

UNIVERSIDAD DE CUENCA



FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

*EFFECTOS DEL FUNCIONAMIENTO DEL NUEVO CAMPUS BALZAY SOBRE LA
MOVILIDAD DENTRO Y EN LOS ALREDEDORES DEL CAMPUS*

Trabajo de Titulación Previo a la Obtención del Título de Ingeniero Civil

AUTOR:

EDISSON JAVIER BUENO UZHCA
C.I: 0105449623

DIRECTOR:

ING. JUAN MARCELO AVILÉS ORDÓÑEZ
C.I: 0103872503

CUENCA-ECUADOR
2018



RESUMEN

La Universidad de Cuenca ha planificado la construcción del Nuevo Campus Balzay para el año 2018. El funcionamiento del nuevo Campus atraerá viajes que al interactuar con el tráfico existente puede generar conflictos. Se estima los viajes atraídos por el nuevo Campus mediante encuestas a los estudiantes de las facultades de Arquitectura, Ingeniería y Química y aforos en la infraestructura en la que actualmente funcionan. Se estudian dos intersecciones por las que se estima que pasarán los flujos que serán atraídos por el funcionamiento del nuevo Campus. La intersección semaforizada Av. Ordoñez Lasso y Av. De los Cerezos fue analizada con la metodología del Manual de Capacidad de Carreteras (HCM2010), obteniendo un nivel de servicio actual de F, se propone una alternativa de mitigación del efecto que consiste en ampliar los carriles y mejorar la señalización horizontal, que da un nivel de servicio D. La intersección semaforizada General Escandón y Francisco Cisneros, analizada de manera similar presenta un nivel de servicio actual D, se propone una alternativa de mitigación del efecto que consiste en impedir el giro a la izquierda del acceso Oeste, que da un nivel de servicio D con una menor demora. Se ha confirmado la existencia de conflictos en la Calle Víctor Albornoz, al realizar el giro a la izquierda para el ingreso al nuevo Campus. La construcción de un carril de desaceleración para el giro a la derecha y la instalación de semáforos, logra disminuir la congestión y mitigar el efecto sobre la Calle Víctor Albornoz.

Palabras clave: congestión, demoras, Nivel de Servicio, HCM2010.



ABSTRACT

The University of Cuenca has planned the construction of the new Balzay Campus for the year 2018. The operation of the new Campus will attract trips that, when interacting with existing traffic, can generate conflicts. The travel rate attracted by the new Campus is estimated through surveys of the students from the Architecture, Engineering and Chemistry faculties and gauging in the infrastructure in which these faculties currently operate. Two intersections are studied for which it is estimated that the flows that will be attracted by the operation of the New Campus will pass. Av. Ordoñez Lasso and Av. De los Cerezos traffic light intersection was analyzed with the methodology of the Highway Capacity Manual (HCM2010), obtaining a current F level of service, an alternative mitigation of the effect is proposed, which consists in expanding the lanes and improving horizontal signaling, which gives a service level D. General Escandón and Francisco Cisneros traffic light intersection, analyzed in a similar way presents a current service D level, an alternative mitigation of the effect is proposed, which consists of preventing the left turn of the West access, which gives a service level D with a lower delay. The existence of conflicts has been confirmed on Calle Víctor Albornoz, when making the left turn to enter the new Campus. With the construction of a deceleration lane for the right turn and the installation of traffic lights, congestion was reduced in the campus access system, and the effect on Calle Víctor Albornoz was mitigated.

Keywords: congestion, delays, Service Level, HCM2010.

