejorar la vida útil de la intersección y por lo tanto sus condiciones operativas.

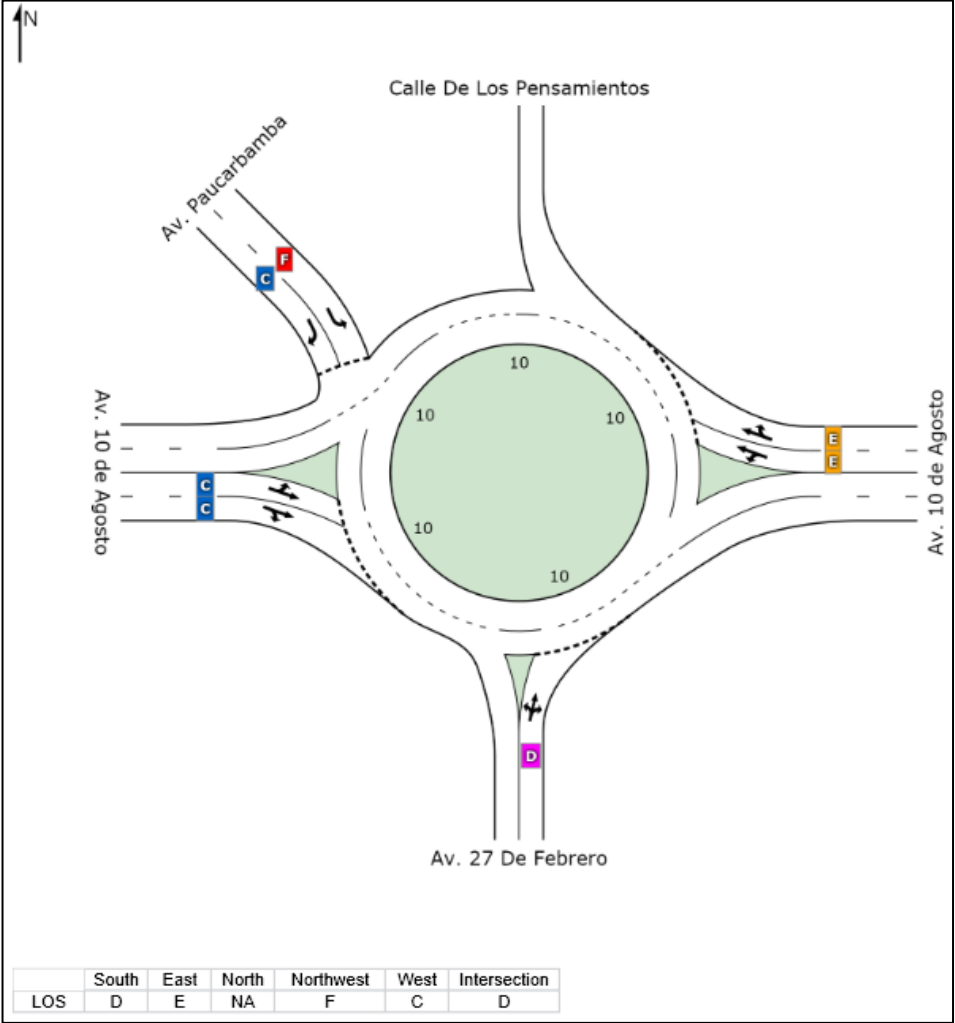
Con los volúmenes proyectados para el año 2018 se analiza la intersección y se propone alternativas para mejorar la misma.

²³ Highway Capacity Manual. (2000). *Transportation Research Board*. Washington DC, United States of America: National Academy of Science.

▪ **Análisis de la intersección para el año 2018**

Nivel de servicio

Figura 29: Esquema nivel de servicio



Fuente: Programa Sidra Intersection 5.1

Tabla resumen demora promedio por acceso en segundos

Tabla 32: Demora promedio por acceso

Lane Use and Performance										
	Demand Flows				Total	HV %	Cap. veh/h	Deg. Satn v/c	Lane Util. %	Average Delay sec
	L	T	R							
	veh/h	veh/h	veh/h	veh/h						
South: Av. 27 De Febrero										
Lane 1	18	107	65	189	12.0	198	0.957	100	53.5	
Approach	18	107	65	189	12.0		0.957		53.5	
East: Av. 10 de Agosto										
Lane 1	190	660	0	850	2.5	790	1.076	100	57.1	
Lane 2	0	778	72	850	2.6	790	1.076	100	56.4	
Approach	190	1438	72	1700	2.6		1.076		56.8	
North West: Av. Paucarbamba										
Lane 1	352	0	0	352	2.2	296	1.188	100	112.2	
Lane 2	0	0	189	189	3.2	231	0.818	100	25.3	
Approach	352	0	189	541	2.6		1.188		81.8	
West: Av. 10 de Agosto										
Lane 1	271	314	0	585	5.6	614	0.953	100	27.6	
Lane 2	0	546	45	590	5.0	620	0.953	100	25.7	
Approach	271	860	45	1176	5.3		0.953		26.6	
Intersection				3606	4.0		1.188		50.5	

Fuente: Programa Sidra Intersection 5.1

Tablas resumen de análisis de capacidad vial y nivel de servicio año 2018

Tabla 33: Capacidad y nivel de servicio por acceso

Lane Use and Performance											
	Demand Flows				Total	HV %	Cap. veh/h	Deg. Satn v/c	Lane Util. %	Average Delay sec	Level of Service
	L	T	R								
	veh/h	veh/h	veh/h	veh/h							
South: Av. 27 De Febrero											
Lane 1	18	107	65	189	12.0	198	0.957	100	53.5	LOS D	
Approach	18	107	65	189	12.0		0.957		53.5	LOS D	
East: Av. 10 de Agosto											
Lane 1	190	660	0	850	2.5	790	1.076	100	57.1	LOS E	
Lane 2	0	778	72	850	2.6	790	1.076	100	56.4	LOS E	
Approach	190	1438	72	1700	2.6		1.076		56.8	LOS E	
North West: Av. Paucarbamba											
Lane 1	352	0	0	352	2.2	296	1.188	100	112.2	LOS F	
Lane 2	0	0	189	189	3.2	231	0.818	100	25.3	LOS C	
Approach	352	0	189	541	2.6		1.188		81.8	LOS F	
West: Av. 10 de Agosto											
Lane 1	271	314	0	585	5.6	614	0.953	100	27.6	LOS C	
Lane 2	0	546	45	590	5.0	620	0.953	100	25.7	LOS C	
Approach	271	860	45	1176	5.3		0.953		26.6	LOS C	
Intersection				3606	4.0		1.188		50.5	LOS D	

Fuente: Programa Sidra Intersection 5.1

- Análisis 2018

La glorieta analizada actualmente tiene un nivel de servicio D que representa una circulación de densidad elevada en el cual la velocidad y libertad de maniobra quedan seriamente restringidas. Los ramales de acceso al redondel presentan un nivel de servicio C para la Av. 10 de Agosto (Oeste), F para la Av. Paucarbamba (Noroeste), E para la Av. 10 de Agosto (Este), y un nivel D para la Av. 27 de Febrero (Sur).

De acuerdo con el manual HCM 2000 los niveles de servicio para cada uno de los accesos de entrada en la intersección presentan las siguientes características:²⁴

El nivel F de la Av. Paucarbamba (Noroeste) representa condiciones de flujo forzado y da lugar a la formación de colas.

El nivel de servicio C para la Av. 10 de Agosto (Oeste), está dentro del flujo estable y la libertad de maniobra comienza a ser más restringida.

El nivel de servicio E para la Av. 10 de Agosto (Este), nos indica que el funcionamiento está cerca del límite de su capacidad y la libertad de maniobra para circular es extremadamente difícil, por tanto, la circulación se torna inestable.

El nivel de servicio D para la Av. 27 de Febrero (Sur), los usuarios experimentan un nivel de comodidad y conveniencia bajo, la densidad de circulación es elevada y la libertad de manobra es restringida.

El nivel D está en un rango en el que los pequeños aumentos en el flujo pueden causar aumentos sustanciales en la demora y la disminución de la velocidad de desplazamiento.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos se implementará las reformas correspondientes para mejorar la vida útil de la intersección y por lo tanto sus condiciones operativas.

²⁴ Highway Capacity Manual. (2000). *Transportation Research Board*. Washington DC, United States of America: National Academy of Science

- Nivel de servicio para el año 2023

Tabla 34: Nivel de servicio glorieta 2023

Lane Use and Performance										
	Demand Flows			Total	HV %	Cap. veh/h	Deg. Satn v/c	Lane Util. %	Average Delay sec	Level of Service
	L veh/h	T veh/h	R veh/h							
South: Av. 27 De Febrero										
Lane 1	21	123	75	220	11.9	190	1.154	100	113.7	LOS F
Approach	21	123	75	220	11.9		1.154		113.7	LOS F
East: Av. 10 de Agosto										
Lane 1	220	767	0	988	2.5	782	1.263	100	134.1	LOS F
Lane 2	0	903	84	987	2.5	781	1.263	100	133.3	LOS F
Approach	220	1671	84	1975	2.5		1.263		133.7	LOS F
North West: Av. Paucarbamba										
Lane 1	409	0	0	409	2.2	315	1.300	100	157.2	LOS F
Lane 2	0	0	220	220	3.2	248	0.887	100	28.7	LOS C
Approach	409	0	220	628	2.6		1.300		112.3	LOS F
West: Av. 10 de Agosto										
Lane 1	314	365	0	679	5.5	599	1.134	100	82.3	LOS F
Lane 2	0	634	52	686	4.9	605	1.134	100	80.5	LOS F
Approach	314	999	52	1365	5.2		1.134		81.4	LOS F
Intersection				4188	3.9		1.300		112.4	LOS F

Fuente: Programa Sidra Intersection 5.1

De los resultados se tiene un nivel de servicio F para la glorieta analizada en el año 2023 por lo que tendremos flujos forzados dando lugar a la formación de colas.

Reforma Geométrica

Metodología de Análisis

Para mejorar el nivel de servicio D que presenta la intersección en el año 2018 se analiza específicamente características geométricas y características de cada uno de los carriles de acceso a la intersección para proceder nuevamente a la evaluación de la intersección.

1. Características por carril

- Número de carriles.
- Movimientos por carril: en el cual se analiza los flujos frente, derecha, izquierda y retorno.
- Ancho de carriles.
- Pendientes de entrada de cada acceso.

2. Características geométricas de la Glorieta objeto de estudio

- Diámetro de la isleta central.
- Ancho de Circulación.
- Número de circulación de carriles.
- Radio de Entrada.
- Ángulo de Entrada.

3. Una vez obtenida la reforma geométrica se realiza el análisis operativo de la intersección con la mejora implementada y se analiza sus condiciones operativas para 5 años.

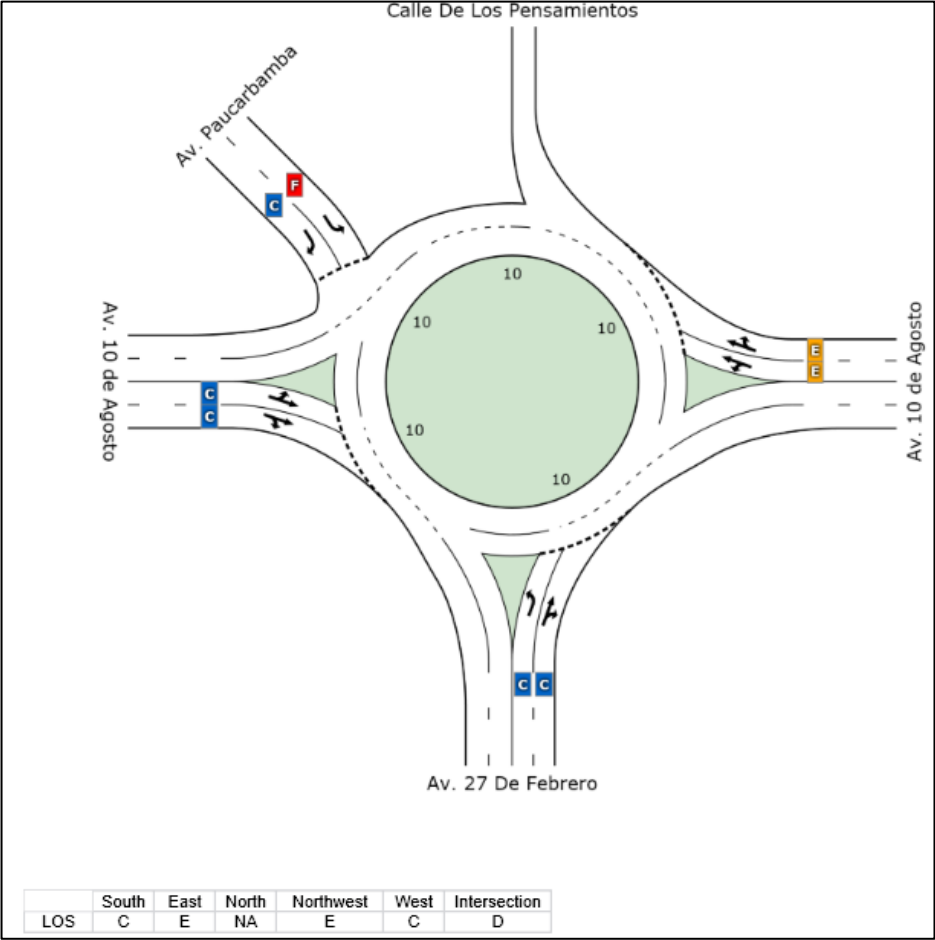
De acuerdo al estudio planimétrico y taquimétrico de la intersección se observa la posibilidad de ampliación de carriles en la Av. 27 de Febrero. Actualmente la Av. 27 de Febrero cuenta con un carril de entrada y salida. Ver anexo 2 planos. (Lámina 1)

Se observa parqueaderos localizados cerca de la entrada a la intersección y un amplio ancho de veredas que presenta la misma, por tanto, se procede a eliminar los parqueaderos y parte de las veredas para ampliar a dos carriles de entrada y dos carriles de salida. Cada uno de los carriles de acceso a la intersección en la Av. 27 de Febrero serán de 3.65 m. Ver anexo 2 planos. (Lámina 2 y 3)

Evaluación de la intersección con reforma geométrica 2018

Se modela la intersección en el programa Sidra Intersection 5.1 con la metodología antes mencionada.

Figura 30: Esquema nivel de servicio



Fuente: Programa Sidra Intersection 5.1

Tabla resumen con reforma geométrica demora promedio con por acceso en segundos.

Tabla 35: Demora promedio por acceso

Lane Use and Performance									
	Demand Flows				HV %	Cap. veh/h	Deg. Satn v/c	Lane Util. %	Average Delay sec
	L veh/h	T veh/h	R veh/h	Total veh/h					
South: Av. 27 De Febrero									
Lane 1	18	0	0	18	30.1	77	0.233	100	34.8
Lane 2	0	107	65	171	10.1	244	0.702	100	23.1
Approach	18	107	65	189	12.0		0.702		24.2
East: Av. 10 de Agosto									
Lane 1	190	660	0	850	2.5	784	1.084	100	60.0
Lane 2	0	778	72	850	2.6	784	1.084	100	59.2
Approach	190	1438	72	1700	2.6		1.084		59.6
North West: Av. Paucarbamba									
Lane 1	352	0	0	352	2.2	314	1.123	100	84.4
Lane 2	0	0	189	189	3.2	247	0.767	100	20.6
Approach	352	0	189	541	2.6		1.123		62.1
West: Av. 10 de Agosto									
Lane 1	271	314	0	585	5.6	605	0.968	100	30.5
Lane 2	0	546	45	590	5.0	610	0.968	100	28.6
Approach	271	860	45	1176	5.3		0.968		29.5
Intersection				3606	4.0		1.123		48.3

Fuente: Programa Sidra Intersection 5.1

Tablas resumen con reforma geométrica de análisis de capacidad vial y nivel de servicio año 2018.

Tabla 36: Capacidad y nivel de servicio por acceso

Lane Use and Performance										
	Demand Flows			Total	HV %	Cap. veh/mn	Deg. Satn v/c	Lane Util. %	Average Delay sec	Level of Service
	L veh/h	T veh/h	R veh/h							
South: Av. 27 De Febrero										
Lane 1	18	0	0	18	30.1	77	0.233	100	34.8	LOS C
Lane 2	0	107	65	171	10.1	244	0.702	100	23.1	LOS C
Approach	18	107	65	189	12.0		0.702		24.2	LOS C
East: Av. 10 de Agosto										
Lane 1	190	660	0	850	2.5	784	1.084	100	60.0	LOS E
Lane 2	0	778	72	850	2.6	784	1.084	100	59.2	LOS E
Approach	190	1438	72	1700	2.6		1.084		59.6	LOS E
North West: Av. Paucarbamba										
Lane 1	352	0	0	352	2.2	314	1.123	100	84.4	LOS F
Lane 2	0	0	189	189	3.2	247	0.767	100	20.6	LOS C
Approach	352	0	189	541	2.6		1.123		62.1	LOS E
West: Av. 10 de Agosto										
Lane 1	271	314	0	585	5.6	605	0.968	100	30.5	LOS C
Lane 2	0	546	45	590	5.0	610	0.968	100	28.6	LOS C
Approach	271	860	45	1176	5.3		0.968		29.5	LOS C
Intersection				3606	4.0		1.123		48.3	LOS D

Fuente: Programa Sidra Intersection 5.1

Análisis de reforma geométrica 2018

Es importante destacar que la intersección en su estado actual en la Av 27 de Febrero tiene un nivel de servicio D con una demora de 53.5 segundos, y con la reforma geométrica el acceso mejora notablemente con un nivel de servicio C con 24.2 segundos. Sin embargo, los demás ramales de la intersección presentan demoras elevadas que ocasionan un nivel de servicio D global de la intersección. Es necesario conocer que la demora global de la intersección se determina como un promedio ponderado de las demoras en todos los accesos de la intersección.

Análisis del nivel de servicio de la glorieta con reforma geométrica 2023

Tabla 37: Nivel de servicio de glorieta 2023

Lane Use and Performance										
	Demand Flows				HV %	Cap. veh/h	Deg. Satn v/c	Lane Util. %	Average Delay sec	Level of Service
	L veh/h	T veh/h	R veh/h	Total veh/h						
South: Av. 27 De Febrero										
Lane 1	21	0	0	21	30.2	87	0.244	100	30.3	LOS C
Lane 2	0	123	75	198	9.9	261	0.760	100	23.5	LOS C
Approach	21	123	75	220	11.9		0.760		24.1	LOS C
East: Av. 10 de Agosto										
Lane 1	220	767	0	988	2.5	774	1.276	100	139.0	LOS F
Lane 2	0	903	84	987	2.5	774	1.276	100	138.3	LOS F
Approach	220	1671	84	1975	2.5		1.276		138.7	LOS F
North West: Av. Paucarbamba										
Lane 1	409	0	0	409	2.2	318	1.287	100	151.3	LOS F
Lane 2	0	0	220	220	3.2	250	0.877	100	27.4	LOS C
Approach	409	0	220	628	2.6		1.287		108.0	LOS F
West: Av. 10 de Agosto										
Lane 1	314	365	0	679	5.5	598	1.135	100	82.8	LOS F
Lane 2	0	634	52	686	4.9	604	1.135	100	80.9	LOS F
Approach	314	999	52	1365	5.2		1.135		81.9	LOS F
Intersection				4188	3.9		1.287		109.5	LOS F

Fuente: Sidra Intersection 5.1

El nivel F dentro de los análisis de tráfico representa congestionamiento y operación saturada en la intersección.

CAPÍTULO 5

DISEÑO DE LA INTERSECCIÓN SEMAFÓRICA A TIEMPO FIJO

5.1 Determinación de tiempo semafórico

- Metodología de diseño para el tiempo semafórico

La metodología empleada en el diseño hace referencia a los documentos

- Manual HCM 2000²⁵

- Ingeniería de Tránsito, Fundamentos y Aplicaciones²⁶

Se describen los siguientes criterios:

1. Intervalo de cambio de fase

$$\text{Intervalo de cambio de fase} = \text{Amarillo} + \text{Todo Rojo} \quad (16)$$

2. Longitud de ciclo

F.V. Webster con base en observaciones de campo y simulación de un amplio rango de condiciones de prácticas, se obtiene una demanda mínima, la duración de ciclo se obtiene:

$$C_o = 1 + \frac{1.5 L + 5}{1 - \sum_{i=1}^{\varphi} Y_i} \quad (17)$$

C_o = tiempo óptimo de ciclo (s)

L = tiempo total perdido por ciclo (s)

²⁵ Highway Capacity Manual. (2000). *Transportation Research Board*. Washington DC, United States of America: National Academy of Science

²⁶ Cal y Mayor R., R., & Cárdenas G., J. (2007). *Ingeniería de Tránsito Fundamentos y Aplicaciones* (8a. ed.). Mexico

Y_i = máximo valor de la relación entre el flujo actual y el flujo de saturación para el acceso o movimiento o carril crítico de la fase i

φ = número de fases

3. Tiempo perdido por fase

$$l_1 = y_1 = A_1 + TR_1 \quad (18)$$

l_1 = tiempo perdido por fase

A_1 = amarillo

TR_1 = todo rojo

4. Tiempo total perdido por ciclo L

$$L = \sum_{i=1}^{\varphi} (A_i + TR_i) \quad (19)$$

L = tiempo total perdido por ciclo

A_1 = amarillo

TR_1 = todo rojo

5. Asignación de tiempos de verdes

$$g_T = C - L = C - \left[\sum_{i=1}^{\varphi} (A_i + TR_i) \right] \quad (20)$$

g_T = tiempo verde efectivo total por ciclo disponible para todos los accesos

C = longitud actual del ciclo (C_0)

Para obtener una demora total mínima en la intersección, el tiempo verde efectivo total g_T debe distribuirse entre las diferentes fases en proporción a sus valores de Y_i con la siguiente ecuación:

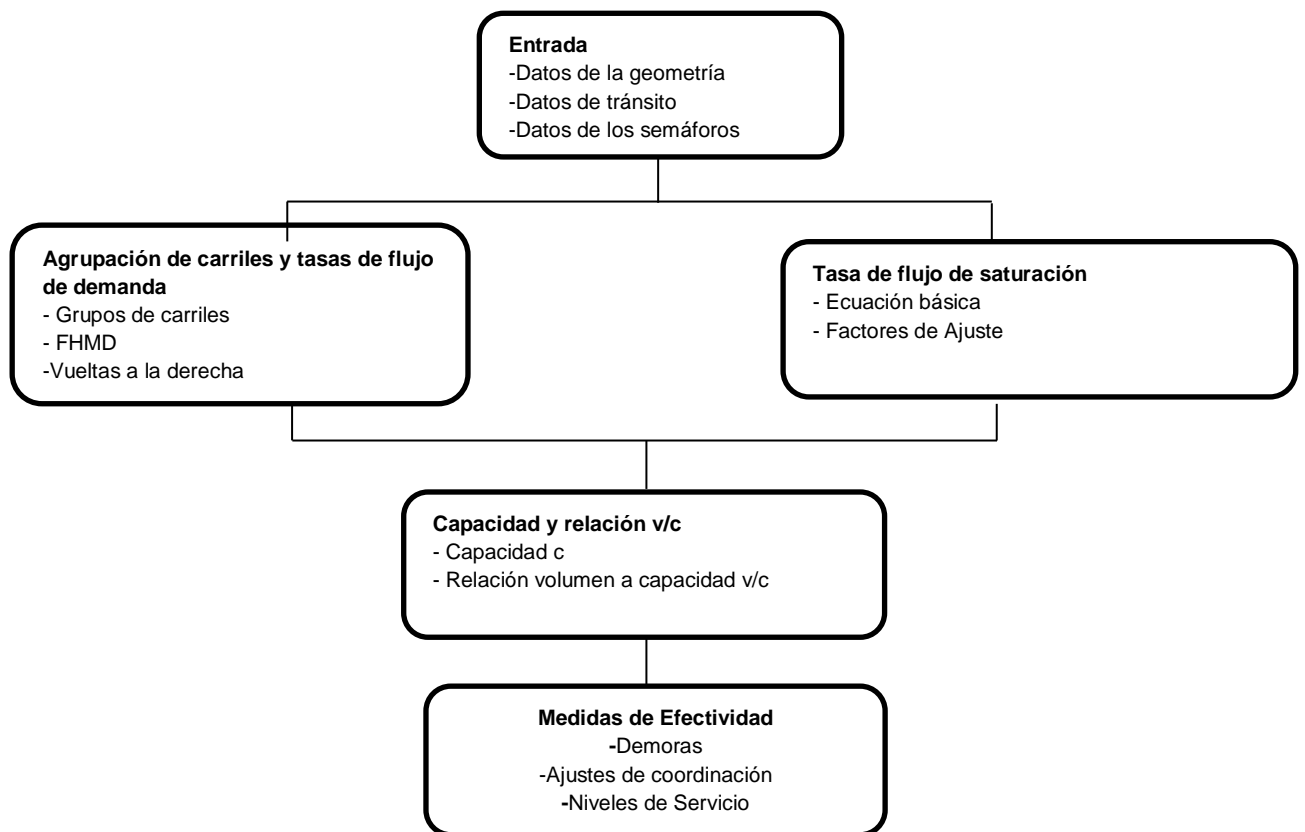
$$g_i = \frac{Y_i}{1 - \sum_{i=1}^{\varphi} Y_i} (g_T) = \frac{Y_i}{Y_1 + Y_2 + \dots + Y_{\varphi}} (g_T) \quad (21)$$

Consideraciones para las fases

El número de fases de un semáforo depende de la de la intersección de estudio de análisis. El número de fases tiene un rango que varía entre dos fases hasta ocho fases. La eficiencia de una intersección semaforizada tiende a bajar cuando el número de fases se crece. (Programa de Asistencia Técnica en Transporte Urbano para las Ciudades Mexicanas)

- **Metodología de análisis operacional**

Figura 31: Metodología para el análisis de intersecciones con semáforos



Fuente: Highway Capacity Manual

Elaborado por: Brito Josué

1. Parámetros de entrada

Condiciones geométricas

Se refieren a la configuración física de la intersección en términos de número de carriles, ancho de carriles, movimientos por carril, ubicación de estacionamientos y pendientes de los accesos a la intersección.

Condiciones de tránsito

Los estudios de tráfico proporcionan los volúmenes de tránsito para cada movimiento en cada acceso y su composición en términos de automóviles, autobuses y camiones.

Condiciones de los semáforos

Es necesario conocer el diagrama que corresponde al plan de fases, longitud de ciclo. Tiempos de verde e intervalos de cambio para cada uno de los movimientos analizados.

2. Vehículo Liviano Equivalente (V.L.E)

Tabla 38: Factor vehículo liviano equivalente

Intersecciones semaforizadas	
Livianos	1
Buses	2.25
Camiones	1.75


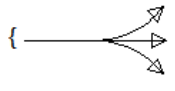
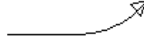
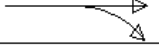

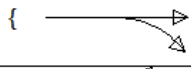
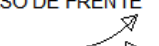
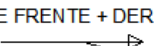
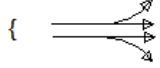

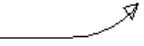

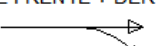
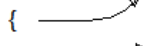

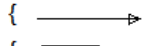
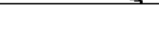
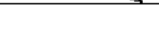
Fuente: Research on Road Traffic, Road Research Laboratory, Londres 1965
Elaborado por: Brito Josué

3. Agrupación de carriles

Un grupo de carriles es un conjunto de carriles de un acceso que carga un conjunto de flujos vehiculares. Es necesario establecer en la intersección grupos de carriles apropiados, considerando la geometría y la distribución de movimientos vehiculares.

El grupo crítico de carriles, es el grupo de carriles que requiere el tiempo máximo de luz verde en una fase, de tal manera que este grupo de carriles determine el lapso máximo de tiempo de luz verde que se asigna a esa fase.

Figura 32: Grupos típicos de carril para el análisis

NÚMERO DE CARRILES	MOVIMIENTO POR CARRILES	POSIBILIDAD DE GRUPO DE CARRIL
1	IZQ + PASO DE FRENTE + DER 	① { 
2	EXCLUSIVO IZQ  PASO DE FRENTE + DER 	② {  { 
2	IZQ + PASO DE FRENTE  PASO DE FRENTE + DER 	① {  { 
3	EXCLUSIVO IZQ  PASO DE FRENTE  PASO DE FRENTE + DER 	② {  {  {  ③ {  { 

Fuente: Highway Capacity Manual
Elaborado por: Brito Josué

4. Determinación de la tasa de flujo

Es necesario convertir los volúmenes horarios a tasas de flujo durante 15 minutos a través del factor de la hora de máxima demanda, así

$$V_p = \frac{V}{FHMD} \tag{22}$$

V_p = tasa de flujo durante los 15 minutos más cargados (veh/h)

V = volumen horario de vehículos

$FHMD$ = Factor de hora de máxima demanda

5. Determinación de la tasa de flujo de saturación

$$s_i = s_o \cdot N \cdot f_A \cdot f_{HV} \cdot f_p \cdot f_e \cdot f_{aut} \cdot f_a \cdot f_{DER} \cdot f_{IZQ} \quad (23)$$

s_i = tasa de flujo de saturación del grupo de carriles i (vehículos / hora verde)

s_o = tasa de flujo de saturación base por carril (autos/hora verde/ carril)

N = número de carriles del grupo del grupo de carriles

f_A = factor de ajuste por ancho de carriles

f_{HV} = factor de ajuste por vehículos pesados

f_p = factor de ajuste por pendiente del acceso

f_e = factor de ajuste por estacionamiento adyacente al grupo de carriles

f_{aut} = factor de ajuste por bloqueo de buses que paran en el área de la intersección

f_a = factor de ajuste por tipo de área

f_{der} = factor de ajuste para vueltas a la derecha

f_{izq} = factor de ajuste para vueltas a la izquierda

Ajuste por ancho de carril (f_A)

Toma en cuenta el efecto de los carriles angostos

$$f_A = \frac{A - 3.65}{9.14} \quad (24)$$

Si $A > 4.88$ m, se debe considerar un análisis de dos carriles

Factor de ajuste por vehículos pesados (f_{HV})

$$f_{HV} = \frac{100}{100 + \%HV(Et - 1)} \quad (25)$$

$Et = 2$

Factor de ajuste por pendiente del acceso (f_p)

$$f_{HV} = 1 - \frac{\%G}{200} \quad (26)$$

Factor de ajuste por actividad de estacionamiento (fe)

$$f_e = \frac{N - 0.1 - \frac{18 \cdot N}{3600}}{N} \quad (27)$$

Factor de ajuste para bloqueo de autobuses (faut)

$$f_e = \frac{N - \frac{14.4 \cdot N}{3600}}{N} \quad (28)$$

Factor de ajuste para vueltas a la derecha

Carril compartido

$$f_{RT} = 1 - 0.15 \cdot P_{RT} \quad (29)$$

Factor de ajuste para vueltas a la izquierda

Carril compartido

$$f_{LT} = \frac{1}{1.0 + 0.05 \cdot P_{LT}} \quad (30)$$

6. Determinación de la capacidad y la relación volumen capacidad**Capacidad**

La capacidad en una intersección con semáforos se define para cada acceso o grupo de carriles, como la tasa de flujo máxima que puede pasar a través de la intersección bajo condiciones prevalecientes de tránsito.

$$c_i = s_i \left(\frac{g_i}{C} \right) \quad (31)$$

Donde:

c_i = capacidad del grupo de carriles i (veh/h)

s_i = tasa de flujo de saturación del grupo de carriles i (veh/hora verde)

g_i = tiempo verde efectivo para el grupo de carriles i (segundos/verdes)

C = ciclo del semáforo (segundos)

G_i/C = relación de verde efectivo para el grupo de carriles i

Relación volumen a capacidad

La relación volumen a capacidad llamada también grado de saturación (X_i) se calcula:

$$x_i = \frac{v_i}{c_i} \quad (32)$$

V_i = tasa de flujo de la demanda actual o proyectada

$$x_i = \frac{v_i}{s_i \left(\frac{g_i}{C}\right)} = \frac{\left(\frac{v}{s}\right)_i}{\frac{g_i}{C}} \quad (33)$$

Para evaluar globalmente la intersección, en referencia a la geometría y ciclo, se utiliza el concepto de grado de saturación crítico de la intersección X_c . Por lo tanto, se considera los grupos de carriles críticos, conocidos por su relación de flujo más alta para cada fase.

$$\left(\frac{C}{C-L}\right) \cdot \left[\sum \left(\frac{v}{s}\right)_{ci}\right] \quad (34)$$

X_c = relación volumen a capacidad crítica de la intersección

C = ciclo del semáforo (s)

L = tiempo total perdido por ciclo (s)

$\sum \left(\frac{v}{s}\right)_{ci}$ = sumatoria de las relaciones de flujo de todos los grupos de carriles críticos i

7. Determinación de las demoras

Los valores derivados de los cálculos representan la demora media por control experimentada por todos los vehículos que llegan en el periodo de análisis.

$$d = d_1(PF) + d_2 \quad (35)$$

d = demora media por control (s/veh)

d1 = demora uniforme (s/veh), suponiendo llegadas uniformes

PF = factor de ajuste por coordinación

d2 = demora incremental (s/veh), que tiene en cuenta el efecto de llegadas aleatorias y colas sobresaturadas durante el periodo de análisis

Demora uniforme

La demora uniforme d1, los vehículos llegan uniformemente distribuidos, de tal forma que no existe saturación durante ningún ciclo.

$$d_1 = \frac{0.5 \cdot C \cdot \left(1 - \frac{g}{C}\right)^2}{1 - \left[\min(1, x) \frac{g}{C}\right]} \quad (36)$$

g/C = proporción de verde disponible

Demora incremental

La demora incremental d2, toma en consideración las llegadas aleatorias, que ocasiona que algunos ciclos se sobresaturen.

$$d_2 = 900 \cdot T \cdot \left[(X - 1) + \sqrt{(X - 1)^2 + \frac{8 \cdot K \cdot I \cdot X}{c \cdot T}} \right] \quad (37)$$

T = duración del periodo de análisis (0.25 h)

K = factor de demora incremental que depende del ajuste de los controladores (k = 0.5 para intersecciones aisladas)

I = factor de ajuste por entradas de la intersección corriente arriba (I = 1 para intersecciones aisladas)

Demora por acceso

Se determina como un promedio ponderado de las demoras totales de todos los grupos de carriles de acceso, utilizando los flujos ajustados de los grupos de carriles.

$$d_1 = \frac{\sum_{i=1}^A (d_i \cdot v_i)}{\sum_{i=1}^A (v_i)} \quad (38)$$

A = número de grupos de carriles en el acceso A

dA = demora en el acceso A (s/veh)

di = demora en el grupo de carriles i, en el acceso A (s/veh)

vi = volumen ajustado del grupo de carriles i (veh/h)

Demora en la intersección

Se determina con un promedio ponderado de las demoras en todos los accesos.

$$d_l = \frac{\sum_{A=1}^l (d_A \cdot v_A)}{\sum_{A=1}^l (v_A)} \quad (39)$$

l = número de accesos de la intersección l

dl = demora en la intersección l (s/veh)

dA = demora en el acceso A (s/veh)

vA = volumen ajustado del acceso A (veh/h)

8. Determinación del nivel de servicio

El nivel de servicio de una intersección está directamente relacionado con la demora promedio para cada grupo de carriles en el acceso y para la intersección como un todo; se determinan los niveles de servicio consultando la siguiente tabla.

Tabla 39: Nivel de servicio en intersecciones semaforizadas

Nivel de Servicio	Demora por control (segundos/vehículo)
A	≤ 10
B	> 10 - 20
C	> 20 - 35
D	> 35 – 55
E	> 55 – 80
F	> 80

Fuente: Highway Capacity Manual

Elaborado por: Brito Josué

Semaforización

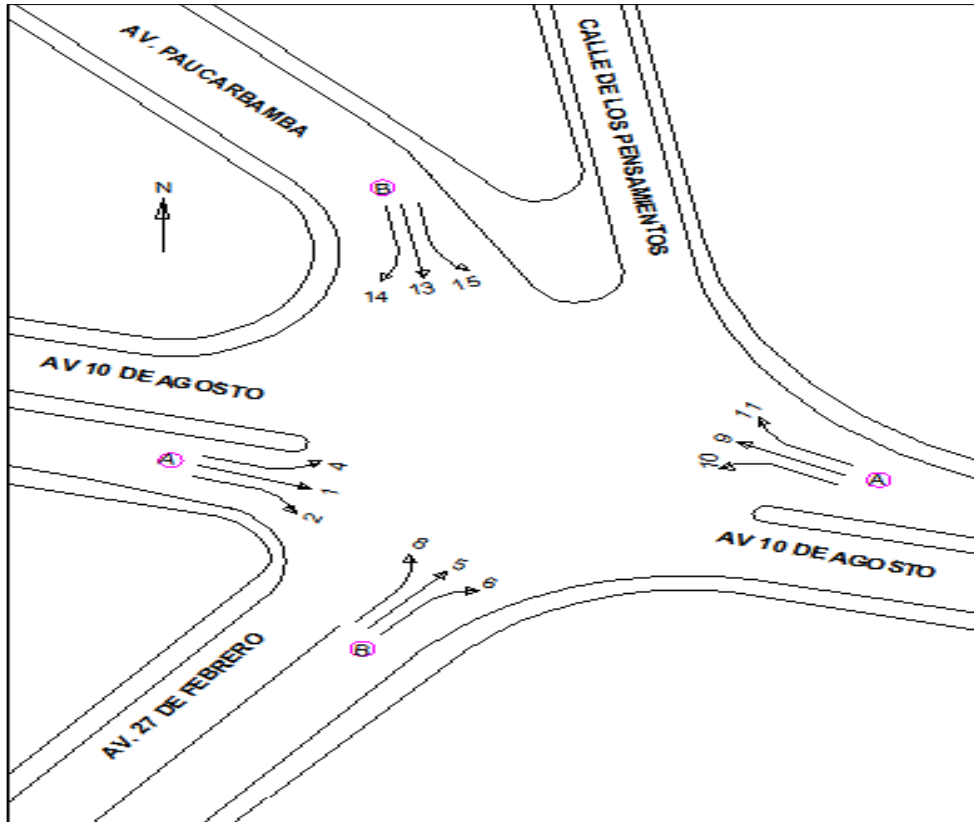
Consideraciones de Diseño

- Se ha considerado importantes cambios geométricos en los ramales de acceso a la intersección de análisis, en el cual se ha ampliado a doble carril la Avenida 27 de Febrero y se ha ampliado a 3 carriles la Av. Paucarbamba. Ver anexo 2 planos (Lámina 4 y 5)
- Dentro de los análisis realizados se ha considerado un diseño de dos fases para el diseño de la intersección.
- Se analiza el grupo crítico de carriles, que es el grupo que requiere el tiempo máximo de luz verde en una fase y se determina el lapso máximo de tiempo de luz verde que se asigna a esa fase.
- Se ha considerado 3 segundos de amarillo y 1 segundo para todo rojo para el análisis de la intersección.
- El diseño corresponde al TPDA proyectado para la intersección al año 2018 y se analizará su desempeño para el año 2023.

Determinación de la tasa de flujo de saturación

Se analiza de acuerdo a los flujos que pertenecen a la fase de diseño

Figura 33: Esquema de Fases



Fuente: Brito Josué

De acuerdo con la metodología antes mencionada se procede a diseñar la intersección.

Tabla 40: Flujos de saturación

MÓDULO DEL FLUJO DE SATURACIÓN								
$S = S_0 \times N \times f_A \times f_{HV} \times f_P \times f_e \times f_{aut} \times f_a \times f_{DER} \times f_{IZQ}$								
ACCESOS	OESTE		ESTE		SUR		NORTE	
Sentido del flujo vehicular	Av. 10 DE Agosto S-E		Av. 10 DE Agosto N-O		Av. 27 de Febrero N-E		Av. Paucarbamba S-E	
Grupo de carriles	LT	TR	LT	TR	LT	TR	L	TR
Número de carriles: N	1	1	1	1	1	1	1	2
Tasa de saturación ideal (S ₀); vehículos por hora por verde por carril	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Factor de ajuste por ancho de carril (f _A)	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.96	0.962
Factor de ajuste por vehículos pesados (f _{HV})	0.948	0.953	0.996	0.975	0.870	0.910	0.9793	0.968
Factor de ajuste por pendiente (f _P)	1.008	1.008	0.984	0.984	1.000	1.000	1.003	1.003
Factor de ajuste por estacionamiento (f _e)	0.885	0.885	0.885	0.885	0.885	0.885	1.00	0.943
Factor de ajuste por bloqueo de autobuses (f _{aut})	0.988	0.988	0.988	0.988	0.988	0.994	1.00	0.994
Factor de ajuste de área (f _a)	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.00	1.000
Factor de ajuste para giros a la derecha (f _{DER})	1.000	0.986	1.000	0.986	1.000	0.918	1.00	0.913
Factor de ajuste para giros a la izquierda (f _{IZQ})	0.981	1.000	0.990	1.000	0.988	1.000	0.95	1.000
Flujo de saturación ajustado (S); vehículos por hora por verde por carril	1557.00	1572.00	1612.00	1572.00	1428.00	1395.00	1706.00	3038.00

Fuente: Brito Josué

- Vehículo Liviano Equivalente (V.L.E.)

Se utiliza la tabla correspondiente para el diseño de intersecciones semaforizadas

Tabla 41: Factor vehículo liviano equivalente

Livianos	1
Buses	2.25
Camiones	1.75

Fuente: Research on Road Traffic, Road Research Laboratory, Londres 1965
Elaborado por: Brito Josué

Tabla 42: Flujos equivalentes

VLE	
Flujos	Pantalla 1: Av. 10 DE Agosto O-E
Flujo 1	831
Flujo 2	42
Flujo 3	17
Flujo 4	261

Fuente: Brito Josué

Tabla 43: Flujos equivalentes

VLE	
Flujos	Pantalla 2: Av. 27 de Febrero N-E
Flujo 5	214
Flujo 6	129
Flujo 7	1
Flujo 8	36

Fuente: Brito Josué

Tabla 44: Flujos equivalentes

VLE	
Flujos	Pantalla 3: Av. 10 DE Agosto E-O
Flujo 9	1362
Flujo 10	167
Flujo 11	67
Flujo 12	102

Fuente: Brito Josué

Tabla 45: Flujos equivalentes

VLE	
Flujos	Pantalla 4: Av. Paucarbamba S-O
Flujo 13	78
Flujo 14	102
Flujo 15	329
Flujo 16	23

Fuente: Brito Josué

- Distribución de ciclo semafórico

De acuerdo con la figura 33 la fase A contiene los flujos 1,2,4,9,10,11 y la fase B contiene los flujos 5,6,8,13,14,15

Tabla 46: Grupo crítico de carriles por fase

ACCESOS	OESTE		ESTE		SUR		NORTE	
Sentido de Flujo vehicular	Av. 10 DE Agosto S-E		Av. 10 DE Agosto N-O		Av. 27 de Febrero N-E		Av. Paucarbamba S-E	
Flujos	1,4	1,2	9,10	9,11	5,8	5,6	15	13,14
Grupo de Carriles	LT	TR	LT	TR	LT	TR	L	TR
Número de carriles: N	1	1	1	1	1	1	1	2
Relación del flujo: V / S	0.4345	0.2912	0.5262	0.0099	0.1004	0.1693	0.1931	0.0592
Grupo de carriles crítico por fase			X				X	
Fase	A		A		B		B	

Fuente: Brito Josué

5.2 Distribución de tiempo semafórico

Tabla 47: Tiempo perdido por ciclo

Fases	A _i	TR _i
	Intervalo amarillo (s)	Intervalo todo rojo (s)
Fase A	3	1
Fase B	3	1
Σ	6	2
Tiempo Total perdido por Ciclo (s)	8	

Fuente: Brito Josué

Tabla 48: Valores y

Y Fase A	0.5262
Y Fase B	0.1931
ΣY	0.7193

Fuente: Brito Josué

Tabla 49: Tiempos de verde

gA (s)	41.70
gB (s)	15.30

Fuente: Brito Josué

5.3 Determinación de ciclo óptimo y diseño de fases

Tabla 50: Resumen de valores

DESCRIPCIÓN	FÓRMULA	RESULTADO	VALOR ASUMIDO
Ciclo Óptimo C_o en (seg)	$C_o = 1 + \frac{1.5L + 5}{1 - \sum_{i=1}^{\phi} Y_i}$	61.563	65
Tiempo total perdido por ciclo (L) en seg	$L = \sum_{i=1}^{\phi} (A_i + TR_i)$	8	
Y_i máximo valor de la relación entre el flujo actual y el flujo de saturación para el acceso o movimiento o carril crítico de la fase i		0.7193	
Número de Fases (ϕ)		2	
Tiempo de verde efectivo total (gT) seg	$G_T = C - L$	57.000	

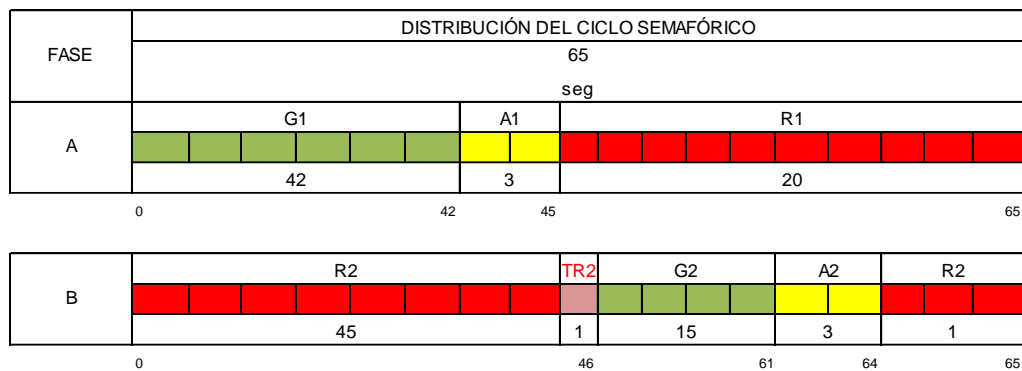
Fuente: Brito Josué

Tabla 51: Resumen de tiempos

Tiempo de Ciclo Óptimo (seg)		65
Fase	A	B
Verde (seg)	42	15
Amarillo (seg)	3	3
Todo Rojo (seg)	1	1
Tiempo de Fase	46.00	19.00
Distribución de Fases	71%	29%

Fuente: Brito Josué

Figura 34: Ciclo semafórico en cada fase



Fuente: Brito Josué

5.4 Análisis operativo

Análisis operativo de la intersección semaforizada

Tabla 52: Ajuste de volúmenes

MÓDULO DE AJUSTE DE VOLÚMENES												
ACCESOS	OESTE			ESTE			SUR			NORTE		
Sentido del flujo vehicular	Av. 10 DE Agosto S-E			Av. 10 DE Agosto N-O			Av. 27 de Febrero N-E			Av. Paucarbamba S-E		
Movimientos	LT	TH	RT	LT	TH	RT	LT	TH	RT	LT	TH	RT
Código de movimiento (flujos)	4	1	2	10	9	11	8	5	6	15	13	14
Volúmenes: V(veh/h)	261	831	42	167	1362	67	18	107	64	329	23	102
FHMD	0.9			0.9			0.9			0.9		
Flujo ajustado: Vp (veh/h)	290	923	47	186	1514	75	20	119	72	366	26	113
Grupo de carriles	LT	TR		LT	TR		LT	TR		L	TR	
Número de carriles: N	1	1		1	1		1	1		1	2	
Flujo del grupo: vi (veh/h)	752	509		943	832		79.5	131.5		366	139	

Fuente: Brito Josué

Tabla 53: Análisis de capacidad

MÓDULO DE ANÁLISIS DE CAPACIDAD								
ACCESOS	OESTE		ESTE		SUR		NORTE	
Sentido del flujo vehicular	EB		WB		NB		SB	SB
Sentido del flujo vehicular	Av. 10 DE Agosto S-E		Av. 10 DE Agosto N-O		Av. 27 de Febrero N-E		Av. Paucarbamba S-E	
Grupo de carriles	LT	TR	LT	TR	LT	TR	L	TR
Número de Fase: ϕ_i	ϕ_A	ϕ_A	ϕ_A	ϕ_A	ϕ_B	ϕ_B	ϕ_B	ϕ_B
Tasa de flujo ajustado del grupo: v_i (veh/h)	751.5	508.5	943	832	79.5	131.5	366	139
Flujo de saturación Ajustado (S); Vehículos por hora por verde por carril	1557.000	1572.000	1612.000	1572.000	1428.000	1395.000	1706	3038.000
Tiempo de verde efectivo: g_i (s)	42	42	42	42	15	15	15	15
Relación de Verde: g_i / C_i	0.646	0.646	0.646	0.646	0.231	0.231	0.231	0.231
Capacidad del grupo de Carriles: C_i (veh/h)	1006.062	1015.754	1041.600	1015.754	329.538	321.923	393.692	701.077
Relación volumen capacidad: $X_i = V_i / C_i$	0.747	0.501	0.905	0.819	0.241	0.408	0.930	0.198
Relación del flujo: V_i / S_i	0.483	0.323	0.585	0.529	0.056	0.094	0.215	0.046
Grupo de carriles crítico por fase			x				x	

Fuente: Brito Josué

Tabla 54: Nivel de servicio

MÓDULO DEL NIVEL DE SERVICIO								
ACCESOS	OESTE		ESTE		SUR		NORTE	
Sentido del flujo vehicular	Av. 10 DE Agosto S-E		Av. 10 DE Agosto N-O		Av. 27 de Febrero N-E		Av. Paucarbamba S-E	
Grupo de carriles	LT	TR	LT	TR	LT	TR	L	TR
Tasa de flujo ajustado del grupo: v_i (veh/h)	751.5	508.5	943	832	39.75	65.75	366	139
Relación de Verde: g_i / C_i	0.646	0.646	0.646	0.646	0.231	0.231	0.231	0.231
Capacidad del grupo de Carriles: C_i (veh/h)	1006.062	1015.754	1041.600	1015.754	329.538	321.923	393.692	701.077
Relación volumen capacidad: $X_i = V_i / C_i$	0.747	0.501	0.905	0.819	0.241	0.408	0.930	0.198
Demora uniforme: d_1 (s / veh)	7.866	6.015	9.805	8.644	20.365	21.232	24.483	20.153
Demora incremental d_2 (s / veh)	5.057	1.763	12.726	7.358	1.728	3.807	30.684	0.634
Demora media por control de grupo d_i (s / veh)	12.923	7.777	22.531	16.003	22.092	25.039	55.167	20.787
Nivel de Servicio del grupo de carriles	B	A	C	B	C	C	E	B
Demora por acceso: d_A (s / veh)	10.85		19.47		23.93		45.70	
Nivel de Servicio por acceso	B		B		C		D	
Demora en toda la intersección: d_i (s / veh)	20.30							
Nivel de Servicio global de la intersección	C							

Fuente: Brito Josué

- Análisis de la intersección semaforizada para el año 2023

Determinación de la tasa de flujo de saturación

Tabla 55: Flujo de saturación

MÓDULO DEL FLUJO DE SATURACIÓN								
$S = S_o \times N \times f_A \times f_{HV} \times f_P \times f_e \times f_{aut} \times f_a \times f_{DER} \times f_{IZQ}$								
ACCESOS	OESTE		ESTE		SUR		NORTE	
Sentido del flujo vehicular	Av. 10 DE Agosto S-E		Av. 10 DE Agosto N-O		Av. 27 de Febrero N-E		Av. Paucarbamba S-E	
Grupo de carriles	LT	TR	LT	TR	LT	TR	L	TR
Número de carriles: N	1	1	1	1	1	1	1	2
Tasa de saturación ideal (S _o); vehículos por hora por verde por carril	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Factor de ajuste por ancho de carril (f _A)	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.96	0.962
Factor de ajuste por vehículos pesados (f _{HV})	0.949	0.954	0.996	0.975	0.872	0.911	0.9796	0.969
Factor de ajuste por pendiente (f _p)	1.008	1.008	0.984	0.984	1.000	1.000	1.003	1.003
Factor de ajuste por estacionamiento (f _e)	0.885	0.885	0.885	0.885	0.885	0.885	1.00	0.943
Factor de ajuste por bloqueo de autobuses (f _{aut})	0.988	0.988	0.988	0.988	0.988	0.994	1.00	0.994
Factor de ajuste de área (f _a)	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.00	1.000
Factor de ajuste para giros a la derecha (f _{der})	1.000	0.986	1.000	0.986	1.000	0.918	1.00	0.913
Factor de ajuste para giros a la izquierda (f _{izq})	0.981	1.000	0.990	1.000	0.988	1.000	0.95	1.000
Flujo de saturación ajustado (S); vehículos por hora por verde por carril	1558.00	1574.00	1612.00	1573.00	1431.00	1397.00	1706.00	3040.00

Fuente: Brito Josué

Vehículo Liviano Equivalente (V.L.E.)

Tabla 56: Flujos equivalentes

VLE	
Flujos	Pantalla 1: Av. 10 de Agosto O-E
Flujo 1	964
Flujo 2	49
Flujo 3	20
Flujo 4	302

Fuente: Brito Josué

Tabla 57: Flujos equivalentes

VLE	
Flujos	Pantalla 2: Av. 27 de Febrero N-E
Flujo 5	248
Flujo 6	150
Flujo 7	1
Flujo 8	42

Fuente: Brito Josué

Tabla 58: Flujos equivalentes

VLE	
Flujos	Pantalla 3: Av. 10 de Agosto E-O
Flujo 9	1581
Flujo 10	194
Flujo 11	78
Flujo 12	119

Fuente: Brito Josué

Tabla 59: Flujos equivalentes

VLE	
Flujos	Pantalla 4: Av. Paucarbamba S-O
Flujo 13	90
Flujo 14	118
Flujo 15	382
Flujo 16	27

Fuente: Brito Josué

▪ **Distribución de ciclo semafórico**

De acuerdo con la figura 33 la fase A contiene los flujos 1,2,4,9,10,11 y la fase B contiene los flujos 5,6,8,13,14,15

Tabla 60: Grupo crítico de carriles

ACCESOS	OESTE		ESTE		SUR		NORTE	
Sentido de Flujo vehicular	Av. 10 DE Agosto S-E		Av. 10 DE Agosto N-O		Av. 27 de Febrero N-E		Av. Paucarbamba S-E	
Flujos	1,4	1,2	9,10	9,11	5,8	5,6	15	13,14
Grupo de Carriles	LT	TR	LT	TR	LT	TR	L	TR
Número de carriles: N	1	1	1	1	1	1	1	2
Relación del flujo: V / S	0.5033	0.3376	0.6107	0.0099	0.1159	0.1958	0.2241	0.0687
Grupo de carriles crítico por fase			X				X	
Fase	A		A		B		B	

Fuente: Brito Josué

Tabla 61: Valores Y

Y Fase A	0.611
Y Fase B	0.224
ΣY	0.835

Fuente: Brito Josué

Tabla 62: Tiempos de verde efectivo

gA (s)	70.96
gB (s)	26.04

Fuente: Brito Josué

▪ **Determinación de ciclo óptimo y diseño de fases**

Tabla 63: Tiempo total perdido por ciclo

Fases	Ai	TRi
	Intervalo amarillo (s)	Intervalo todo rojo (s)
Fase A	3	1
Fase B	3	1
Σ	6	2
Tiempo Total perdido por Ciclo (s)	8	

Fuente: Brito Josué

Tabla 64: Resumen de valores

DESCRIPCIÓN	FÓRMULA	RESULTADO	VALOR ASUMIDO
Ciclo Óptimo C_o en (seg)	$C_o = 1 + \frac{1.5 L + 5}{1 - \sum_{i=1}^{\varphi} Y_i}$	103.907	105
Tiempo total perdido por ciclo (L) en seg	$L = \sum_{i=1}^{\varphi} (A_i + TR_i)$	8	
Y_i máximo valor de la relación entre el flujo actual y el flujo de saturación para el acceso o movimiento o carril crítico de la fase i		0.8348	
Número de Fases (φ)		2	
Tiempo de verde efectivo total (gT) seg	$G_T = C - L$	97.000	

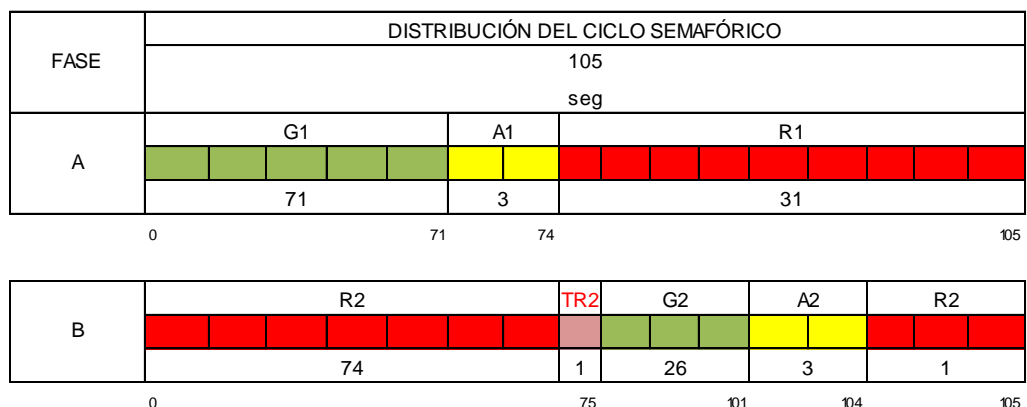
Fuente: Brito Josué

Tabla 65: Resumen tiempos de fases

Tiempo de Ciclo Óptimo (seg)		105
Fase	A	B
Verde (seg)	71	26
Amarillo (seg)	3	3
Todo Rojo (seg)	1	1
Tiempo de Fase	75.00	30.00
Distribución de Fases	71%	29%

Fuente: Brito Josué

Figura 35: Ciclo semafórico en cada fase



Fuente: Brito Josué

▪ **Análisis operativo de la intersección semaforizada 2023**

Tabla 66: Ajuste de volúmenes

MÓDULO DE AJUSTE DE VOLÚMENES												
ACCESOS	OESTE			ESTE			SUR			NORTE		
Sentido del flujo vehicular	Av. 10 DE Agosto S-E			Av. 10 DE Agosto N-O			Av. 27 de Febrero N-E			Av. Paucarbamba S-E		
Movimientos	LT	TH	RT	LT	TH	RT	LT	TH	RT	LT	TH	RT
Código de movimiento (flujos)	4	1	2	10	9	11	8	5	6	15	13	14
Volúmenes: V(veh/h)	302	964	49	194	1581	78	21	124	75	382	27	118
FHMD	0.9			0.9			0.9			0.9		
Flujo ajustado: Vp (veh/h)	336	1071	55	216	1757	87	23	138	83	425	30	132
Grupo de carriles	LT	TR		LT	TR		LT	TR		L	TR	
Número de carriles: N	1	1		1	1		1	1		1	2	
Flujo del grupo: vi (veh/h)	872	591		1095	966		92	152		425	162	

Fuente: Brito Josué

Tabla 67: Análisis de capacidad

MÓDULO DE ANÁLISIS DE CAPACIDAD								
ACCESOS	OESTE		ESTE		SUR		NORTE	
Sentido del flujo vehicular	EB		WB		NB		SB	SB
Sentido del flujo vehicular	Av. 10 DE Agosto S-E		Av. 10 DE Agosto N-O		Av. 27 de Febrero N-E		Av. Paucarbamba S-E	
Grupo de carriles	LT	TR	LT	TR	LT	TR	L	TR
Número de Fase: ϕ_i	Φ_A	Φ_A	Φ_A	Φ_A	Φ_B	Φ_B	Φ_B	Φ_B
Tasa de flujo ajustado del grupo: vi (veh/h)	871.5	590.5	1094.5	965.5	92	152	425	162
Flujo de saturación Ajustado (S); Vehículos por hora por verde por carril	1558.00	1574.00	1612.00	1573.00	1431.00	1397.00	1706.00	3040.00
Tiempo de verde efectivo: gi (s)	71	71	71	71	26	26	26	26
Relación de Verde: gi / Ci	0.676	0.676	0.676	0.676	0.248	0.248	0.248	0.248
Capacidad del grupo de Carriles: Ci (veh/h)	1053.505	1064.324	1090.019	1063.648	354.343	345.924	422.438	752.762
Relación volumen capacidad: $X_i = V_i / C_i$	0.827	0.555	1.004	0.908	0.260	0.439	1.006	0.215
Relación del flujo: Vi / Si	0.559	0.375	0.679	0.614	0.064	0.109	0.249	0.053
Grupo de carriles crítico por fase			x				x	

Fuente: Brito Josué

Tabla 68: Nivel de servicio

MÓDULO DEL NIVEL DE SERVICIO								
ACCESOS	OESTE		ESTE		SUR		NORTE	
Sentido del flujo vehicular	Av. 10 DE Agosto S-E		Av. 10 DE Agosto N-O		Av. 27 de Febrero N-E		Av. Paucarbamba S-E	
Grupo de carriles	LT	TR	LT	TR	LT	TR	L	TR
Tasa de flujo ajustado del grupo: v_i (veh/h)	871.5	590.5	1094.5	965.5	46	76	425	162
Relación de Verde: g_i / C_i	0.676	0.676	0.676	0.676	0.248	0.248	0.248	0.248
Capacidad del grupo de Carriles: C_i (veh/h)	1053.505	1064.324	1090.019	1063.648	354.343	345.924	422.438	752.762
Relación volumen capacidad: $X_i = V_i / C_i$	0.827	0.555	1.004	0.908	0.260	0.439	1.006	0.215
Demora uniforme: d_1 (s / veh)	12.493	8.810	17.147	14.253	31.761	33.347	39.579	31.392
Demora incremental d_2 (s / veh)	7.465	2.086	28.257	12.739	1.772	4.015	45.307	0.655
Demora media por control de grupo d_i (s / veh)	19.958	10.896	45.404	26.993	33.533	37.362	84.886	32.046
Nivel de Servicio del grupo de carriles	B	B	D	C	C	D	F	C
Demora por acceso: d_A (s / veh)	16.297		36.775		35.918		70.303	
Nivel de Servicio por acceso	B		D		D		E	
Demora en toda la intersección: d_i (s / veh)	34.3							
Nivel de Servicio global de la intersección	C							

Fuente: Brito Josué

Tablas resumen de resultados finales

Tabla 69: Glorieta estado actual

Glorieta TPDA 2013		
Accesos	Demora/ acceso (seg)	Nivel de Servicio
Av. 10 de Agosto S-E	13.2	B
Av. 10 de Agosto N-O	13.8	B
Av. 27 de Febrero N-E	20.2	C
Av. Paucarbamba S-E	19	B

Demora intersección (seg)	14.8
Nivel de Servicio de la Intersección	B

Fuente: Brito Josué

Tabla 70: Glorieta 2018

Glorieta TPDA 2018		
Accesos	Demora/ acceso (seg)	Nivel de Servicio
Av. 10 de Agosto S-E	26.6	C
Av. 10 de Agosto N-O	56.8	E
Av. 27 de Febrero N-E	53.5	D
Av. Paucarbamba S-E	81.8	F

Demora intersección (seg)	50.5
Nivel de Servicio de la Intersección	D

Fuente: Brito Josué

Tabla 71: Glorieta 2023

Glorieta TPDA 2023	
Accesos	Nivel de Servicio
Av. 10 de Agosto S-E	F
Av. 10 de Agosto N-O	F
Av. 27 de Febrero N-E	F
Av. Paucarbamba S-E	F

Nivel de Servicio de la Intersección	F
--------------------------------------	---

Fuente: Brito Josué

Tabla 72: Glorieta con reforma geométrica 2018

Glorieta con reforma geométrica 2018		
Accesos	Demora/ acceso (seg)	Nivel de Servicio
Av. 10 DE Agosto S-E	29.5	C
Av. 10 DE Agosto N-O	59.6	E
Av. 27 de Febrero N-E	24.2	C
Av. Paucarbamba S-E	62.2	E

Demora intersección (seg)	48.3
Nivel de Servicio de la Intersección	D

Fuente: Brito Josué

Tabla 73: Glorieta con reforma geométrica 2023

Glorieta con reforma geométrica 2023	
Accesos	Nivel de Servicio
Av. 10 DE Agosto S-E	F
Av. 10 DE Agosto N-O	F
Av. 27 de Febrero N-E	C
Av. Paucarbamba S-E	F

Nivel de Servicio de la Intersección	F
--------------------------------------	---

Fuente: Brito Josué

Tabla 74: Intersección con semáforos 2018

Intersección Semaforizada 2018		
Accesos	Demora/ acceso (seg)	Nivel de Servicio
Av. 10 de Agosto S-E	10.8	B
Av. 10 de Agosto N-O	19.5	B
Av. 27 de Febrero N-E	23.9	C
Av. Paucarbamba S-E	45.7	D

Demora intersección (seg)	20.30
Nivel de Servicio de la Intersección	C

Fuente: Brito Josué

Tabla 75: Intersección con semáforos 2023

Intersección Semaforizada 2023		
Accesos	Demora/ acceso (seg)	Nivel de Servicio
Av. 10 DE Agosto S-E	16.3	B
Av. 10 DE Agosto N-O	36.8	D
Av. 27 de Febrero N-E	35.9	D
Av. Paucarbamba S-E	70.3	E

Demora intersección (seg)	34.3
Nivel de Servicio de la Intersección	C

Fuente: Brito Josué

CAPÍTULO 6

EVALUACIÓN ECONÓMICA

6.1 Análisis de precios unitarios

Para los análisis de precios unitarios se tomó como referencia el análisis de costos del “Distribuidor de tráfico en las intersecciones entre: Avenida de las Américas con, Av. Loja, Vía a Baños, Circunvalación Sur y Panamericana Sur” y datos de diferentes presupuestos viales proporcionado por el Municipio de la ciudad de Cuenca.

Rubro:

Remoción de pavimento

UNIDAD: m3

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Bob Cat	1.0000	22.00	22.00	0.4000	8.80
Herramienta manual	2.0000	0.40	0.80	0.4000	0.32
Subtotal de Equipo:					9.12
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal / HR	Costo Hora	Rendim.	Total
Peón	2.0000	2.78	5.56	0.4000	2.22
Técnico de obras civiles	1.0000	2.94	2.94	0.4000	1.18
Op. de martillo o punzón Neumático	1.0000	2.94	2.94	0.4000	1.18
Subtotal de Mano de Obra:					4.58
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Subtotal de Materiales:					0.00
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Total	
Subtotal de Transporte:					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					13.70
INDIRECTOS Y UTILIDADES				20.00%	2.74
OTROS INDIRECTOS					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					16.44
VALOR OFERTADO					16.44

Rubro:

Remoción de construcciones existentes

UNIDAD: m2

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Herramienta manual	1.0000	0.40	0.40	1.0000	0.40
Subtotal de Equipo:					0.40
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal / HR	Costo Hora	Rendim.	Total
Peón	1.0000	2.78	2.78	1.0000	2.78
Técnico de obras civiles	1.0000	2.94	2.94	1.0000	2.94
Subtotal de Mano de Obra:					5.72
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Subtotal de Materiales:					0.00
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Total	
Subtotal de Transporte:					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					6.12
INDIRECTOS Y UTILIDADES				20.00%	1.22
OTROS INDIRECTOS					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					7.34
VALOR OFERTADO					7.34

Rubro:

Excavación mecánica en suelo sin clasificar de 0 a 2 m de profundidad

UNIDAD: m3

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Retroexcavadora	1.0000	25.00	25.00	0.0800	2.00
Subtotal de Equipo:					2.00
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal / HR	Costo Hora	Rendim.	Total
Op. de retroexcavadora	1.0000	3.02	3.02	0.0800	0.24
Técnico de obras civiles	1.0000	2.94	2.94	0.0240	0.07
Peón	2.0000	2.78	5.56	0.0800	0.44
Subtotal de Mano de Obra:					0.76
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Subtotal de Materiales:					0.00
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Total	
Subtotal de Transporte:					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					2.76
INDIRECTOS Y UTILIDADES				20.00%	0.55
OTROS INDIRECTOS					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					3.31
VALOR OFERTADO					3.31

Rubro:

Sub base conformación y compactación con equipo pesado

UNIDAD: m3

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Herramientas varias	2.0000	0.40	0.80	0.0350	0.03
Motoniveladora	1.0000	50.00	50.00	0.0350	1.75
Rodillo vibratorio	1.0000	35.00	35.00	0.0150	0.53
Tanquero de agua	1.0000	20.00	20.00	0.0150	0.30
Subtotal de Equipo:					2.60
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal / HR	Costo Hora	Rendim.	Total
Peón	7.0000	2.78	19.46	0.0350	0.68
Op. de motoniveladora	1.0000	3.02	3.02	0.0350	0.11
Op. de rodillo autopropulsado	1.0000	2.94	2.94	0.0150	0.04
Chofer tanqueros (Estr. Oc. C1)	1.0000	4.16	4.16	0.0150	0.06
Subtotal de Mano de Obra:					0.89
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Agua	lt	40.0000	0.01	0.40	
Sub-Base puesto en obra	m3	1.3100	14.20	18.60	
Subtotal de Materiales:					19.00
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Total	
Subtotal de Transporte:					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					22.50
INDIRECTOS Y UTILIDADES				20.00%	4.50
OTROS INDIRECTOS					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					27.00
VALOR OFERTADO					27.00

Rubro:

Losa de pavimento de hormigón 300 Kg/cm2

UNIDAD: m3

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Platina para juntas de hormigón	1.0000	0.02	0.02	0.5000	0.01
Herramientas varias	7.0000	0.40	2.80	0.5000	1.40
Vibrador	1.0000	1.80	1.80	0.5000	0.90
Subtotal de Equipo:					2.31
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal / HR	Costo Hora	Rendim.	Total
Albañil	3.0000	2.82	8.46	0.5000	4.23
Técnico obras civiles	1.0000	2.94	2.94	0.3500	1.03
Peón	4.0000	2.78	11.12	0.5000	5.56
Subtotal de Mano de Obra:					10.82
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Hormigón Simple 300 kg/cm2	m3	1.05	101.5600	106.64	
Subtotal de Materiales:					106.64
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Total	
Subtotal de Transporte:					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					119.77
INDIRECTOS Y UTILIDADES				20.00%	23.95
OTROS INDIRECTOS					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					
VALOR OFERTADO					143.72

Rubro:

Corte y sello de juntas con poliuretano

UNIDAD: m

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Cortadora disco de diamante	1.0000	10.00	10.00	0.0750	0.75
Herramienta varias	1.0000	0.40	0.40	0.0750	0.03
Subtotal de Equipo:					0.78
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal / HR	Costo Hora	Rendim.	Total
Técnico de obras civiles	1.0000	2.94	2.94	0.0075	0.02
Peón	1.0000	2.78	2.78	0.0750	0.21
Subtotal de Mano de Obra:					0.23
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Cordón para sellado de juntas	m	1.0000	0.14	0.14	
Imprimante para sello de juntas	m	1.00	0.1500	0.15	
Cartucho de poliuretano	u	0.15	13.5400	2.03	
Subtotal de Materiales:					2.32
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Total	
Subtotal de Transporte:					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					3.33
INDIRECTOS Y UTILIDADES			20.00%	0.67	
OTROS INDIRECTOS					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					4.00
VALOR OFERTADO					4.00

Rubro:

Bordillo incorporado de 10x30 f'c =210 kg/cm2

UNIDAD: m

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Herramientas varias	3.0000	0.40	1.20	0.0800	0.10
Vibrador	1.0000	1.80	1.80	0.0150	0.03
Subtotal de Equipo:					0.12
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal / HR	Costo Hora	Rendim.	Total
Albañil	1.0000	2.82	2.82	0.0800	0.23
Técnico de obras civiles	1.0000	2.94	2.94	0.0240	0.07
Peón	2.0000	2.78	5.56	0.0800	0.44
Subtotal de Mano de Obra:					0.74
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Encofrado metálico pavimento	m	1.0000	3.73	3.73	
Hormigón simple 210 Kg/cm2	m3	0.04	93.6200	3.37	
Subtotal de Materiales:					7.10
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Total	
Subtotal de Transporte:					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					7.96
INDIRECTOS Y UTILIDADES				20.00%	1.59
OTROS INDIRECTOS					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					9.56
VALOR OFERTADO					9.56

Rubro:
Encofrado metálico pavimento

UNIDAD: m

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Encofrado metálico para vías	2.0000	0.10	0.20	1.0000	0.20
Herramientas varias	2.0000	0.40	0.80	0.0700	0.06
Subtotal de Equipo:					0.26
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal / HR	Costo Hora	Rendim.	Total
Albañil	1.0000	2.82	2.82	0.0700	0.20
Técnico de obras civiles	1.0000	2.94	2.94	0.0210	0.06
Peón	2.0000	2.78	5.56	0.0700	0.39
Subtotal de Mano de Obra:					0.65
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Clavos de 2" a 4"	Kg	0.5000	1.91	0.96	
Estacas de madera	u	2.00	0.8500	1.70	
Subtotal de Materiales:					2.66
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Total	
Subtotal de Transporte:					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					3.56
INDIRECTOS Y UTILIDADES			20.00%	0.71	
OTROS INDIRECTOS					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					4.27
VALOR OFERTADO					4.27

Rubro:

Veredas de hormigón f^c=210kg/cm²

UNIDAD: m²

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Herramientas varias	2.0000	0.40	0.80	0.0700	0.06
Subtotal de Equipo:					0.06
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal / HR	Costo Hora	Rendim.	Total
Albañil	1.0000	2.82	2.82	0.0700	0.20
Técnico de obras civiles	1.0000	2.94	2.94	0.0210	0.06
Peón	2.0000	2.78	5.56	0.0700	0.39
Subtotal de Mano de Obra:					0.65
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Hormigón Simple 210 Kg/cm ²	m ³	0.0500	93.62	4.68	
Replanteo de piedra, e=15 cm	m ²	1.00	5.3500	5.35	
Sum.-Ins, malla electro soldada R 84	m ²	1.00	2.3300	2.33	
Subtotal de Materiales:					12.36
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Total	
Subtotal de Transporte:					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					13.07
INDIRECTOS Y UTILIDADES			20.00%	2.61	
OTROS INDIRECTOS					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					15.68
VALOR OFERTADO					15.68

Rubro:
Cargada de material a máquina

UNIDAD: m3

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Cargadora	1.0000	30.00	30.00	0.0300	0.90
Subtotal de Equipo:					0.90
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal / HR	Costo Hora	Rendim.	Total
Operador cargadora frontal	1.0000	3.02	3.02	0.0300	0.09
Peón	1.0000	2.78	2.78	0.0300	0.08
Subtotal de Mano de Obra:					0.17
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Subtotal de Materiales:					0.00
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Total	
Subtotal de Transporte:					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					1.07
INDIRECTOS Y UTILIDADES				20.00%	0.21
OTROS INDIRECTOS					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					1.29
VALOR OFERTADO					1.29

Rubro:

Transporte de material hasta 5km

UNIDAD: m3

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Volqueta de 8 m3	1.0000	25.00	25.00	0.0400	1.00
Subtotal de Equipo:					1.00
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal / HR	Costo Hora	Rendim.	Total
Chofer licencia tipo B	1.0000	4.16	4.16	0.0400	0.17
Subtotal de Mano de Obra:					0.17
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Impuesto escombrera	m3	1.0000	0.63	0.63	
Subtotal de Materiales:					0.63
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Total	
Subtotal de Transporte:					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					1.80
INDIRECTOS Y UTILIDADES				20.00%	0.36
OTROS INDIRECTOS					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					2.16
VALOR OFERTADO					2.16

Rubro:
Replanteo y nivelación

UNIDAD: m

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Equipo de topografía	1.0000	2.00	2.00	0.0350	0.07
Equipo menor	1.0000	0.20	0.20	0.0350	0.01
Vehículo liviano	1.0000	3.50	3.50	0.0350	0.12
Subtotal de Equipo:					0.20
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal / HR	Costo Hora	Rendim.	Total
Peón	1.0000	2.78	2.78	0.0350	0.10
Cadenero	2.0000	2.78	5.56	0.0350	0.19
Topógrafo 4	1.0000	2.94	2.94	0.0350	0.10
Subtotal de Mano de Obra:					0.39
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Estacas con pintura	Glb.	0.0300	1.49	0.04	
Subtotal de Materiales:					0.04
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Total	
Subtotal de Transporte:					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					0.64
INDIRECTOS Y UTILIDADES				20.00%	0.13
OTROS INDIRECTOS					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					0.77
VALOR OFERTADO					0.77

Rubro:
Entibado discontinuo

UNIDAD: m2

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Equipo menor	1.0000	0.40	0.40	0.2500	0.05
Subtotal de Equipo:					0.05
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal / HR	Costo Hora	Rendim.	Total
Peón	1.0000	2.78	2.78	0.2500	0.70
Albañil	1.0000	2.82	2.82	0.2500	0.71
Subtotal de Mano de Obra:					1.40
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Pingos	m	1.2000	0.37	0.44	
Tablones	u	0.80	4.4900	3.59	
Subtotal de Materiales:					4.04
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Total	
Subtotal de Transporte:					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					5.49
INDIRECTOS Y UTILIDADES			20.00%	0.95	
OTROS INDIRECTOS					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					5.72
VALOR OFERTADO					5.72

Rubro:

Pozo de revisión h = 2 a 2.5 m, incluye encofrado metálico, excluye tapa, cerco y/o brocal

UNIDAD: u

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Cofre metálico pozos de revisión	1.0000	3.00	3.00	3.6000	10.80
Herramientas varias	1.0000	0.40	0.40	3.6000	1.44
Subtotal de Equipo:					12.24
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal / HR	Costo Hora	Rendim.	Total
Albañil	1.0000	2.82	2.82	3.6000	10.15
Técnico de obras civiles	1.0000	2.94	2.94	1.4400	4.23
Peón	3.0000	2.78	8.34	3.6000	30.02
Subtotal de Mano de Obra:					44.41
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Varilla de 5/8"	m	2.8000	1.72	4.82	
Replanteo de piedra e = 15 cm	m2	1.30	5.3500	6.96	
Hormigón Simple f'c = 210 kg/cm2	m3	0.61	93.6200	57.11	
Hormigón ciclópeo (50% H.S. y 50% piedra) f'c = 210 kg/cm2	m3	1.70	65.5400	111.42	
Subtotal de Materiales:					180.30
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Total	
Subtotal de Transporte:					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					236.95
INDIRECTOS Y UTILIDADES				20.00%	47.39
OTROS INDIRECTOS					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					284.34
VALOR OFERTADO					284.34

Rubro:

Suministro y colocación tubería PVC U/E D=110 mm

UNIDAD: m

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Herramientas varias	1.0000	0.40	0.40	0.1333	0.05
Subtotal de Equipo:					0.05
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal / HR	Costo Hora	Rendim.	Total
Técnico obras civiles	1.0000	2.94	2.94	0.0667	0.20
Plomero	1.0000	2.82	2.82	0.1333	0.38
Peón	4.0000	2.78	11.12	0.1333	1.48
Subtotal de Mano de Obra:					2.05
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Tubería PVC U/E 1 MPA 110 mm	m	1.0000	6.70	6.70	
Subtotal de Materiales:					6.70
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Total	
Subtotal de Transporte:					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					8.81
INDIRECTOS Y UTILIDADES				20.00%	1.76
OTROS INDIRECTOS					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					10.57
VALOR OFERTADO					10.57

Rubro:

Suministro y colocación tubería hormigón Alcant. D=400 mm

UNIDAD: m

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Herramientas varias	1.0000	0.40	0.40	0.2000	0.08
Subtotal de Equipo:					0.08
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal / HR	Costo Hora	Rendim.	Total
Albañil	1.0000	2.82	2.82	0.2000	0.56
Técnico obras civiles	1.0000	2.94	2.94	0.0800	0.24
Peón	3.0000	2.78	8.34	0.2000	1.67
Subtotal de Mano de Obra:					2.47
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Tubo de cemento 400 mm campana	m	1.0000	13.39	13.39	
Mortero de cemento 1:3	m3	0.0014	99.44	0.14	
Subtotal de Materiales:					13.53
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Total	
Subtotal de Transporte:					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					16.08
INDIRECTOS Y UTILIDADES				20.00%	3.22
OTROS INDIRECTOS					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					19.29
VALOR OFERTADO					19.29

Rubro:
Paso cebra

UNIDAD: m2

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Herramienta manual	1.0000	0.40	0.40	0.6000	0.24
Subtotal de Equipo:					0.24
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal / HR	Costo Hora	Rendim.	Total
Peón	1.0000	2.78	2.78	0.6000	1.67
Ayudante de albañil	1.0000	2.78	2.78	0.6000	1.67
Albañil	1.0000	2.82	2.82	0.6000	1.69
Subtotal de Mano de Obra:					5.03
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Pintura especial para vías	gln	0.0960	30.00	2.88	
Subtotal de Materiales:					2.88
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Total	
Subtotal de Transporte:					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					8.15
INDIRECTOS Y UTILIDADES				20.00%	1.63
OTROS INDIRECTOS					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					9.78
VALOR OFERTADO					9.78

Rubro:

Líneas divisorias, pintura para señalización de tráfico, manual, franja de hasta 15cm **UNIDAD:** ml

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Herramientas varias	1.0000	0.40	0.40	0.1000	0.04
Subtotal de Equipo:					0.04
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal / HR	Costo Hora	Rendim.	Total
Pintor	1.0000	2.82	2.82	0.1000	0.28
Peón	1.0000	2.78	2.78	0.1000	0.28
Subtotal de Mano de Obra:					0.56
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Pintura de tráfico (acrílica)	galón	0.0140	24.98	0.35	
Disolvente	galón	0.0020	3.60	0.01	
Micro esferas de sílice	kg	0.0360	4.50	0.16	
Subtotal de Materiales:					0.52
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Total	
Subtotal de Transporte:					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					1.12
INDIRECTOS Y UTILIDADES				20.00%	0.22
OTROS INDIRECTOS					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					1.34
VALOR OFERTADO					1.34

Rubro:

Flechas de dirección

UNIDAD: m2

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Herramienta manual	1.0000	0.40	0.40	0.6000	0.24
Subtotal de Equipo:					0.24
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal / HR	Costo Hora	Rendim.	Total
Peón	1.0000	2.78	2.78	0.6000	1.67
Ayudante de albañil	1.0000	2.78	2.78	0.6000	1.67
Albañil	1.0000	1.38	2.82	0.6000	1.69
Subtotal de Mano de Obra:					5.03
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
pintura especial para vías	gln	0.0960	30.00	2.88	
Subtotal de Materiales:					2.88
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Total	
Subtotal de Transporte:					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					8.15
INDIRECTOS Y UTILIDADES				20.00%	1.63
OTROS INDIRECTOS					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					9.78
VALOR OFERTADO					9.78

Rubro:
R5-1b (No estacionar)

UNIDAD: u

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Equipo de pintura	1.0000	0.20	0.20	4.0000	0.80
Herramientas varias	1.0000	0.40	0.40	4.0000	1.60
Equipo de suelda	1.0000	0.75	0.75	4.0000	3.00
Subtotal de Equipo:					5.40
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal / HR	Costo Hora	Rendim.	Total
Pintor	1.0000	2.82	2.82	4.0000	11.28
Peón	1.0000	2.78	2.78	4.0000	11.12
Maestro eléctrico/liniero/subestación	1.0000	3.02	3.02	4.0000	12.08
Subtotal de Mano de Obra:					34.48
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Pintura esmalte	gl	0.0200	19.00	0.38	
Pintura anticorrosiva	gl	0.0400	21.00	0.84	
Suelda	kg	1.0000	2.46	2.46	
Tool 1/25" (1.22x2.44 m)	plancha	0.1100	17.10	1.88	
Angulo (1" x 1" x 3/16" x 6 m)	u	0.0330	9.80	0.32	
Perfil C 80x40x4mm, 6m	u	0.4200	14.17	5.95	
Sello para señalización vertical	u	1.0000	38.00	38.00	
Subtotal de Materiales:					49.84
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Total	
Subtotal de Transporte:					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					89.72
INDIRECTOS Y UTILIDADES				20.00%	17.94
OTROS INDIRECTOS					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					107.66
VALOR OFERTADO					107.66

Rubro:
R2 (No virar en U)

UNIDAD: u

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Equipo de pintura	1.0000	0.20	0.20	4.0000	0.80
Herramientas varias	1.0000	0.40	0.40	4.0000	1.60
Equipo de suelda	1.0000	0.75	0.75	4.0000	3.00
Subtotal de Equipo:					5.40
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal / HR	Costo Hora	Rendim.	Total
Pintor	1.0000	2.82	2.82	4.0000	11.28
Peón	1.0000	2.78	2.78	4.0000	11.12
Maestro eléctrico/liniero/subestación	1.0000	3.02	3.02	4.0000	12.08
Subtotal de Mano de Obra:					34.48
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Pintura esmalte	gl	0.0200	19.00	0.38	
Pintura anticorrosiva	gl	0.0400	21.00	0.84	
Suelda	kg	1.0000	2.46	2.46	
Tool 1/25" (1.22x2.44 m)	plancha	0.1100	17.10	1.88	
Angulo (1" x 1" x 3/16" x 6 m)	u	0.0330	9.80	0.32	
Perfil C 80x40x4mm, 6m	u	0.4200	14.17	5.95	
Sello para señalización vertical	u	1.0000	38.00	38.00	
Subtotal de Materiales:					49.84
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Total	
Subtotal de Transporte:					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					89.72
INDIRECTOS Y UTILIDADES				20.00%	17.94
OTROS INDIRECTOS					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					107.66
VALOR OFERTADO					107.66

Rubro:
R(Ceda el paso)

UNIDAD: u

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Equipo de pintura	1.0000	0.20	0.20	4.0000	0.80
Herramientas varias	1.0000	0.40	0.40	4.0000	1.60
Equipo de suelda	1.0000	0.75	0.75	4.0000	3.00
Subtotal de Equipo:					5.40
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal / HR	Costo Hora	Rendim.	Total
Pintor	1.0000	2.82	2.82	4.0000	11.28
Peón	1.0000	2.78	2.78	4.0000	11.12
Maestro eléctrico/liniero/subestación	1.0000	3.02	3.02	4.0000	12.08
Subtotal de Mano de Obra:					34.48
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Pintura esmalte	gl	0.0200	19.00	0.38	
Pintura anticorrosiva	gl	0.0400	21.00	0.84	
Suelda	kg	1.0000	2.46	2.46	
Tool 1/25" (1.22x2.44 m)	plancha	0.1100	17.10	1.88	
Angulo (1" x 1" x 3/16" x 6 m)	u	0.0330	9.80	0.32	
Perfil C 80x40x4mm, 6m	u	0.4200	14.17	5.95	
Sello para señalización vertical	u	1.0000	38.00	38.00	
Subtotal de Materiales:					49.84
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Total	
Subtotal de Transporte:					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					89.72
INDIRECTOS Y UTILIDADES				20.00%	17.94
OTROS INDIRECTOS					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					107.66
VALOR OFERTADO					107.66

Rubro:
Regulador completo de semáforos de 8 grupos

UNIDAD: u

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Herramienta manual	1.0000	0.40	0.40	6.0000	2.40
Subtotal de Equipo:					2.40
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal / HR	Costo Hora	Rendim.	Total
Ayudante de electricista	1.0000	2.78	2.78	6.0000	16.68
Electricista	1.0000	3.02	3.02	6.0000	18.12
Maestro electricista	1.0000	3.02	3.02	6.0000	18.12
Subtotal de Mano de Obra:					52.92
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Regulador completo de semáforos de 6 grupos	u	1.0000	4,718.69	4,718.69	
Subtotal de Materiales:					4,718.69
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Total	
Subtotal de Transporte:					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					4,774.01
INDIRECTOS Y UTILIDADES				20.00%	954.80
OTROS INDIRECTOS					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					5,728.81
VALOR OFERTADO					5,728.81

Rubro:

Semáforos de tres módulos 3/200 para paso de vehículos, en policarbonato y con lámparas de led's

UNIDAD: u

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Herramienta manual	1.0000	0.40	0.40	1.3000	0.52
Subtotal de Equipo:					0.52
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal / HR	Costo Hora	Rendim.	Total
Ayudante de electricista	1.0000	2.78	2.78	1.3000	3.61
Electricista	1.0000	3.02	3.02	1.3000	3.93
Maestro electricista	1.0000	3.02	3.02	1.3000	3.93
Subtotal de Mano de Obra:					11.47
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Semáforos de tres módulos 3/200 para paso de vehículos, en policarbonato y con lámparas de led's	u	1.0000	400.00	400.00	
Subtotal de Materiales:					400.00
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Total	
Subtotal de Transporte:					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					411.99
INDIRECTOS Y UTILIDADES				20.00%	82.40
OTROS INDIRECTOS					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					494.38
VALOR OFERTADO					494.38

Rubro:

Semáforos de dos módulos 2/200 para pasos de peatones, en policarbonato y con lámparas de led's **UNIDAD:** u

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Herramienta manual	1.0000	0.40	0.40	1.5000	0.60
Subtotal de Equipo:					0.60
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal / HR	Costo Hora	Rendim.	Total
Ayudante de electricista	1.0000	2.78	2.78	1.5000	4.17
Electricista	1.0000	3.02	3.02	1.5000	4.53
Maestro electricista	1.0000	3.02	3.02	1.5000	4.53
Subtotal de Mano de Obra:					13.23
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Semáforos de dos módulos 2/200 para pasos de peatones, en policarbonato y con lámparas de led's	u	1.0000	300.00	300.00	
Subtotal de Materiales:					300.00
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Total	
Subtotal de Transporte:					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					313.83
INDIRECTOS Y UTILIDADES				20.00%	62.77
OTROS INDIRECTOS					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					376.60
VALOR OFERTADO					376.60

Rubro:

Báculo completo (incluye soporte bajante y extensión de brazo referencial de 3 metros) en chapa de acero galvanizado por inmersión de un mínimo de 3.6 mm de espesor. **UNIDAD:** u

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Herramienta manual	1.0000	0.40	0.40	16.5000	6.60
Subtotal de Equipo:					6.60
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal / HR	Costo Hora	Rendim.	Total
Ayudante de electricista	1.0000	2.78	2.78	16.5000	45.87
Electricista	1.0000	3.02	3.02	16.5000	49.83
Maestro electricista	1.0000	3.02	3.02	16.5000	49.83
Subtotal de Mano de Obra:					145.53
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Báculo completo (incluye soporte bajante y extensión de brazo referencial de 3 metros) en chapa de acero galvanizado por inmersión de un mínimo de 3.6 mm de espesor.	u	1.0000	366.57	366.57	
Subtotal de Materiales:					366.57
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Total	
Subtotal de Transporte:					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					518.70
INDIRECTOS Y UTILIDADES				20.00%	103.74
OTROS INDIRECTOS					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					622.44
VALOR OFERTADO					622.44

Rubro:

Soporte doble de aluminio para semáforos, sobre columnas o verticales de báculos

UNIDAD: u

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Herramienta manual	1.0000	0.40	0.40	0.6000	0.24
Subtotal de Equipo:					0.24
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal / HR	Costo Hora	Rendim.	Total
Ayudante de electricista	1.0000	2.78	2.78	0.6000	1.67
Electricista	1.0000	3.02	3.02	0.6000	1.81
Maestro electricista	1.0000	3.02	3.02	0.6000	1.81
Subtotal de Mano de Obra:					5.29
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Soporte doble de aluminio para semáforos, sobre columnas o verticales de báculos	u	1.0000	24.31	24.31	
Subtotal de Materiales:					24.31
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Total	
Subtotal de Transporte:					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					29.84
INDIRECTOS Y UTILIDADES					5.97
20.00%					
OTROS INDIRECTOS					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					35.81
VALOR OFERTADO					35.81

Rubro:
Basamento de regulador

UNIDAD: u

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Herramienta manual	1.0000	0.40	0.40	9.0000	3.60
Subtotal de Equipo:					3.60
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal / HR	Costo Hora	Rendim.	Total
Peón	1.0000	2.78	2.78	9.0000	25.02
Ayudante de albañil	1.0000	2.78	2.78	9.0000	25.02
Albañil	1.0000	2.82	2.82	9.0000	25.38
Maestro de obra	1.0000	2.94	2.94	9.0000	26.46
Subtotal de Mano de Obra:					101.88
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Subtotal de Materiales:					0.00
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Total	
Subtotal de Transporte:					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					105.48
INDIRECTOS Y UTILIDADES				20.00%	21.10
OTROS INDIRECTOS					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					126.58
VALOR OFERTADO					126.58

Rubro:
Basamento de báculo

UNIDAD: u

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Herramienta manual	1.0000	0.40	0.40	18.0000	7.20
Subtotal de Equipo:					7.20
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal / HR	Costo Hora	Rendim.	Total
Peón	1.0000	2.78	2.78	18.0000	50.04
Ayudante de albañil	1.0000	2.78	2.78	18.0000	50.04
Albañil	1.0000	2.82	2.82	18.0000	50.76
Maestro de obra	1.0000	2.94	2.94	18.0000	52.92
Subtotal de Mano de Obra:					203.76
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Subtotal de Materiales:					0.00
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Total	
Subtotal de Transporte:					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					210.96
INDIRECTOS Y UTILIDADES				20.00%	42.19
OTROS INDIRECTOS					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					253.15
VALOR OFERTADO					253.15

Rubro:
Basamento de columna vehicular y peatonal

UNIDAD: u

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Herramienta manual	1.0000	0.40	0.40	5.5000	2.20
Subtotal de Equipo:					2.20
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal / HR	Costo Hora	Rendim.	Total
Peón	1.0000	2.78	2.78	5.5000	15.29
Ayudante de albañil	1.0000	2.78	2.78	5.5000	15.29
Albañil	1.0000	2.82	2.82	5.5000	15.51
Maestro de obra	1.0000	2.94	2.94	5.5000	16.17
Subtotal de Mano de Obra:					62.26
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Subtotal de Materiales:					0.00
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Total	
Subtotal de Transporte:					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					64.46
INDIRECTOS Y UTILIDADES				20.00%	12.89
OTROS INDIRECTOS					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					77.35
VALOR OFERTADO					77.35

6.2 Presupuesto general

El presupuesto referencial analiza en el presupuesto 1 la reforma geométrica y en el presupuesto 2 la intersección semaforizada, para ello se analiza las cantidades de obra en cada una de las alternativas mencionadas. Ver anexo 3 cantidades de obra.

PRESUPUESTO 1

RUBRO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
	VIAS GENERAL				
5001	Remoción de pavimento	m3	20.98	16.44	344.83
5002	Remoción de construcciones existentes	m2	42.27	7.34	310.45
5004	Excavación mecánica en suelo sin clasificar de 0 a 2 m de profundidad,	m3	454.73	3.31	1,504.39
5006	Sub base conformación y compactación con equipo pesado	m3	252.63	27.00	6,820.36
5007	Losa de pavimento de hormigón 300 Kg/cm2	m3	202.10	143.72	29,045.89
5009	Corte y sello de juntas con poliuretano	m	202.90	4.00	811.17
5010	Bordillo incorporado de 10x30 f'c =210 kg/cm2	m	137.55	9.56	1,314.58
5011	Encofrado metálico para pavimento	m	20.60	4.27	87.99
5013	Veredas de hormigón	m2	305.69	15.68	4,792.66
5015	Cargado de material a máquina	m3	545.67	1.29	703.26
5016	Transporte de material hasta 6km	m3	545.67	2.16	1,176.29
	REINSTALACIONES E INSTALACIONES DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO				
6001	Replanteo y nivelación	m	192.00	0.77	147.23
6002	Excavación mecánica en suelo sin clasificar de 0 a 2 m de profundidad,	m3	112.06	3.31	370.72
6003	Entibado discontinuo	m2	38.64	5.72	221.02
6004	Pozo de revisión h = 2 a 2.5 m, incluye encofrado metálico, excluye tapa, cerco y/o brocal	u	2.00	284.34	568.67
6005	Brocal de hormigón para pozos (h=20cm) y tapa (h=10cm) cónicos, D=700mm, Tipo A	u	1.00	119.06	119.06
6006	Suministro y colocación tubería PVC U/E D=110 mm	m	48.30	10.57	510.49
6007	Suministro y colocación tubería PVC Alcant. D=400 mm	m	48.30	19.29	931.79
	SEÑALIZACION HORIZONTAL				
7001	Paso cebra	m2	59.40	9.78	580.79
7002	Pintura para señalización de tráfico, manual, franja de hasta 15cm	ml	309.18	1.34	415.14
7004	Flechas de dirección	m2	17.26	9.78	168.74
	SEÑALIZACION VERTICAL				
8001	R5-1b (No estacionar)	u	2.00	107.66	215.32
8003	R (Ceda el paso)	u	4.00	107.66	430.64
			SUMA TOTAL		51591.47
			IVA	12%	6,190.98
			TOTAL		57,782.44

PRESUPUESTO 2

RUBRO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
	VIAS GENERAL				
5001	Remoción de pavimento	m3	20.98	16.44	344.83
5002	Remoción de construcciones existentes	m2	768.19	7.34	5,641.55
5004	Excavación mecánica en suelo sin clasificar de 0 a 2 m de profundidad,	m3	454.73	3.31	1,504.39
5006	Sub base conformación y compactación con equipo pesado	m3	252.63	27.00	6,820.36
5007	Losa de pavimento de hormigón 300 Kg/cm2	m3	202.10	124.76	25,214.00
5009	Corte y sello de juntas con poliuretano	m	202.90	4.00	811.17
5010	Bordillo incorporado de 10x30 f'c =210 kg/cm2	m	246.90	9.56	2,359.66
5011	Encofrado metálico para pavimento	m	20.60	4.27	87.99
5013	Veredas de hormigón	m2	305.69	15.68	4,792.66
5015	Cargado de material a máquina	m3	545.67	1.29	703.26
5016	Transporte de material hasta 6km	m3	545.67	2.16	1,176.29
	REINSTALACIONES E INSTALACIONES DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO				
6001	Replanteo y nivelación	m	192.00	0.77	147.23
6002	Excavación mecánica en suelo sin clasificar de 0 a 2 m de profundidad,	m3	112.06	3.31	370.72
6003	Entibado discontinuo	m2	48.30	5.72	276.28
6004	Pozo de revisión h = 2 a 2.5 m, incluye encofrado metálico, excluye tapa, cerco y/o brocal	u	2.00	284.34	568.67
6005	Brocal de hormigón para pozos (h=20cm) y tapa (h=10cm) cónicos, D=700mm, Tipo A	u	1.00	119.06	119.06
6006	Suministro y colocación tubería PVC U/E D=110 mm	m	48.30	10.57	510.49
6007	Suministro y colocación tubería PVC Alcant. D=400 mm	m	48.30	19.29	931.79
	SEÑALIZACION HORIZONTAL				
7001	Paso cebra	m2	59.40	9.78	580.79
7002	Pintura para señalización de tráfico, manual, franja de hasta 15cm	ml	309.18	1.34	415.14
7004	Flechas de dirección	m2	17.26	9.78	168.74
	SEÑALIZACION VERTICAL				
8001	R5-1b (No estacionar)	u	6.00	107.66	645.95
8003	R2 (No Virara en U)	u	2.00	107.66	215.32
	SEMAFORIZACIÓN				
9001	Regulador completo de semáforos de 6 grupos	u	1.00	5,728.81	5,728.81
9002	Semáforos de tres módulos 3/200 para paso de vehículos, en policarbonato y con lámparas de led's	u	8.00	494.38	3,955.07
9003	Semáforos de dos módulos 2/200 para pasos de peatones, en policarbonato y con lámparas de led's	u	4.00	376.60	1,506.38
9004	Báculo completo (incluye soporte bajante y extensión de brazo referencial de 3 metros)	u	4.00	622.44	2,489.76
9005	Soporte doble de aluminio para semáforos, sobre columnas o verticales de báculos	u	3.00	35.81	107.43
9006	Basamento de regulador	u	1.00	126.58	126.58
9007	Basamento de báculo	u	4.00	253.15	1,012.61
9008	Basamento de columna vehicular y peatonal	u	3.00	77.35	232.06
	SUMA TOTAL				69565.01
	IVA			12%	8,347.80
	TOTAL				77,912.81

6.3 Especificaciones técnicas

Especificaciones técnicas de señalización vial

De acuerdo al Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) Señalización Vial se describen las especificaciones empleadas en el trabajo de grado referente a señalización horizontal.²⁷

De acuerdo con los numerales:

5.9.3 Línea de separación de flujos opuestos.

5.9.3.2 Se usará para señalar doble línea continua de color amarilla, con pintura especificada en la norma INEN. El ancho de la línea debe ser de 100 mm.

5.6.4 Líneas transversales

Dentro del presente capítulo se menciona líneas de cruce cebra en el cual la norma describe una zona en el cual el peatón tiene derecho de paso.

Son bandas paralelas con una longitud de 3m con un ancho de 450mm y una separación entre las bandas de 750mm. Se inicia a partir del bordillo con una distancia de 500 mm.

5.7 Símbolos y leyendas

En el presente capítulo se incluyen tipos de señalización como flechas y CEDA EL PASO.

Para vías con velocidades menores o iguales a 50 km/h se empleas siguientes flechas correspondientes a señalización horizontal con sus áreas correspondientes ver pág. 52 Señalización Vial Parte II Normas INEN.

Flecha de frente y derecha: 2.175 m²

Flecha de frente: 1.2 m² y Flecha derecha: 1.504 m²

²⁷ Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). (2011). *Señalización Vial Parte II*. Quito, Ecuador.

De acuerdo al Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) Señalización Vial se describen las especificaciones empleadas en el trabajo de grado referente a señalización vertical.²⁸

De acuerdo con los numerales:

6.5.2 Ceda el Paso (R1-2): se utiliza en intersecciones donde el tráfico que cede el paso tiene visibilidad sobre el tránsito de la vía mayor. Dentro de sus usos las normas citan su uso para el control de tránsito en redondeles.

Figura 36: Ceda el Paso



R1-2

Fuente: Normas INEN Parte I

6.6.8.1 No virar en U (R2-8): el conductor no puede virar y regresar por la vía que venía.

Figura 37: No Virar en U



R2-8

Fuente: Normas INEN Parte I

6.9.1 No estacionar (R5-1): indica la prohibición de estacionar en el lugar que se encuentra instalado.

²⁸ Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). (2011). *Señalización Vial Parte I*. Quito, Ecuador.

Figura 38: No Estacionar



R5-1

Fuente: Normas INEN Parte I

De acuerdo con las especificaciones técnicas:

-Empresa Pública Municipal ETAPA EP.²⁹

-Ministerio de Transporte y Obras Públicas Ecuador.³⁰

Se describe:

Replanteo y Nivelación

a) Definición

Este rubro consiste en la ubicación de las obras en campo, utilizando las alineaciones y cotas indicadas en los planos y respetando estas especificaciones de construcción.

b) Especificaciones

En el sitio de trabajo se colocarán hitos de hormigón perfectamente identificados y referenciados, que servirán como puntos de control horizontal y vertical de la obra. El Constructor proveerá todo el personal calificado, instrumentos, herramientas, y materiales requeridos para la fijación de hitos y el replanteo de las obras. Antes de iniciar la construcción cualquier tramo, el Contratista con el visto bueno de la Fiscalización definirá el trazado observando los planos del Proyecto y recorriendo el terreno.

Si se encontraren discrepancias con los planos del Proyecto, el Contratista y el Fiscalizador deberán realizar las modificaciones necesarias.

c) Medición y forma de pago

- Replanteo y nivelación de ejes, para tendido de tuberías de agua potable, por kilómetro.

-Replanteo de áreas, por metro cuadrado.

²⁹ Especificaciones Técnicas Empresa Pública Municipal de Telecomunicaciones Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Cuenca – ETAPA EP

³⁰ Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador. (2013). *Vol No 3 Especificaciones Generales para la construcción de caminos y puentes*. Quito.

Excavación mecánica sin clasificar

a) Definición

Es la remoción de suelo mediante la utilización de maquinaria tales como: retroexcavadora, Bulldoser, etc., en estratos de baja consolidación de clasificación como suelo común, arcillas, linos, arenas y que puede existir presencia de molones de roca sueltos que no requieran de actividades complementarias para su remoción.

b) Medición y forma de pago

De acuerdo con las dimensiones especificadas las excavaciones se pagarán por metro cúbico, y la medición se la realizará en obra y serán válidas únicamente las establecidas por los planos de diseño y lo señalado en las especificaciones técnicas generales, salvo autorización por escrito de la fiscalización para sobre excavación.

Entibamiento discontinuo

a) Definición

Es la protección que se da en la pared de la zanja en forma continua, dependiendo de la calidad del terreno que se excava.

b) Especificaciones

El entibado continuo consiste en el sistema de largueros, tablas, tablonés, que con puntales transversales dispuestos de tal modo que sostengan la pared de manera sólida. Su espaciamiento máximo será de 2m y su espesor mayor a 2.5 cm. La sujeción por puntales transversales, será como mínimo con dos esto es una fila en la parte superior y otra por la parte inferior y en caso de alturas superiores a 1-5 m se colocan puntales transversales intermedios, dependiendo de la cohesión del suelo que forman las paredes.

b) Medición y forma de pago

La medición se realizará, tomando las dimensiones de los elementos de sostenimiento que están en contacto con la pared de la zanja y la unidad para el pago será el metro cuadrado.

Colocación tubería de alcantarillado

a) Especificación

Las tuberías serán instaladas de acuerdo a los trazados y pendientes indicados en los planos; comenzando por la parte inferior de los tramos desde el lugar del pozo

de revisión de tal manera que la campana o la caja de la espiga quede situada hacia la parte más alta. Cualquier cambio en alineación, pendiente o procedimiento de trabajo deberá ser aprobado por el Fiscalizador. Las alineaciones y pendientes se controlarán con aparatos de precisión como teodolito o nivel.

Medición y forma de pago

La cantidad a pagarse será en metros lineales.

Pozos de revisión

Para la construcción de los mismos el fondo será un diámetro de $A = B + 0.9$, en donde B = diámetro interno del pozo A= diámetro de la excavación

De 0-3 m de profundidad el talud máximo será de 1H:8V.

Suministro y colocación del material SUBBASE

a) Definición

Incluye el suministro y colocación en obra de material granular para conferir condiciones apropiadas para el tránsito vehicular.

b) Especificaciones

El material de sub-base a utilizarse en la obra, deberá cumplir con los siguientes requisitos.

Límites granulométricos especificados, serán los siguientes:

GRADUACION DE SUB-BASE DE AGREGADOS TRITURADOS

Tamiz	% que pasa		
2"	100		
1 1/2"	70	-	100
No. 4	30	-	70
No. 40	15	-	40
No. 200	0	-	20

El material deberá ser tendido y conformado sin producir segregación en el mismo y compactado hasta que se obtengan los pesos volumétricos secos requeridos y una superficie uniforme con lo especificado.

b) Medición y forma de pago

La cantidad a pagarse será en metros cúbicos.

Losa de pavimento de hormigón simple $f_c = 300\text{kg/cm}^2$

a) Especificación

Estará constituido por losas de hormigón hidráulico, elaborado en planta o en concretera, el espesor, barras de fijación y los hierros de transmisión de carga colocados respectivamente en cada una de las juntas, serán de acuerdo al diseño especificado.

b) Medición y forma de pago

La cantidad a pagarse será en metros cúbicos.

Construcción de veredas

Una vez compactada la subrasante se fundirá con un espesor mínimo de 0.05 m. Las juntas de construcción tendrán una profundidad de 0.03 m con un espesor de 0.01 m y una separación de 4 metros que será fijado por el fiscalizador en función del ancho de vereda.

Medición y forma de Pago

La construcción de veredas se medirá en metros cuadrados de vereda.

Remoción de pavimento

a) Especificación

En el caso de pavimentos de hormigón hidráulico se debe delimitar el área a ser removida y remover el pavimento mediante compresores equipados con martillos rompe pavimentos y máquinas especiales.

b) Medición y forma de pago

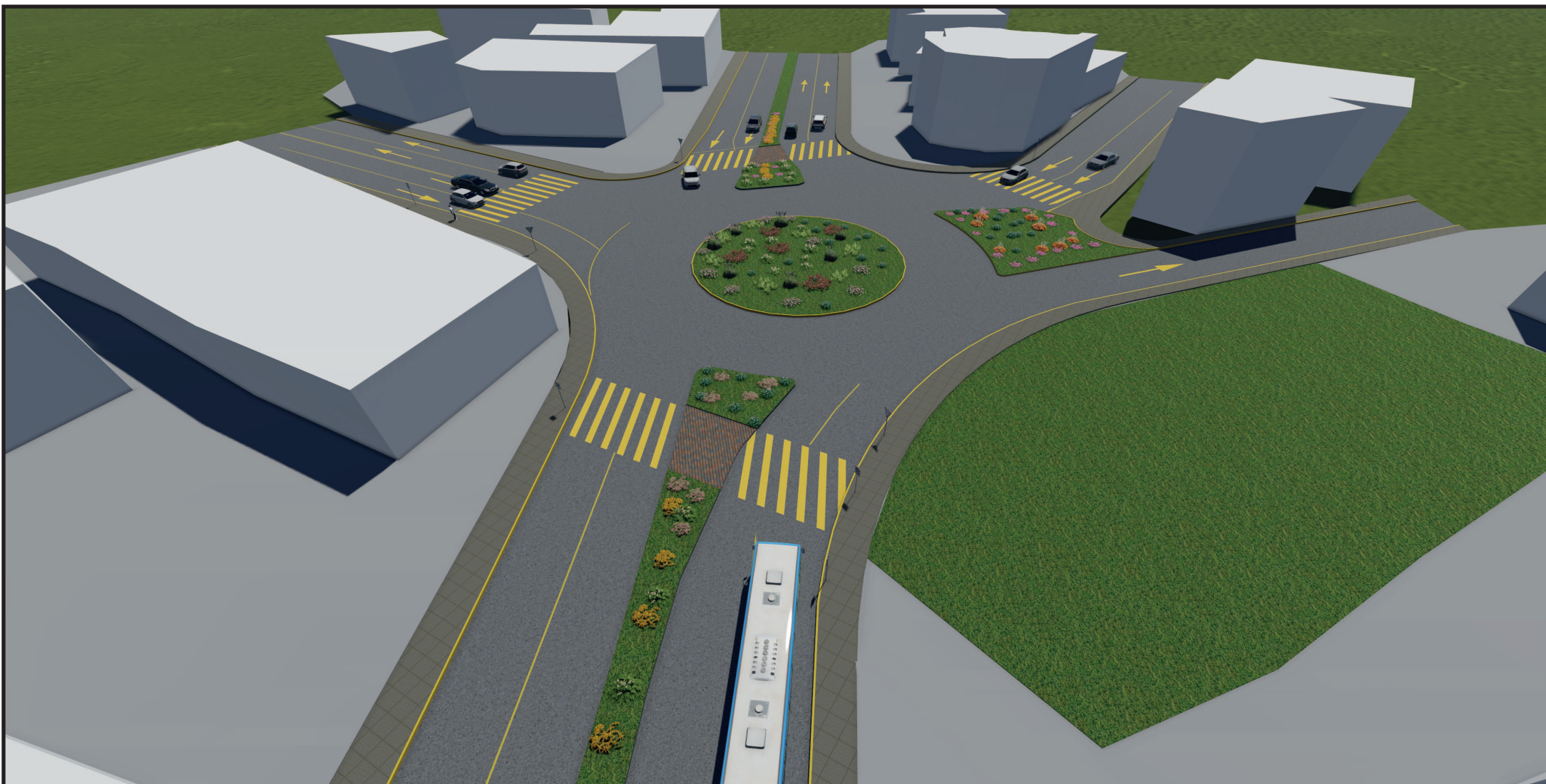
La medición de rotura de trabajo de remoción de pavimento se realiza en metros cuadrados.

CAPÍTULO 7

REPRESENTACIÓN GRÁFICA DEL PROYECTO

7.1 Modelación tridimensional de las alternativas usando el programa 3D MAX.

ALTERNATIVA 1
REFORMA GEOMÉTRICA



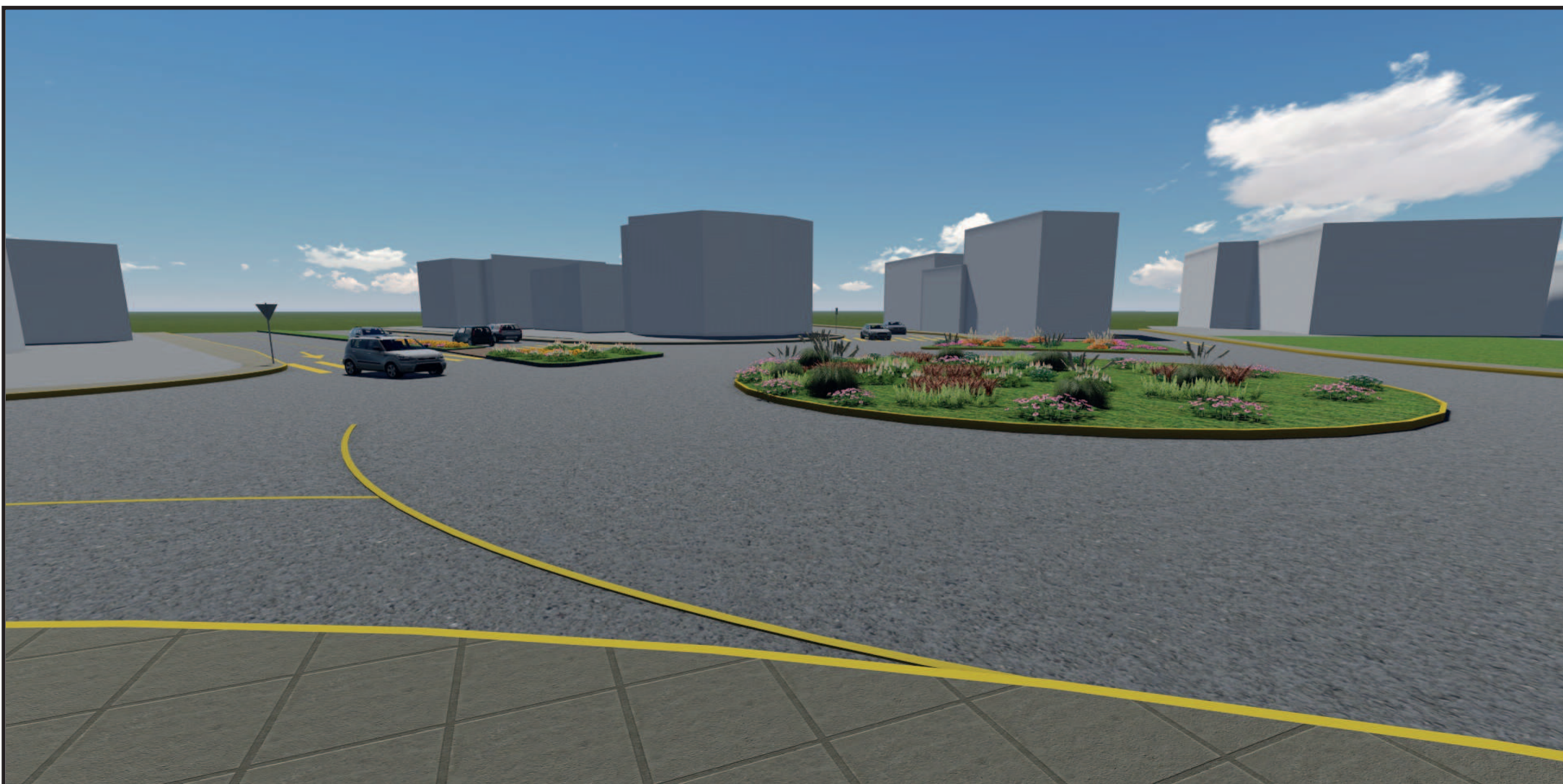
PROYECTO: INTERSECCIÓN DE LA AV. 10 DE AGOSTO, AV. 27 DE FEBRERO Y AV. PAUCARBAMBA

PERSPECTIVA GENERAL 1

ELABORADO : JOSUÉ E. BRITO SOLIZ

REVISADO: ING. CHRISTIAN MOYANO TOBAR

CUENCA , MAYO DEL 2014



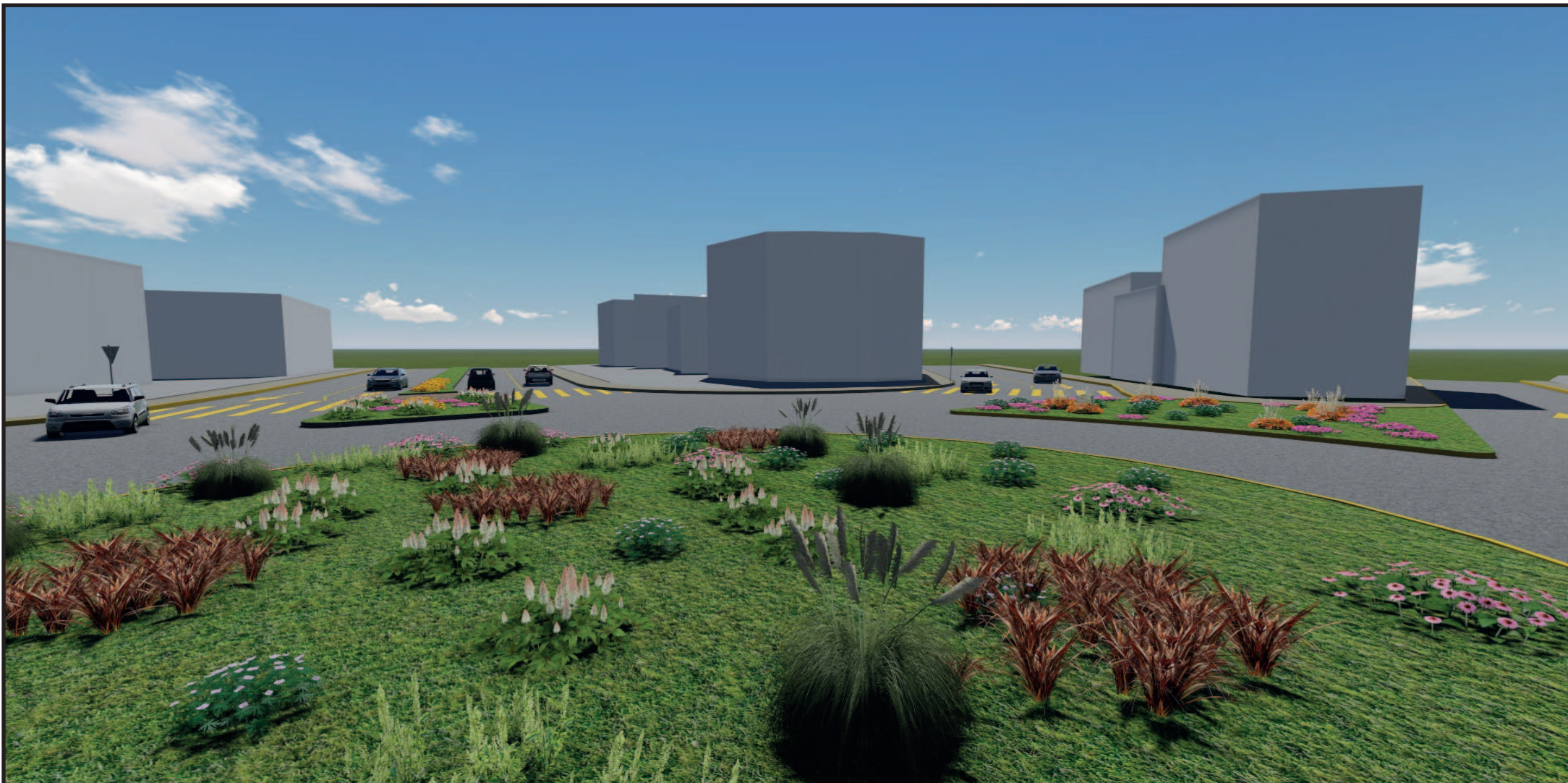
PROYECTO: INTERSECCIÓN DE LA AV. 10 DE AGOSTO, AV. 27 DE FEBRERO Y AV. PAUCARBAMBA

PERSPECTIVA GENERAL 2

ELABORADO : JOSUÉ E. BRITO SOLIZ

REVISADO: ING. CHRISTIAN MOYANO TOBAR

CUENCA , MAYO DEL 2014



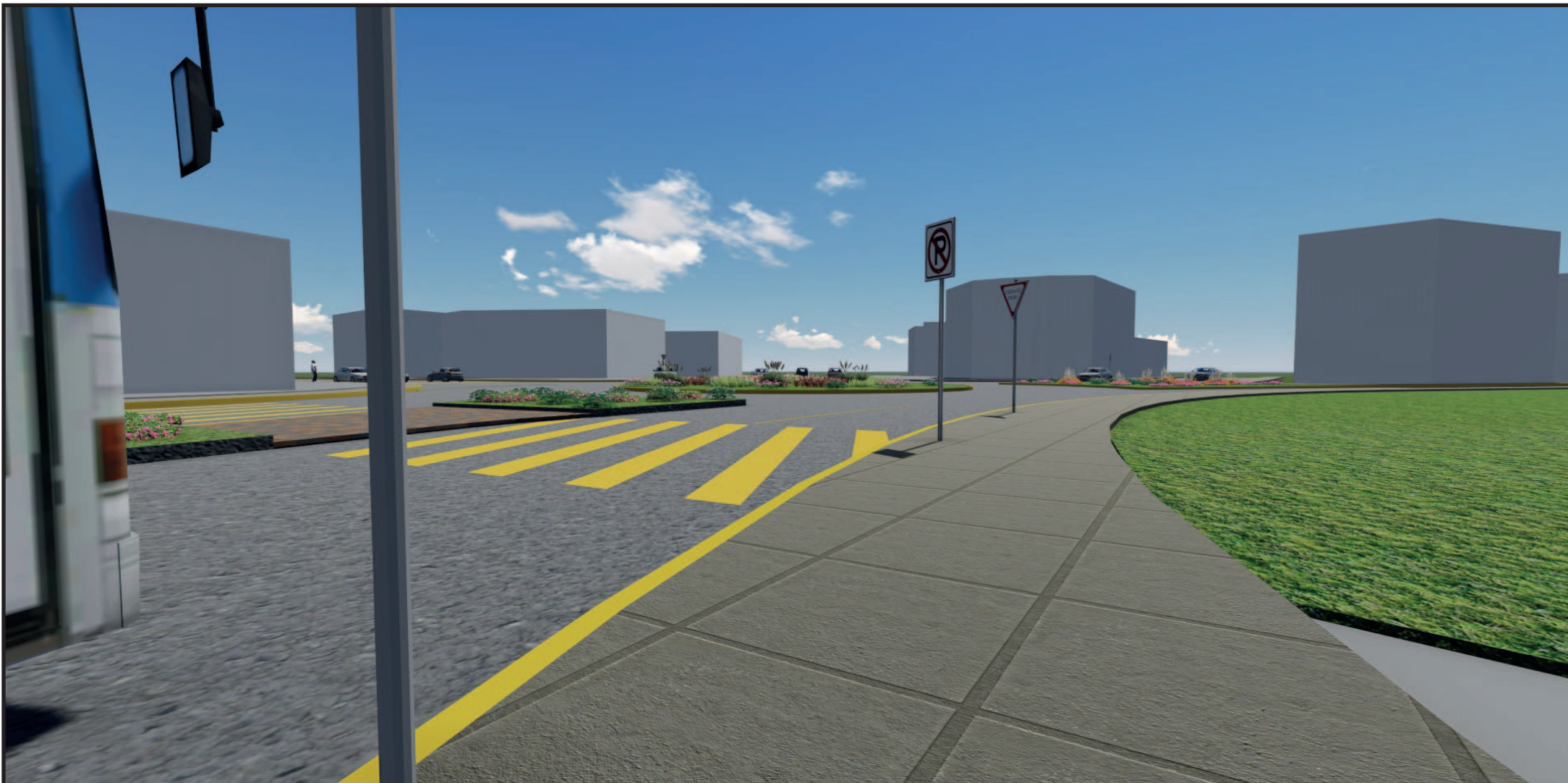
PROYECTO: INTERSECCIÓN DE LA AV. 10 DE AGOSTO, AV. 27 DE FEBRERO Y AV. PAUCARBAMBA

PERSPECTIVA GENERAL 3

ELABORADO : JOSUÉ E. BRITO SOLIZ

REVISADO: ING. CHRISTIAN MOYANO TOBAR

CUENCA , MAYO DEL 2014



PROYECTO: INTERSECCIÓN DE LA AV. 10 DE AGOSTO, AV. 27 DE FEBRERO Y AV. PAUCARBAMBA

ACCESO AV. 10 DE AGOSTO N-O

ELABORADO : JOSUÉ E. BRITO SOLIZ

REVISADO: I NG. CHRISTIAN MOYANO TOBAR

CUENCA , MAYO DEL 2014



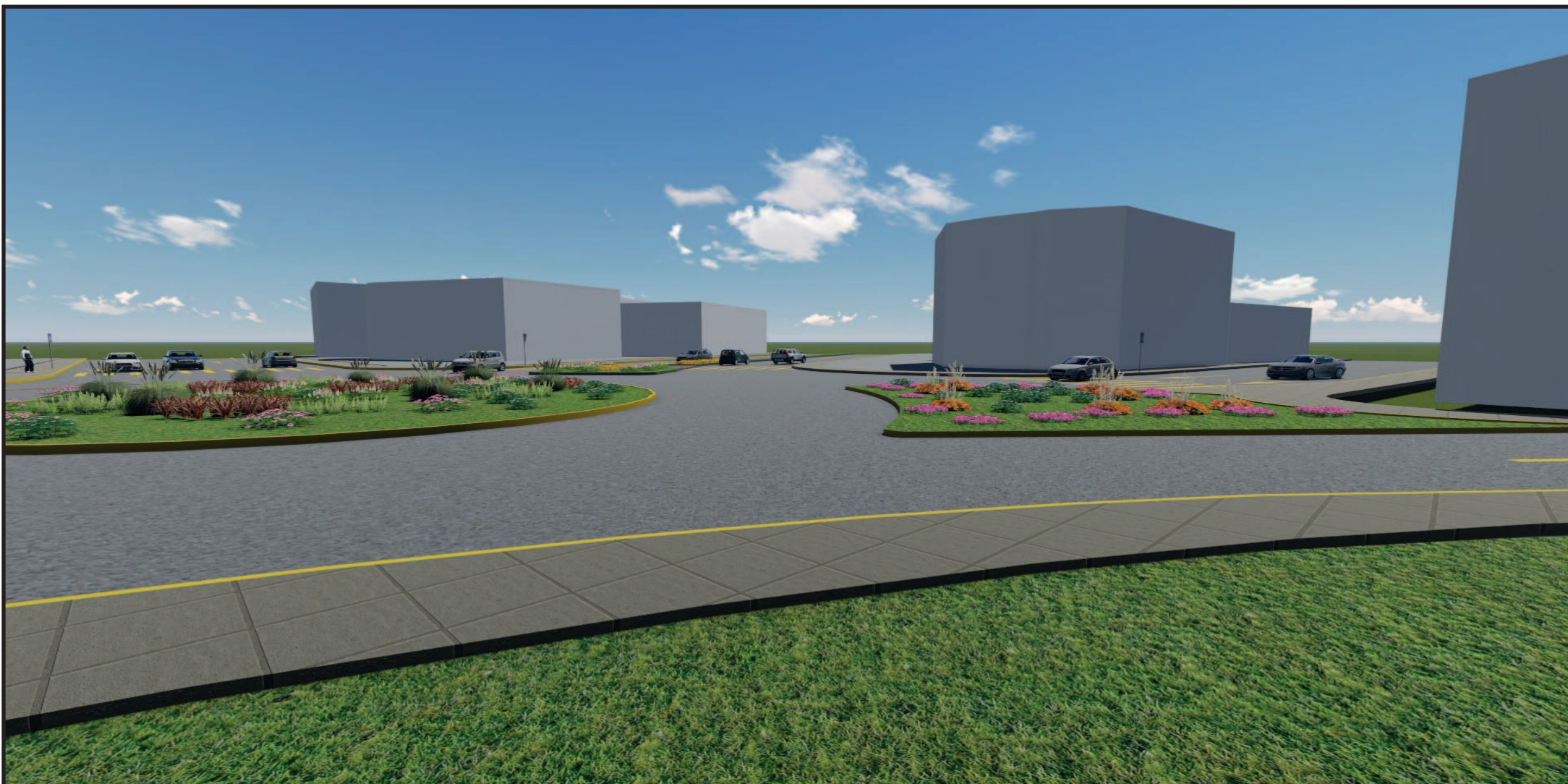
PROYECTO: INTERSECCIÓN DE LA AV. 10 DE AGOSTO, AV. 27 DE FEBRERO Y AV. PAUCARBAMBA

VISTA DE ACCESO AV. 10 DE AGOSTO S-E

ELABORADO : JOSUÉ E. BRITO SOLIZ

REVISADO: ING. CHRISTIAN MOYANO TOBAR

CUENCA , MAYO DEL 2014



PROYECTO: INTERSECCIÓN DE LA AV. 10 DE AGOSTO, AV. 27 DE FEBRERO Y AV. PAUCARBAMBA

ACCESO CALLE DE LOS PENSAMIENTOS

ELABORADO : JOSUÉ E. BRITO SOLIZ

REVISADO: ING. CHRISTIAN MOYANO TOBAR

CUENCA , MAYO DEL 2014



PROYECTO: INTERSECCIÓN DE LA AV. 10 DE AGOSTO, AV. 27 DE FEBRERO Y AV. PAUCARBAMBA

VISTA DE ACCESO AV. 27 DE FEBRERO

ELABORADO : JOSUÉ E. BRITO SOLIZ

REVISADO: ING. CHRISTIAN MOYANO TOBAR

CUENCA , MAYO DEL 2014

ALTERNATIVA 2
INTERSECCIÓN SEMAFORIZADA



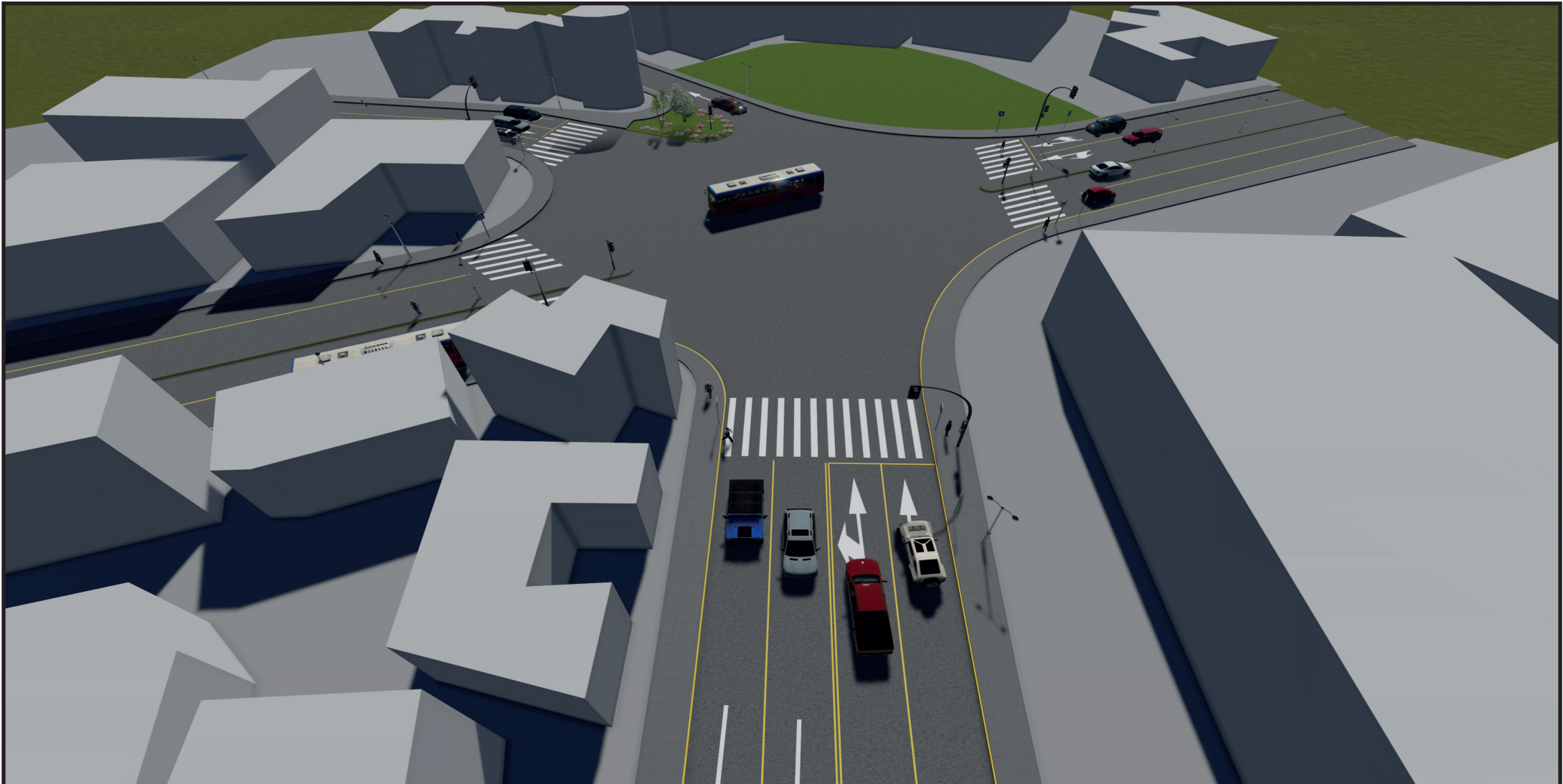
PROYECTO: INTERSECCIÓN DE LA AV. 10 DE AGOSTO, AV. 27 DE FEBRERO Y AV. PAUCARBAMBA

PERSPECTIVA GENERAL

ELABORADO : JOSUÉ E. BRITO SOLIZ

REVISADO: ING. CHRISTIAN MOYANO TOBAR

CUENCA , MAYO DEL 2014



PROYECTO: INTERSECCIÓN DE LA AV. 10 DE AGOSTO, AV. 27 DE FEBRERO Y AV. PAUCARBAMBA

VISTA DE ACCESO AV. 27 DE FEBRERO

ELABORADO : JOSUÉ E. BRITO SOLIZ

REVISADO: ING. CHRISTIAN MOYANO TOBAR

CUENCA , MAYO DEL 2014



PROYECTO: INTERSECCIÓN DE LA AV. 10 DE AGOSTO, AV. 27 DE FEBRERO Y AV. PAUCARBAMBA

VISTA DE ACCESO AV. 27 DE FEBRERO

ELABORADO : JOSUÉ E. BRITO SOLIZ

REVISADO: ING. CHRISTIAN MOYANO TOBAR

CUENCA , MAYO DEL 2014



PROYECTO: INTERSECCIÓN DE LA AV. 10 DE AGOSTO, AV. 27 DE FEBRERO Y AV. PAUCARBAMBA

VISTA DE ACCESO AV. 10 DE AGOTO N-O

ELABORADO : JOSUÉ E. BRITO SOLIZ

REVISADO: ING. CHRISTIAN MOYANO TOBAR

CUENCA , MAYO DEL 2014



PROYECTO: INTERSECCIÓN DE LA AV. 10 DE AGOSTO, AV. 27 DE FEBRERO Y AV. PAUCARBAMBA

VISTA DE ACCESO AV. 10 DE AGOSTO S-E

ELABORADO : JOSUÉ E. BRITO SOLIZ

REVISADO: ING. CHRISTIAN MOYANO TOBAR

CUENCA , MAYO DEL 2014



PROYECTO: INTERSECCIÓN DE LA AV. 10 DE AGOSTO, AV. 27 DE FEBRERO Y AV. PAUCARBAMBA

VISTA DE ACCESO AV. 10 DE AGOSTO N-O

ELABORADO : JOSUÉ E. BRITO SOLIZ

REVISADO: ING. CHRISTIAN MOYANO TOBAR

CUENCA , MAYO DEL 2014



PROYECTO: INTERSECCIÓN DE LA AV. 10 DE AGOSTO, AV. 27 DE FEBRERO Y AV. PAUCARBAMBA

VISTA DE ACCESO AV. PAUCARBAMBA S-E

ELABORADO : JOSUÉ E. BRITO SOLIZ

REVISADO: ING. CHRISTIAN MOYANO TOBAR

CUENCA , MAYO DEL 2014



PROYECTO: INTERSECCIÓN DE LA AV. 10 DE AGOSTO, AV. 27 DE FEBRERO Y AV. PAUCARBAMBA

VISTA DE ACCESO CALLE DE LOS PENSAMIENTOS

ELABORADO : JOSUÉ E. BRITO SOLIZ

REVISADO: ING. CHRISTIAN MOYANO TOBAR

CUENCA , MAYO DEL 2014

CAPÍTULO 8

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1 Conclusiones

- Los volúmenes de TPDA 2013 analizados de 8h15 a 9h15 representan las condiciones de máxima demanda considerados para el análisis de la intersección en cada pantalla de observación que nos permitió evaluar las características que presenta la intersección en sus condiciones actuales mediante el programa Sidra Intersection 5.1.

- Las demoras de campo tomadas simultáneamente en la hora de máxima demanda en la intersección nos permitió calibrar el programa Sidra Intersection 5.1 para modelar las características reales que presenta la intersección de estudio. En el cual las variaciones de demora en campo vs las demoras obtenidas en Sidra son para el acceso 1 de la Av. 10 de Agosto S-E el 8.3 por ciento, es decir, que la demora en campo aumento el 8.3 por ciento con respecto a la demora en Sidra para el acceso 1. De igual manera la variación del acceso 2 de Av. 27 de Febrero es -12.8 por ciento lo que significa que la demora en campo disminuye un 12.8 por ciento con respecto a la demora en Sidra para el acceso 2. Además, la variación de demora del acceso 3 de la Av. 10 de Agosto N-O es del -4.8 por ciento y la variación de demora del acceso 4 de la Av. Paucarbamba es del 4 por ciento.

- Una de las alternativas presentadas para mejorar la vida útil de la intersección fue el redondel con reforma geométrica, la cual consistía en ampliar a dos carriles de entrada y dos carriles de salida el acceso de la Avenida 27 de Febrero N – E, en la cual cada ancho de carril sería de 3.65 m. El nivel de servicio global de la intersección en sus condiciones actuales para el año 2018 fue D con una demora global de 50.5 segundos y el nivel de servicio global de la intersección con la reforma geométrica para el año 2018 fue D con una demora de 48.3 segundos. En este análisis de resultados es importante destacar que el nivel de servicio en el acceso con la reforma geométrica mejora notablemente con respecto al acceso de la intersección en su estado actual; esto significa un nivel de servicio C del acceso con una demora de 24.2 segundos en la reforma implementada contra un nivel de

servicio D en el acceso de la Avenida 27 de Febrero sin mejora con una demora de 53.5 segundos. Por tanto, existe una evidente mejora para las condiciones de operación, sin embargo, las demoras de los ramales adyacentes en la mejora implementada presentan demoras elevadas que hacen que la demora global en la intersección con reforma geométrica sea D.

- La alternativa semafórica para la intersección consiste en un diseño de dos fases con la ampliación a dos carriles de entrada y salida de la Avenida 27 de Febrero con un ancho de cada carril de 3.65 m. y la Avenida Paucarbamba contaría con 3 carriles cada uno con un ancho de 3.3 m. Es importante destacar que el diseño de la intersección para el año 2018 presenta mejores niveles de servicio que el redondel en su estado actual y la alternativa de reforma geométrica. La intersección semafórica 2018 presenta un nivel de servicio C con una demora global de 20.3 segundos y la misma para el año 2023 presenta un nivel de servicio C con una demora global de 34.3 segundos.

- Comparando la variación de demora global en segundos para el año 2018 de la intersección semafórica con respecto a la demora global de la alternativa del redondel de reforma geométrica tenemos el -58 por ciento lo que significa que la demora de la intersección semaforizada disminuye un 58 por ciento con respecto a la demora global de la alternativa del redondel con reforma geométrica. Por tanto, tenemos menores demoras utilizando la alternativa semafórica y por consiguiente un mejor nivel de servicio que está relacionado directamente con el grado de satisfacción que experimentan los usuarios al utilizar la intersección.

- La evaluación para el año 2023 del redondel en su estado actual como la alternativa de reforma geométrica presenta un nivel de servicio F, el cual significa condiciones de flujo forzado e indicada condiciones de congestión vehicular.

- El presupuesto 1 que presenta la alternativa de reforma geométrica tiene un valor de \$ 57 782,44 y el presupuesto 2 de alternativa semafórica tiene un valor de \$ 77.912,81. Por tanto, la variación del presupuesto 2 vs el presupuesto 1 tiene una variación de 35 por ciento.

- La modelación gráfica en el programa 3D MAX permite apreciar las características a detalle que presentan cada una de las alternativas analizadas dentro del proyecto de trabajo de grado.

8.2 Recomendaciones

Luego de analizar la intersección en los años futuros con los criterios de diseño del manual Highway Capacity Manual 2000, se recomienda utilizar la alternativa semafórica ya que la misma presenta mejores niveles de servicio con respecto al redondel en condiciones actuales y al redondel con reforma geométrica. Se puede observar que estas 2 últimas presentan en el año 2023 un nivel de servicio F por lo que representan condiciones de circulación forzada en la intersección.

Es importante destacar que la intersección semaforizada presenta un nivel de servicio C para el año 2018 con una demora global de 20.3 segundos con respecto a la alternativa de reforma geométrica que presenta un nivel de servicio D con una demora global de 48.3 segundos y evaluando la intersección semafórica para el año 2023 presenta un nivel de servicio C con una demora global de 34.3 segundos, con respecto a la alternativa de reforma geométrica que presenta un nivel de servicio F.

Tomando en cuenta las condiciones operativas de la intersección a través de los años la alternativa semafórica mejora adecuadamente la vida útil de la intersección de estudio.

Referencias Bibliográficas

- AKCELIK & Associates Pty Ltd. (2012). En *SIDRA INTERSECTION USER GUIDE*. Australia.
- BLÁZQUEZ, L. B., & Beviá Garcia, J. F. (2000). *Manual de Carreteras* (Vol. I). Ortiz.
- CAL Y MAYOR R., R., & Cárdenas G., J. (2007). *Ingeniería de Tránsito Fundamentos y Aplicaciones* (8a. ed.). Mexico: Alfaomega Grupo Editor S.A.
- CVC. Consorcio Consultoría Concesiones Viales Colombia. (2012). *Consultoría especializada para la estructuración de concesiones viales para el siguiente grupo de carreteras grupo 1 Centro-Sur*. Fondo Financiero de Proyectos de Desarrollo.
- ETAPA-EP. Empresa Pública Municipal de Telecomunicaciones Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Cuenca. *Especificaciones Técnicas*. Cuenca.
- GARBER, N., & Hoel, L. (2005). *Ingeniería de tránsito y Carreteras* (3a. ed.). Mexico: Thomson Editores S.A.
- GARBER, N., & Hoel, L. (2009). *Traffic and Highway Engineering* (4 ed.). Canada: Cengage Learning.
- HCM. Highway Capacity Manual. (2000). *Transportation Research Board*. Washington DC, United States of America: National Academy of Science.
- INEN. Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2011). *Señalización Vial Parte I*. Quito, Ecuador.
- INEN. Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2011). *Señalización Vial Parte II*. Quito, Ecuador.
- MENDEZ Julio. (2006). *Consultoría de tránsito en la intersección de las Avenidas Fray Vicente Solano y Remigio Crespo de la Ciudad de Cuenca*. Municipalidad de Cuenca.
- MOYANO Christian. (2013). *ESTUDIOS DE VOLUMENES DE TRÁNSITO EN DIFERENTES INTERSECCIONES DE LA CIUDAD DE CUENCA*. Dirección Municipal de Tránsito - Gobierno Autónomo Descentralizado de la ciudad de Cuenca.
- MTOP. Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador. (2013). *Vol No 3 Especificaciones Generales para la construcción de caminos y puentes*. Quito.

Programa de Asistencia Técnica en Transporte Urbano para las Ciudades Mexicanas. (s.f.). *Manual de Estudios de Ingeniería de Tránsito* (Vol. XII). Mexico: Secretaria de Desarrollo Social.

ROAD Research Laboratory. (1965). *Research on road Traffic*. Londres: H.M. Stationery Off.

T.A.M.S., & ASTEC. (2003). *Normas de Diseño Geométrico de Carreteras*. Quito: Ecuador.

Anexo 1: Factores para determinar el TPDA

Tabla 76: Cálculo de factores para TPDA

DIRECCION MUNICIPAL DE TRANSITO - GAD CUENCA							
Conteo Vehicular sin Clasificar							
Provincia : Azuay				Ciudad : Cuenca			
Fecha 23-29 Octubre 2012				Detectores 1-2			
Estación:		Av. Remigio Crespo y Federico Proano			Sentido O-E		
HORAS	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO	LUNES
00:00-01:00	59	57	96	245	405	338	25
01:00-02:00	18	33	39	126	324	241	17
02:00-03:00	13	24	24	51	292	184	8
03:00-04:00	5	3	12	44	156	116	3
04:00-05:00	25	17	22	17	83	54	12
05:00-06:00	34	32	33	75	57	38	59
06:00-07:00	367	350	339	321	144	64	358
07:00-08:00	667	702	669	643	316	153	675
08:00-09:00	781	733	752	769	479	197	730
09:00-10:00	742	786	817	747	671	266	805
10:00-11:00	819	763	788	751	732	350	772
11:00-12:00	765	774	765	750	735	443	743
12:00-13:00	765	731	705	772	810	531	718
13:00-14:00	649	679	657	714	705	530	717
14:00-15:00	719	711	697	724	583	510	756
15:00-16:00	834	775	842	849	632	540	731
16:00-17:00	840	806	817	731	722	602	825
17:00-18:00	787	716	711	686	679	546	702
18:00-19:00	728	700	669	633	717	530	680
19:00-20:00	718	672	682	579	589	493	657
20:00-21:00	629	634	673	582	674	453	563
21:00-22:00	438	506	609	600	621	305	426
22:00-23:00	294	323	615	659	597	193	259
23:00-24:00	150	193	404	609	450	87	125
TOTALES O-E	11846	11720	12437	12677	12173	7764	11366
%	14.81%	14.65%	15.55%	15.85%	15.22%	9.71%	14.21%

Fuente: Consultoría de Estudios de Volúmenes de Tránsito en Diferentes Intersecciones de la Ciudad de Cuenca

Tabla 77: Cálculo de factor mensual

PRODUCTO	CONSUMO COMBUSTIBLE AÑO 2012 (EN GALONES)												
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL
EXTRA	4,049,065	3,898,162	4,251,605	4,080,110	4,386,993	4,281,426	4,372,031	4,295,157	4,102,740	4,420,091	4,343,207	4,554,771	51,035,358
SUPER	717,960	709,940	736,579	630,805	650,979	621,097	636,345	641,003	565,127	580,686	575,306	606,426	7,672,253
DIESEL 2	874,429	968,634	892,795	883,855	1,011,495	934,544	966,531	932,537	932,569	892,511	958,505	831,679	11,080,084
PREMIUM	3,639,865	3,320,580	3,769,166	3,514,568	3,868,505	3,790,483	3,862,237	4,128,802	3,834,522	4,022,172	3,701,192	3,795,644	45,247,736
TOTAL	9,281,319	8,897,316	9,650,145	9,109,338	9,917,972	9,627,550	9,837,144	9,997,499	9,434,958	9,915,460	9,578,210	9,788,520	115,035,431
CONSUMO PROMEDIO MENSUAL DE COMBUSTIBLES AL AÑO (EN GALONES):													9586286

Fuente: Consultoría de Estudios de Volúmenes de Tránsito en Diferentes Intersecciones de la Ciudad de Cuenca

Tabla 78: Cálculo de factores para TPDA

DIRECCION MUNICIPAL DE TRANSITO - GAD CUENCA							
Conteo Vehicular sin Clasificar							
Provincia : Azuay				Ciudad : Cuenca			
Fecha 23-29 Octubre 2012				Detector 3			
Estación:		Av. Remigio Crespo y Federico Proano			Sentido S-N		
HORAS	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO	LUNES
00:00-01:00	2	4	2	5	3	7	0
01:00-02:00	0	0	0	0	7	4	0
02:00-03:00	1	0	0	5	9	0	0
03:00-04:00	1	0	0	1	2	3	0
04:00-05:00	0	2	0	1	5	2	0
05:00-06:00	5	4	4	4	3	1	2
06:00-07:00	29	29	32	23	6	11	33
07:00-08:00	72	81	65	65	15	12	72
08:00-09:00	84	83	94	101	56	25	92
09:00-10:00	63	71	78	72	50	13	84
10:00-11:00	76	56	59	66	40	26	60
11:00-12:00	65	51	52	53	36	23	82
12:00-13:00	97	80	72	72	44	38	82
13:00-14:00	72	64	88	86	29	33	87
14:00-15:00	71	67	74	63	27	16	93
15:00-16:00	38	53	66	77	38	21	97
16:00-17:00	96	51	53	56	39	24	96
17:00-18:00	41	35	44	47	58	23	72
18:00-19:00	34	39	46	76	49	31	82
19:00-20:00	37	42	27	15	25	17	41
20:00-21:00	10	7	26	5	19	18	14
21:00-22:00	11	11	1	31	24	9	15
22:00-23:00	2	4	17	59	23	2	6
23:00-24:00	3	8	4	21	16	3	2
TOTALES S-N	910	842	904	1004	623	362	1112
%	15.81%	14.63%	15.70%	17.44%	10.82%	6.29%	19.32%

Fuente: Consultoría de Estudios de Volúmenes de Tránsito en Diferentes Intersecciones de la Ciudad de Cuenca

Tabla 79: Cálculo de factores para TPDA

DIRECCION MUNICIPAL DE TRANSITO - GAD CUENCA							
Conteo Vehicular sin Clasificar							
Provincia : Azuay				Ciudad : Cuenca			
Fecha 23-29 Octubre 2012				Detectores 4-5			
Estación:		Av. Remigio Crespo y Federico Proano			Sentido E-O		
HORAS	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO	LUNES
00:00-01:00	54	81	123	280	447	333	31
01:00-02:00	24	28	52	150	350	280	15
02:00-03:00	12	29	40	69	273	286	12
03:00-04:00	9	12	22	43	211	156	17
04:00-05:00	15	31	24	40	77	66	21
05:00-06:00	42	54	47	47	66	46	37
06:00-07:00	248	244	201	186	147	80	214
07:00-08:00	582	578	641	562	257	142	601
08:00-09:00	674	698	642	655	502	270	701
09:00-10:00	801	795	820	791	669	288	850
10:00-11:00	946	842	931	940	755	421	890
11:00-12:00	1031	857	1199	1083	944	459	955
12:00-13:00	988	854	1105	966	965	590	937
13:00-14:00	779	785	884	908	882	599	803
14:00-15:00	664	749	718	804	728	585	825
15:00-16:00	971	906	868	972	744	584	821
16:00-17:00	995	748	991	933	898	637	1027
17:00-18:00	1005	837	925	863	687	654	873
18:00-19:00	793	802	865	613	1058	658	727
19:00-20:00	727	765	768	605	565	569	757
20:00-21:00	714	732	830	784	804	542	673
21:00-22:00	483	602	767	863	775	351	489
22:00-23:00	439	452	873	867	750	211	320
23:00-24:00	194	238	470	800	625	97	164
TOTALES E-O	13190	12719	14806	14824	14179	8904	12760
%	14.43%	13.92%	16.20%	16.22%	15.52%	9.74%	13.96%

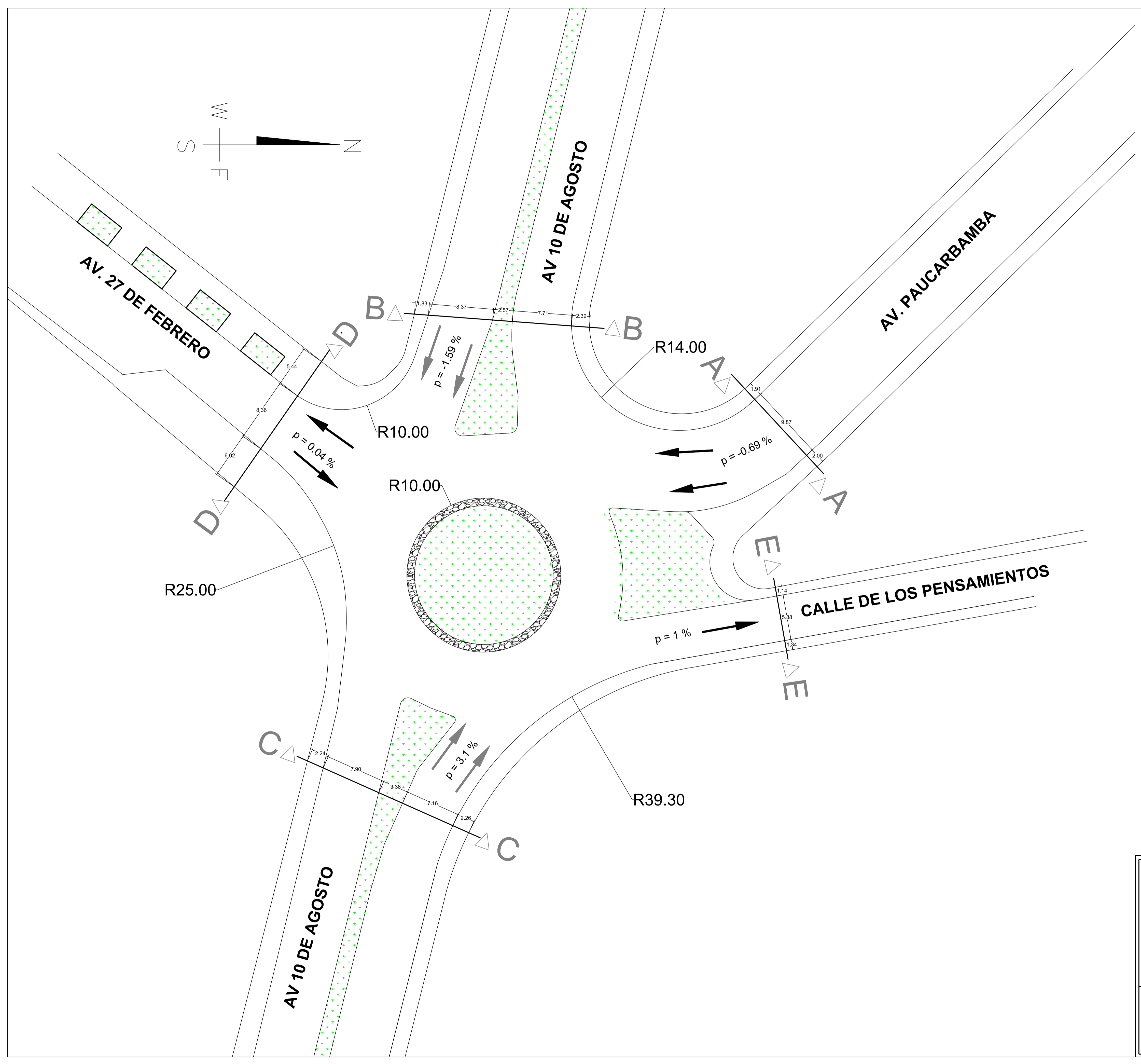
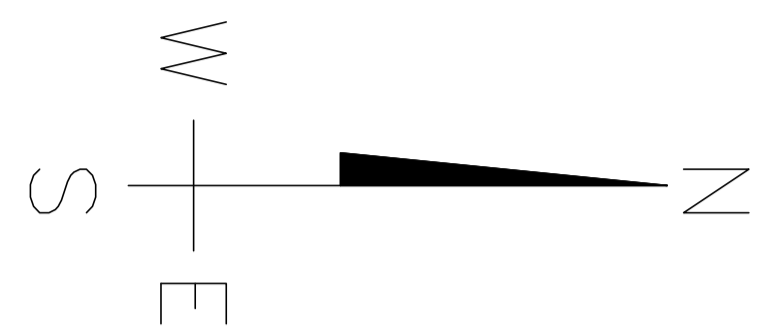
Fuente: Consultoría de Estudios de Volúmenes de Tránsito en Diferentes Intersecciones de la Ciudad de Cuenca

Tabla 80: Cálculo de factores para TPDA

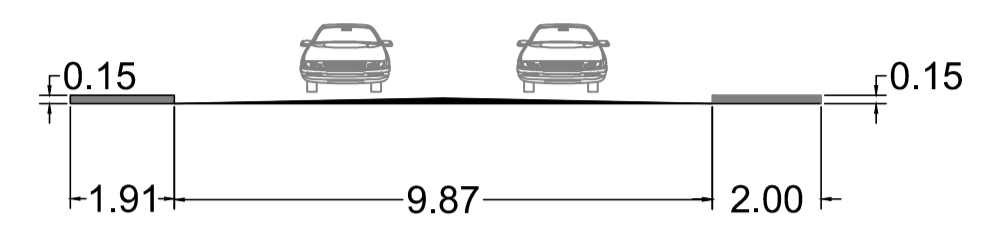
DIRECCION MUNICIPAL DE TRANSITO - GAD CUENCA							
Conteo Vehicular sin Clasificar							
Provincia : Azuay			Ciudad : Cuenca				
Fecha 23-29 Octubre 2012			Detector 6				
Estación:		Av. Remigio Crespo y Federico Proano			Sentido N-S		
HORAS	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO	LUNES
00:00-01:00	2	8	10	19	36	29	4
01:00-02:00	1	1	0	14	24	21	1
02:00-03:00	2	2	3	6	8	23	1
03:00-04:00	5	2	2	4	8	15	0
04:00-05:00	0	1	1	5	4	1	1
05:00-06:00	3	2	4	5	5	4	2
06:00-07:00	20	23	25	24	13	7	23
07:00-08:00	69	78	77	83	21	17	70
08:00-09:00	183	157	139	156	68	17	155
09:00-10:00	162	161	158	176	70	24	170
10:00-11:00	157	144	164	156	116	27	143
11:00-12:00	199	159	187	214	154	41	181
12:00-13:00	255	307	257	301	148	63	254
13:00-14:00	317	347	289	316	104	58	302
14:00-15:00	125	113	122	142	75	46	136
15:00-16:00	245	210	196	216	67	40	241
16:00-17:00	262	274	258	324	83	31	278
17:00-18:00	307	276	288	416	57	34	427
18:00-19:00	420	425	456	456	55	84	410
19:00-20:00	305	278	352	523	110	94	255
20:00-21:00	152	135	148	223	104	68	114
21:00-22:00	92	79	86	177	100	46	74
22:00-23:00	67	48	92	188	97	23	26
23:00-24:00	19	9	34	63	34	8	9
TOTALES N-S	3369	3239	3348	4207	1561	821	3277
%	17.00%	16.34%	16.89%	21.22%	7.88%	4.14%	16.53%

Fuente: Consultoría de Estudios de Volúmenes de Tránsito en Diferentes Intersecciones de la Ciudad de Cuenca

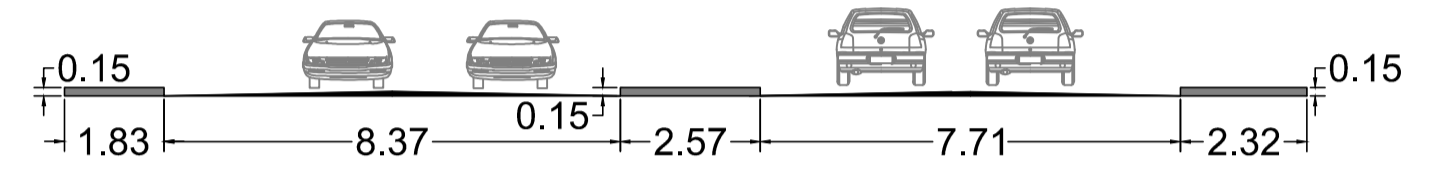
Anexo 2: Planos de la intersección Avenida 10 de Agosto, 27 de Febrero y Avenida Paucarbamba.



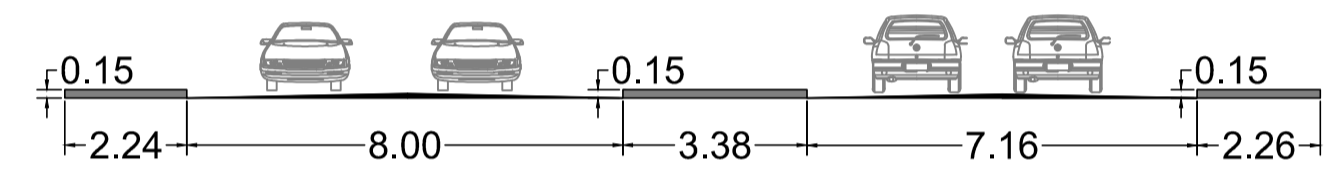
CORTE A-A



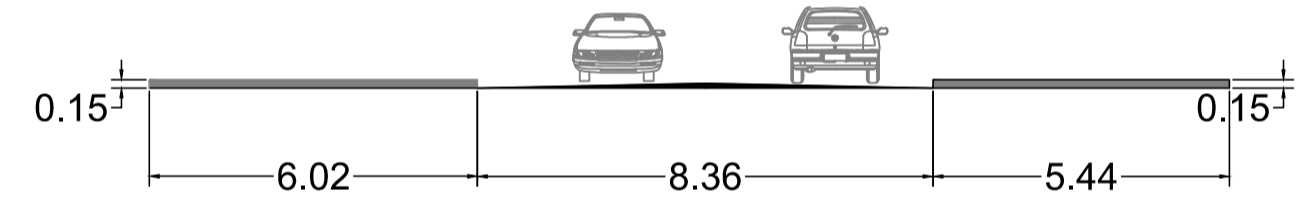
CORTE B-B



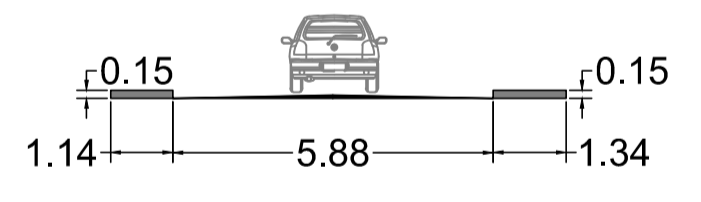
CORTE C-C



CORTE D-D



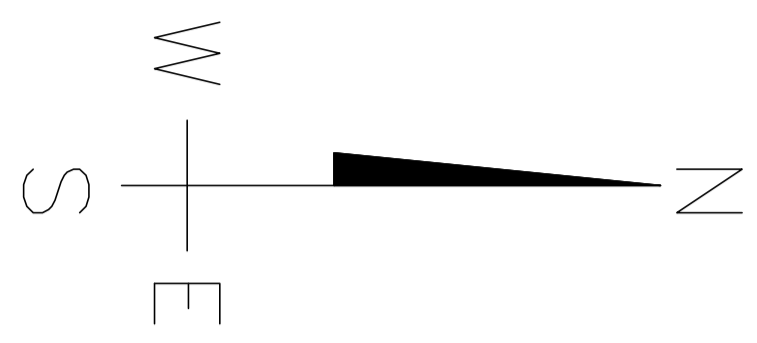
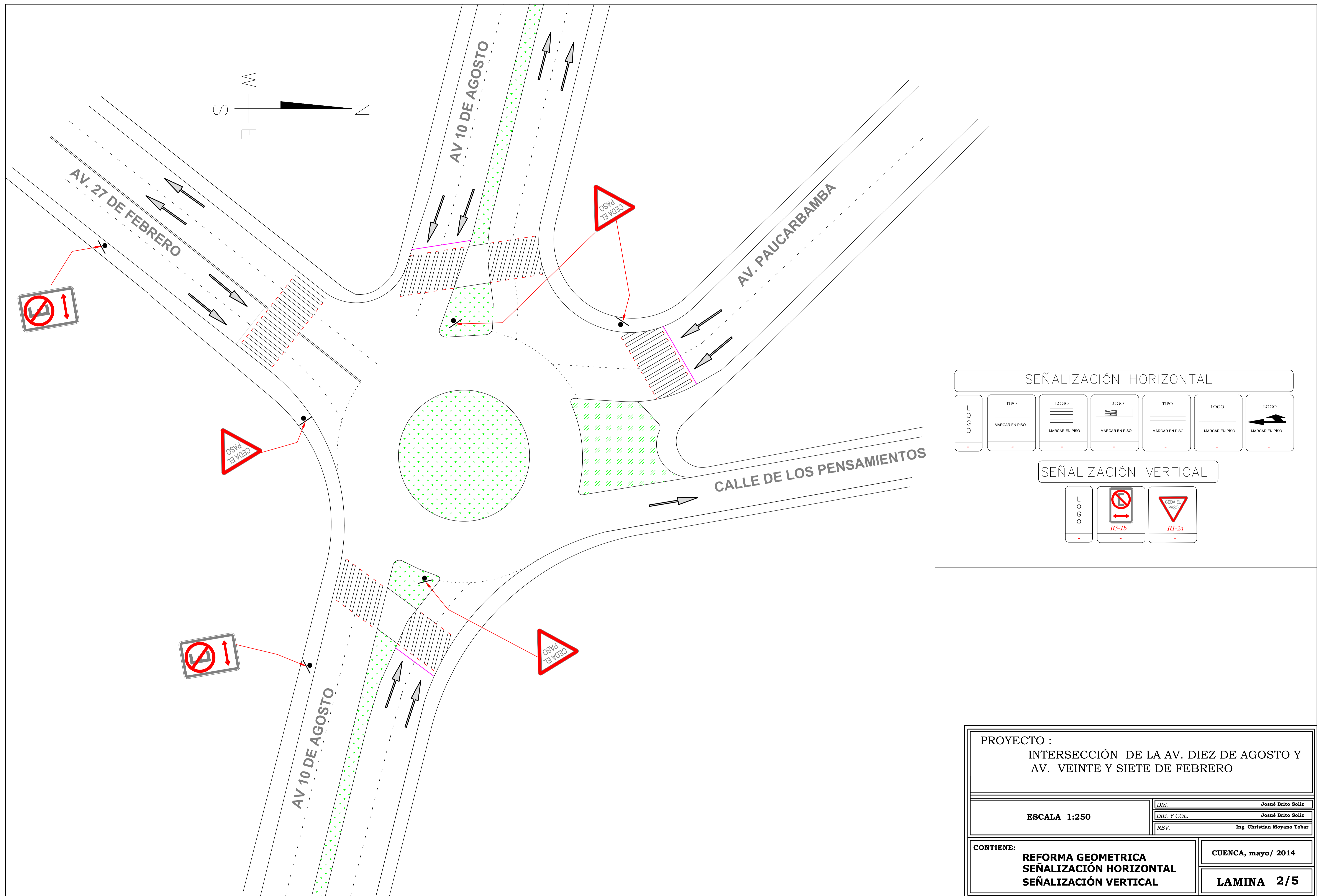
CORTE E-E



PROYECTO :
 INTERSECCIÓN DE LA AV. DIEZ DE AGOSTO Y
 AV. VEINTE Y SIETE DE FEBRERO

ESCALA 1:250	DIS.	Josué Brito Soliz
	DIB. Y COL.	Josué Brito Soliz
	REV.	Ing. Christian Moyano Tobar

CONTIENE:	ESTADO ACTUAL CORTES TRANSVERSALES	CUENCA, mayo / 2014
		LAMINA 1/5



SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL

LOGO	TIPO	LOGO	LOGO	TIPO	LOGO	LOGO
	MARCAR EN PISO	MARCAR EN PISO	MARCAR EN PISO	MARCAR EN PISO	MARCAR EN PISO	MARCAR EN PISO

SEÑALIZACIÓN VERTICAL

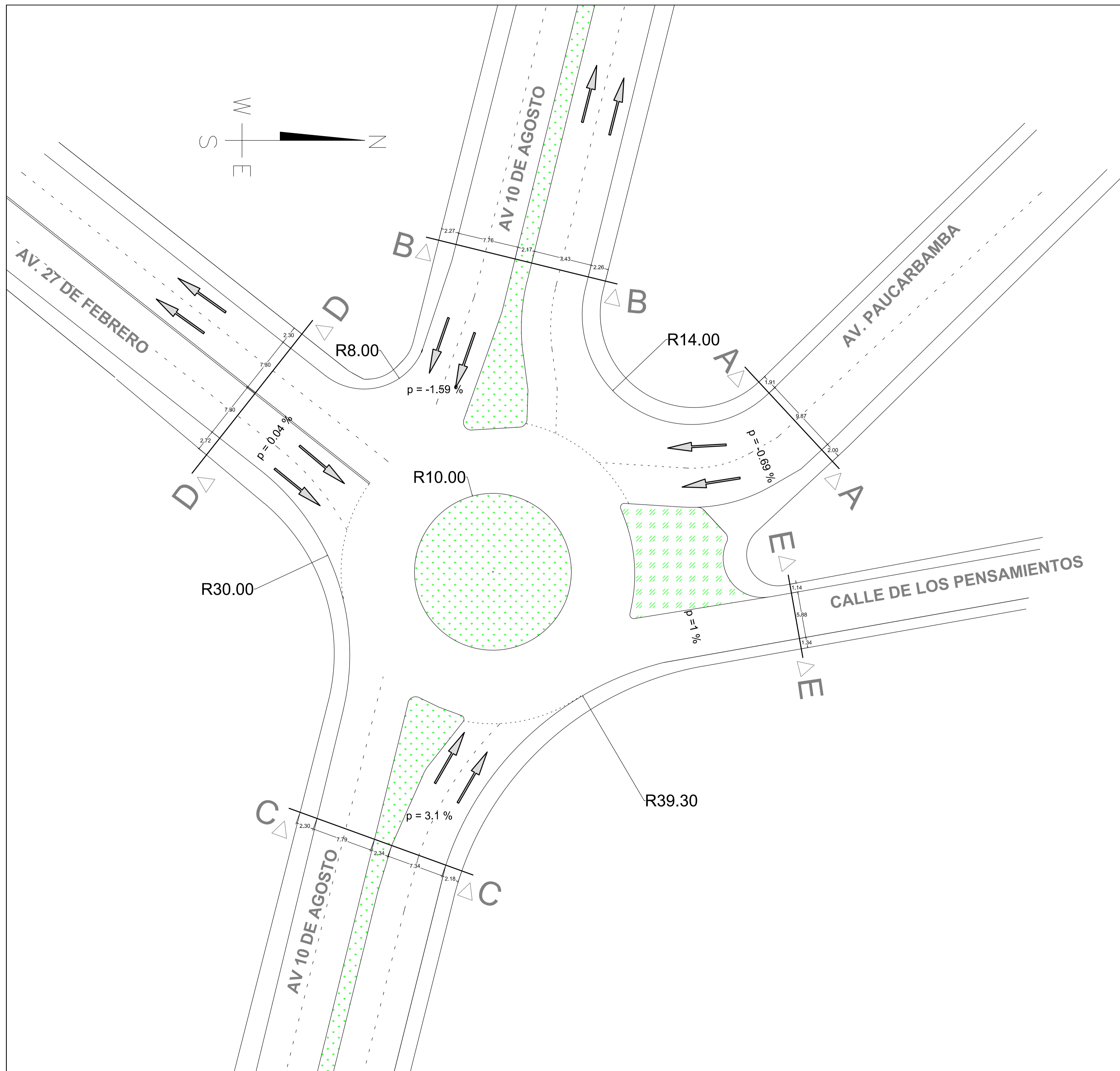
LOGO	LOGO	LOGO
R5-1b	R1-2a	

PROYECTO :
 INTERSECCIÓN DE LA AV. DIEZ DE AGOSTO Y
 AV. VEINTE Y SIETE DE FEBRERO

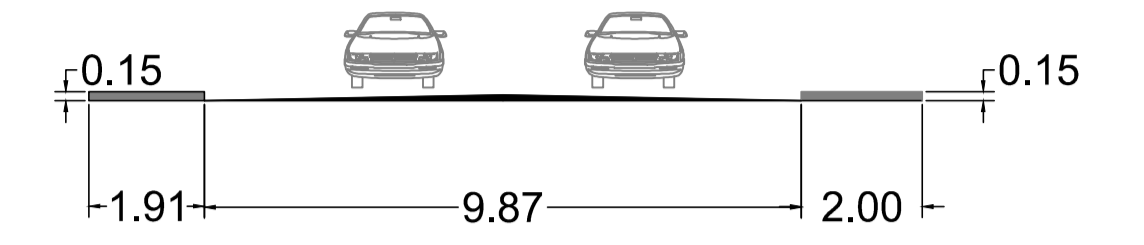
ESCALA 1:250	DIS.	Josué Brito Solíz
	DIB. Y COL.	Josué Brito Solíz
	REV.	Ing. Christian Moyano Tobar

CONTIENE:
REFORMA GEOMETRICA
SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL
SEÑALIZACIÓN VERTICAL

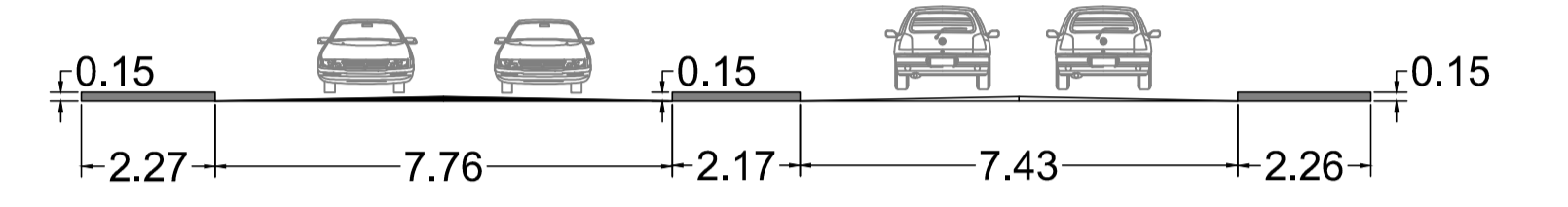
CUENCA, mayo/ 2014
LAMINA 2/5



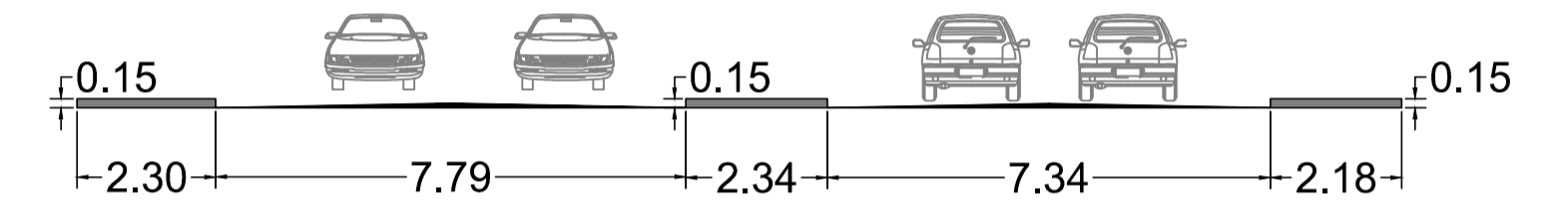
CORTE A-A



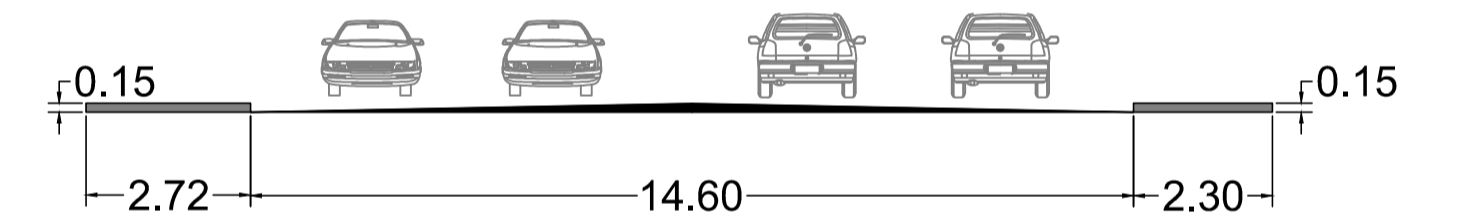
CORTE B-B



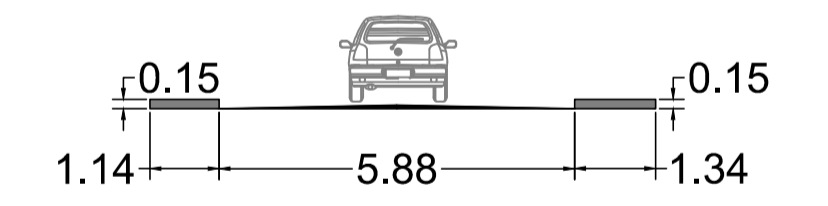
CORTE C-C



CORTE D-D



CORTE E-E

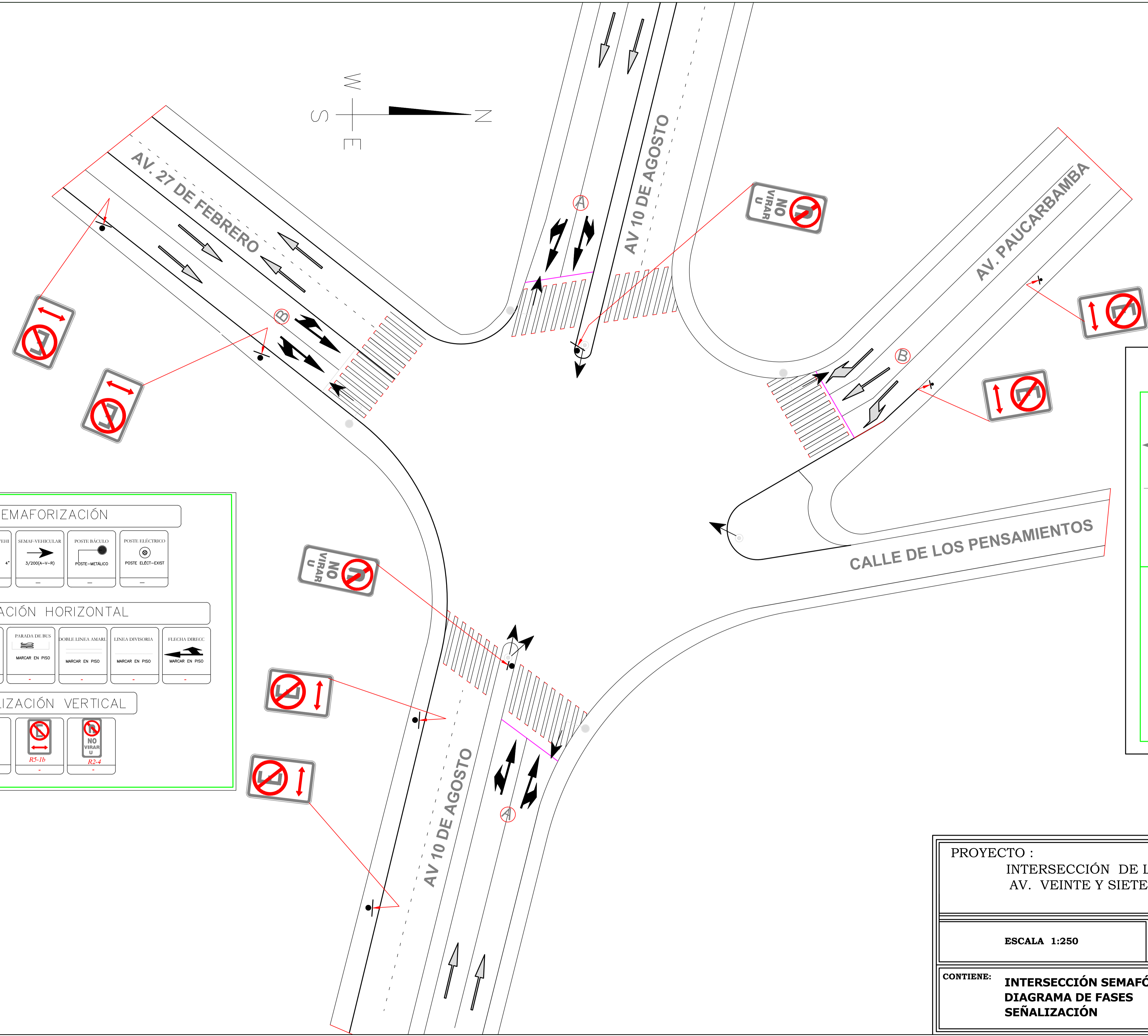
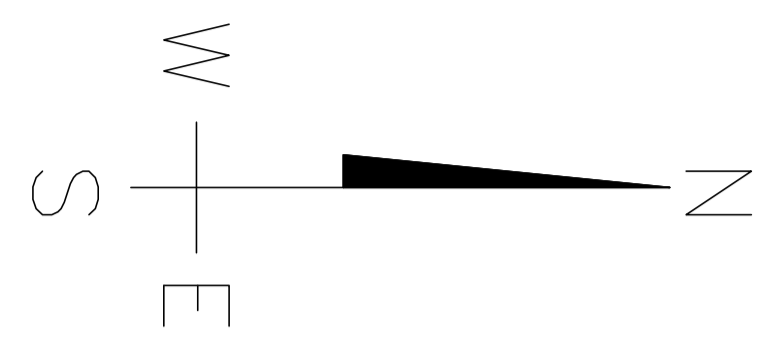


PROYECTO :
 INTERSECCIÓN DE LA AV. DIEZ DE AGOSTO Y
 AV. VEINTE Y SIETE DE FEBRERO

ESCALA 1:250	DIS.	Josué Brito Soliz
	DIB. Y COL.	Josué Brito Soliz
	REV.	Ing. Christian Moyano Tobar

CONTIENE:
**REFORMA GEOMETRICA
 DETALLE DE CORTES**

CUENCA, mayo / 2014
LAMINA 3/5



SEMAFORIZACIÓN

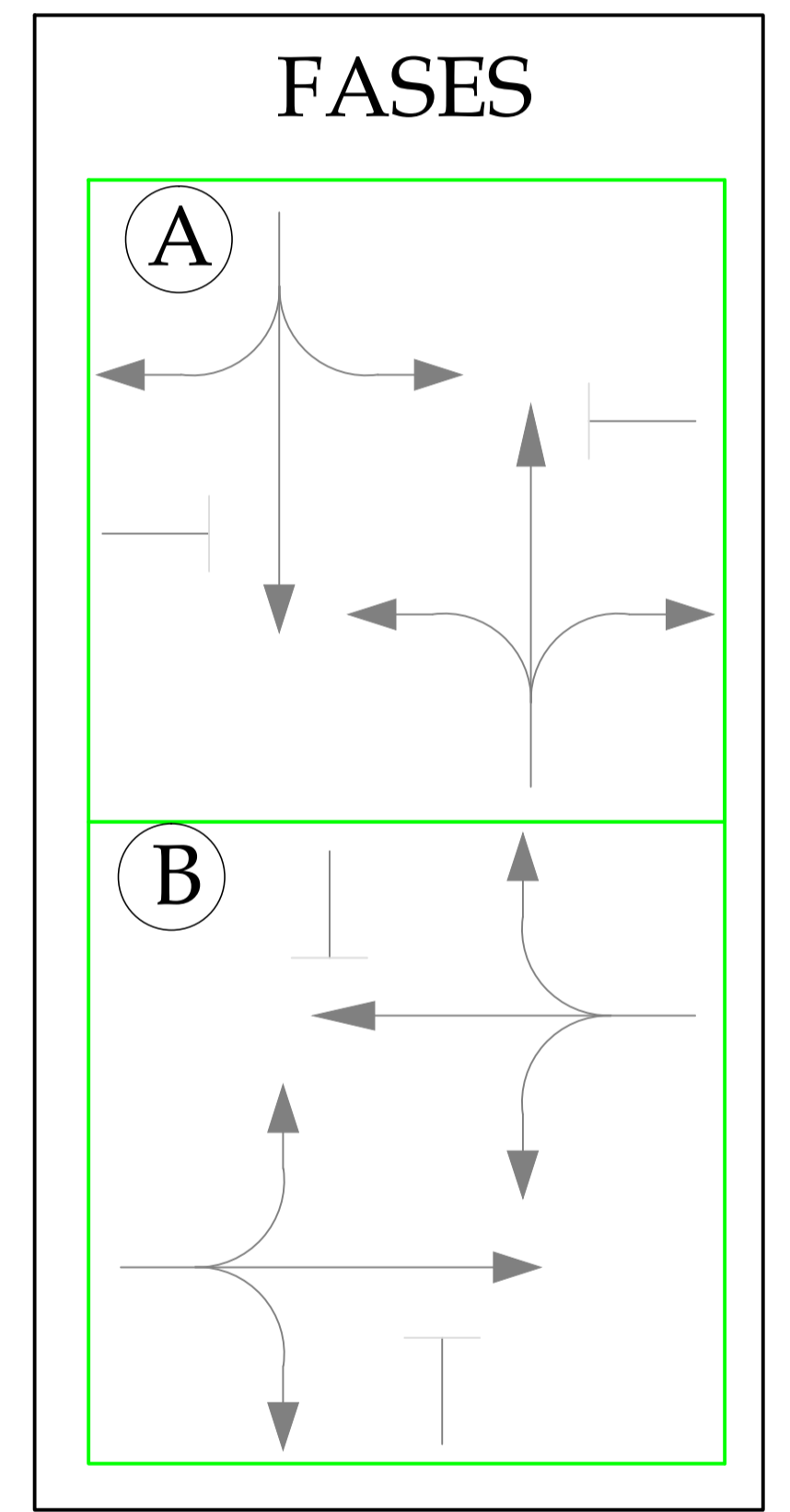
OGOF	POSTE-SEMAF-VEH POSTE-METÁLICO 4"	SEMAF-VEHICULAR 3/200(A-V-R)	POSTE-BÁSCULO POSTE-METÁLICO	POSTE-ELECTRICO POSTE ELECT-EXIST
------	--------------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	--------------------------------------

SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL

OGOF	LÍNEA DE PARE MARCAR EN PISO	PASO CEBRA MARCAR EN PISO	PARADA DE BUS MARCAR EN PISO	DOBLE LÍNEA AMARI MARCAR EN PISO	LÍNEA DIVISORIA MARCAR EN PISO	FLECHA DIRECC MARCAR EN PISO
------	---------------------------------	------------------------------	---------------------------------	-------------------------------------	-----------------------------------	---------------------------------

SEÑALIZACIÓN VERTICAL

OGOF	R5-1b	R2-4
------	-------	------



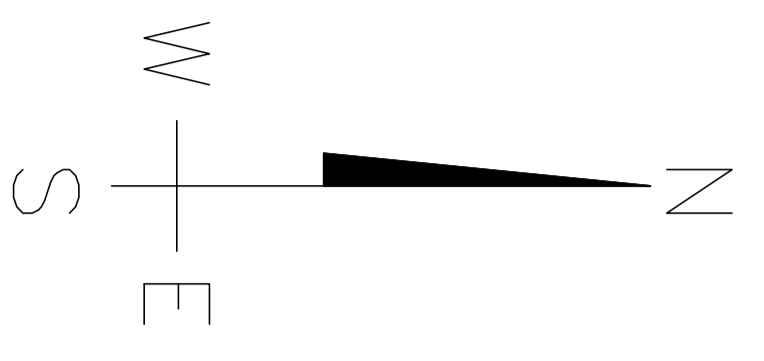
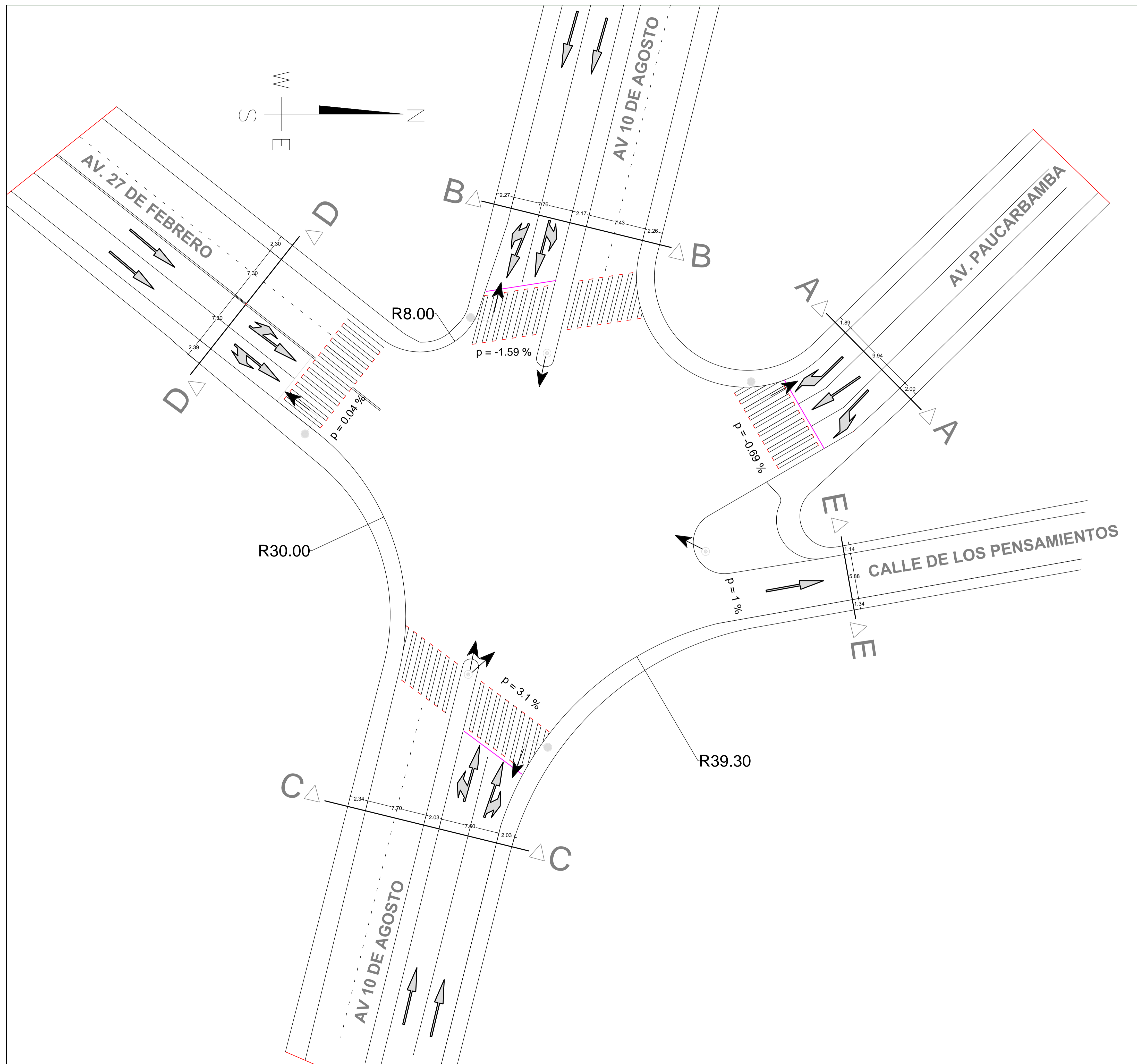
PROYECTO :
INTERSECCIÓN DE LA AV. DIEZ DE AGOSTO Y
AV. VEINTE Y SIETE DE FEBRERO

ESCALA 1:250	DIS. Josué Brito Solís
	DIB. Y COL. Josué Brito Solís
	REV. Ing. Christian Moyano Tobar

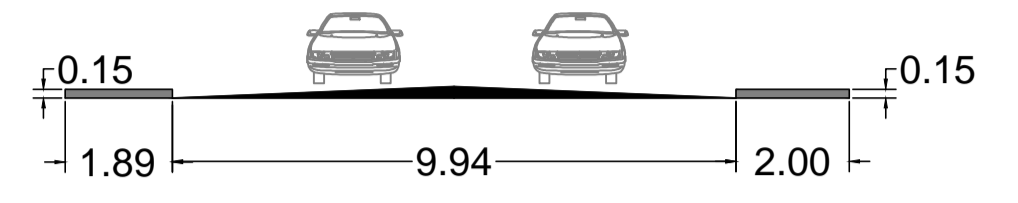
CONTIENE: **INTERSECCIÓN SEMAFÓRICA**
DIAGRAMA DE FASES
SEÑALIZACIÓN

CUENCA, mayo / 2014

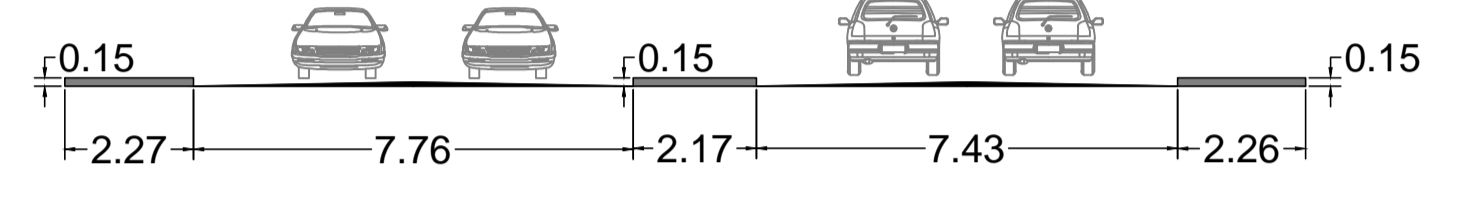
LAMINA 4/5



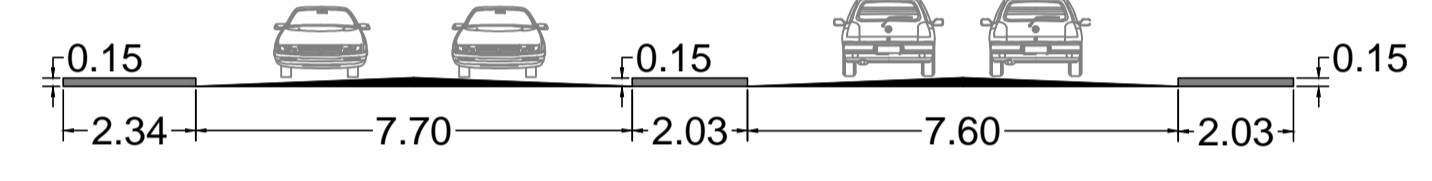
CORTE A-A



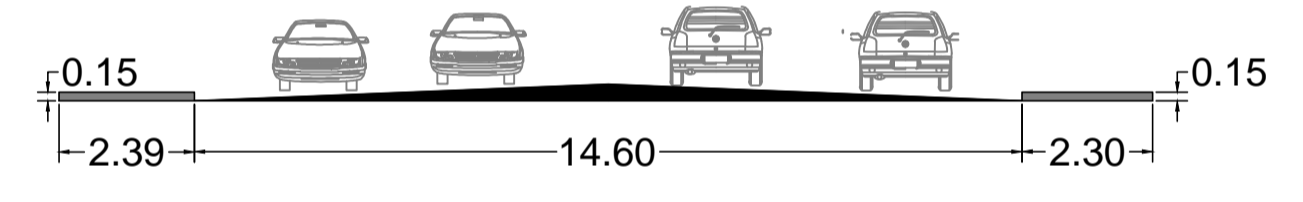
CORTE B-B



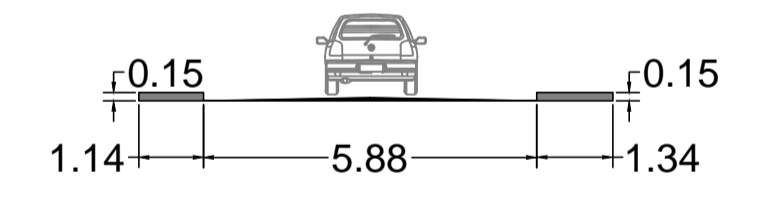
CORTE C-C



CORTE D-D



CORTE E-E



PROYECTO :
 INTERSECCIÓN DE LA AV. DIEZ DE AGOSTO Y
 AV. VEINTE Y SIETE DE FEBRERO

ESCALA 1:250	DIS.	Josué Brito Soliz
	DIB. Y COL.	Josué Brito Soliz
	REV.	Ing. Christian Moyano Tobar

CONTIENE:
INTERSECCIÓN SEMAFÓRICA
CORTES TRANSVERSALES

CUENCA, mayo / 2014
LAMINA 5/5

Anexo 3: Cantidades de obra presupuesto 1 y 2

Presupuesto 1

Cantidades vías general

Remoción de pavimento		
Av. 27 de Febrero		

Área transversal Corte D-D	L	Volumen
m2	m	m3
0.3494	48	16.7712

Área Transversal parqueadero	L	Volumen
m2	m	m3
0.146689	28.7	4.2099743

Remoción de construcciones existentes		
---------------------------------------	--	--

Av. 27 Febrero y 10 de Agosto Sur		
Área	e	Volumen
m2	m	m3
118.6175	0.15	17.792625

Av. 27 Febrero y 10 de Agosto Norte		
Área	e	Volumen
m2	m	m3
163.2	0.15	24.48

Excavación mecánica en suelo sin clasificar de 0 a 2 m de profundidad,		
Área de influencia vial	e	Vol.
m2	m	m3
1010.5	0.45	454.725

Mejoramiento, conformación y compactación con equipo pesado

Área de influencia vial	e	Vol.
m2	m	m3
1010.5	0.25	252.625

Hormigón simple 300kg/m2 Acelerante

Área de influencia vial	e	Vol.
m2	m	m3
1010.5	0.2	202.1

Bordillo incorporado de 10x30

Av. 27 De Febrero

Longitud 1	Longitud 2
m	m
77.34	60.21

Encofrado metálico para pavimento

Av. 27 De Febrero

#pañños	perímetro
11	20.6

Veredas de hormigón

Av. 27 De Febrero

Area1	Área 2
m2	m2
181.58	124.1055

Cargada de material a máquina

m3
545.67

Transporte de material hasta 5km	
	m3
	545.67

Corte y sello de juntas con poliuretano		
Longitud total (m)	# Paños	longitud/paño
64.2	21	7.3

longitud efectiva transversal	Longitud L
m	m
138.7	64.2

longitud efectiva transversal	Longitud L
m	m
138.7	64.2

Alcantarillado

Replanteo y nivelación	
	L (m)
	192

Excavación mecánica en suelo sin clasificar de 0 a 2 m de profundidad,		
Alcantarillado		
L	a	h
m	m	m
48.3	0.8	2

Vol.
m3
77.28

Señalización vial

Paso cebra

Norma INEN pág. 40 tomo II (Señalización)

10 de agosto (Norte)	10 de agosto (Sur)	27 de Febrero	Paucarbamba
Área	Área	Área	Área
m ²	m ²	m ²	m ²
16.2	16.2	16.2	10.8

Líneas divisorias

10 de agosto (Norte)	10 de agosto (Sur)	27 de Febrero	Paucarbamba
Longitud	Longitud	Longitud	Longitud
m	m	m	m
43	39	139.18	88

Norma INEN pág. 53 tomo II (Señalización)

Flechas de dirección

Flecha frente y derecha	# Flechas	Área (m ²)	Área total (m ²)
	6	2.175	13.05

Flecha frente	# Flechas	Área (m ²)	Área total (m ²)
	1	1.2	1.2

Flecha derecha	# Flechas	Área (m ²)	Área total (m ²)
	2	1.504	3.008

Total Área (m ²)	17.258
------------------------------	--------

Presupuesto 2

Remoción de pavimento	
Av. 27 de Febrero	

Área transversal Corte D-D	L	Volumen
m2	m	m3
0.3494	48	16.7712

Área transversal parqueadero	L	Volumen
m2	m	m3
0.146689	28.7	4.2099743

Remoción de construcciones existentes	
---------------------------------------	--

Av. 27 Febrero y 10 de Agosto Sur		
Área	e	Volumen
m2	m	m3
118.6175	0.15	17.792625

Av. 27 Febrero y 10 de Agosto Norte		
Área	e	Volumen
m2	m	m3
163.2	0.15	24.48

Av. 10 de Agosto Norte (isleta)		
Área	e	Volumen
m2	m	m3
57.068	0.15	8.5602

Av. 10 de Agosto Sur (isleta)		
Área	e	Volumen
m2	m	m3
46.64	0.15	6.996

Av. Paucarbamba y Calle de los pensamientos (isleta)		
Área	e	Volumen
m2	m	m3
68.5	0.15	10.275

Redondel		
Área	e	Volumen
m2	m	m3
314.16	0.15	47.124

Excavación mecánica en suelo sin clasificar de 0 a 2 m de profundidad,		
Área de influencia vial	e	Vol.
m2	m	m3
1010.5	0.45	454.725

Mejoramiento, conformación y compactación con equipo pesado

Área de influencia vial	e	Vol.
m2	m	m3
1010.5	0.25	252.625

Hormigón simple 300kg/m2 acelerante

Área de influencia vial	e	Vol.
m2	m	m3
1010.5	0.2	202.1

Bordillo incorporado de 10x30	
Av. 27 de Febrero	
Longitud 1	Longitud 2
m	m
77.34	60.21

Av. Paucarbamba	
Longitud	
m	
32	

Av. 10 de Agosto	
Longitud 1	Longitud 2
m	m
48	29.35

Encofrado metálico para pavimento	
Av. 27 de Febrero	
#paños	perímetro
11	20.6

Veredas de hormigón	
Av. 27 de Febrero	
Area1	Área 2
m2	m2
181.58	124.1055

Cargada de material a máquina	
m3	
545.67	

Transporte de material hasta 5km	
m3	
545.67	

Corte y sello de juntas con poliuretano		
Longitud total (m)	# Paños	longitud/paño
64.2	21	7.3

longitud efectiva transversal	Longitud L
m	m
138.7	64.2

Replanteo y nivelación	
L (m)	
192	

Excavación mecánica en suelo sin clasificar de 0 a 2 m de profundidad,		
Alcantarillado		
L	a	h
m	m	m
48.3	0.8	2

Vol. (m3)
m3
77.28

Agua potable		
L	a	h
m	m	m
48.3	0.6	1.2

Vol. (m3)
m3
34.776

Señalización vial

Paso cebra

Norma INEN pág. 40 tomo II (Señalización)

10 de agosto (Norte)	10 de agosto (Sur)	27 de Febrero	Paucarbamba
Área	Área	Área	Área
m2	m2	m2	m2
16.2	16.2	16.2	10.8

Líneas divisorias

10 de agosto (Norte)	10 de agosto (Sur)	27 de Febrero	Paucarbamba
Longitud	Longitud	Longitud	Longitud
m	m	m	m
43	39	139.18	88

Norma INEN pág. 53 tomo II (Señalización)

Flechas de dirección

Flecha frente y derecha	# Flechas	Área (m2)	Área total (m2)
	6	2.175	13.05

Flecha frente	# Flechas	Área (m2)	Área total (m2)
	1	1.2	1.2

Flecha derecha	# Flechas	Área (m2)	Área total (m2)
	2	1.504	3.008

Total Área (m2)	17.258
-----------------	--------