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	14
1.1. Antecedentes	14
1.2. Objetivo General	14
1.3. Objetivos Específicos.....	14
1.4. Alcance	15
2. MARCO TEÓRICO.....	16
2.1. Atracción de Viajes	16
2.1.1. Metodología de Cálculo de la Tasa de Atracción de Viajes	16
2.2. Estacionamientos.....	17
2.2.1. Oferta y Demanda	17
2.2.2. Métodos para Determinar la Demanda de Estacionamientos	18
2.3. Análisis de Congestión y Colas.....	20
2.3.1. Congestión en el Sistema de Acceso	22
2.3.2. Giro a la Izquierda	23
2.4. Impacto en el Tránsito	23
2.4.1. Niveles de Servicio en Intersecciones Semaforzadas	24
2.4.2. Cálculo del Transito Promedio Diario Anual (TPDA)	34
2.4.3. Proyecciones de Tráfico	35
2.5. Prácticas Realizadas	37
2.5.1. Encuestas a los Estudiantes de Arquitectura, Ingeniería y Química.....	37
2.5.2. Aforos y Encuestas en el Campus Central de la Universidad de Cuenca.....	38
2.5.3. Aforos en Intersecciones Aledañas al Nuevo Campus Balzay	39
3. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN OBTENIDA	43
3.1. Resultados de las Encuestas a los Estudiantes de Arquitectura, Ingeniería y Química.....	43
3.1.1. Facultad, Género y Edad	44
3.1.2. Distribución de los Estudiantes por Parroquias de Cuenca.....	44
3.1.3. Distribución Modal de Transporte.....	48
3.1.4. Posibles Cambios en la Distribución Modal y sus Principales Limitaciones.	49



3.2. Resultados de los Aforos y Encuestas en el Campus Central de la Universidad de Cuenca.....	51
3.2.1. Índice de Rotación para 12 Horas.....	51
3.2.2. Horas Pico en el Campus Central.....	51
3.3. Factores para la Obtención del TPDA ₂₀₁₇ y sus Proyecciones.....	52
3.3.1. Calculo de los Factores para Obtener el TPDA ₂₀₁₇	52
3.3.2. Tasa de Crecimiento.....	54
3.4. Resultados de los Aforos en las Intersecciones Aledañas al Nuevo Campus Balzay.....	55
3.5. Tasas de Ocupación de Vehículos y Buses.....	60
4. RESULTADOS Y DISCUSIONES – ATRACCIÓN DE VIAJES.....	62
4.1. Tasa de Atracción de Viajes para el Personal Administrativo y Docentes.....	62
4.2. Tasa de Atracción de Viajes para Estudiantes.....	62
4.3. Distribución de los Viajes Atraídos en las Intersecciones Estudiadas ...	63
4.3.1. Distribución de los Viajes Atraídos dentro de la Intersección Av. Ordoñez Lasso y Av. De los Cerezos.....	66
4.3.2. Distribución de los Viajes Atraídos dentro de la Intersección General Escandón y Francisco Cisneros.....	66
5. RESULTADOS Y DISCUSIONES – ESTACIONAMIENTO.....	68
5.1. Oferta.....	68
5.2. Demanda.....	68
5.3. Análisis de Congestión.....	69
5.3.1. Congestión en el Sistema de Acceso.....	69
5.3.2. Congestión por la Maniobra de Giro a la Izquierda.....	70
6. RESULTADOS Y DISCUSIONES – IMPACTO EN EL TRÁNSITO.....	71
6.1. Análisis del Nivel de Servicio Actual y Futuro en la Intersección Av. Ordoñez Lasso y Av. De los Cerezos.....	71
6.2. Análisis del Nivel de Servicio Actual y Futuro en la Intersección General Escandón y Francisco Cisneros.....	71
7. MEDIDAS DE MITIGACIÓN DEL IMPACTO CAUSADO.....	74
7.1. Medidas de Mitigación Recomendadas para el Parqueadero del Nuevo Campus Balzay.....	74
7.1.1. Oferta y Demanda.....	74
7.1.2. Análisis de Congestión.....	74



7.2. Medidas de Mitigación para el Impacto en el Tránsito en las Intersecciones Analizadas.....	76
7.2.1. Intersección: Av. Ordoñez Lasso y Av. De los Cerezos	76
7.2.2. Intersección: General Escandón y Francisco Cisneros	77
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	78
BIBLIOGRAFÍA	80
ANEXOS	81

Índice de Figuras

Figura 2-1. Esquema de maniobra de giro a la izquierda para el ingreso al Nuevo Campus Balzay.....	23
Figura 2-2. Esquema metodológico para el análisis de intersecciones con semáforo	27
Figura 2-3. Estaciones de aforo en el Campus Central de la Universidad de Cuenca.....	39
Figura 2-4. Intersecciones en las que se realiza los aforos vehiculares.....	40
Figura 2-5: Intersección Av. Ordoñez Lasso y Av. De los Cerezos.....	41
Figura 2-6: Intersección General Escandón y Francisco Cisneros.....	41
Figura 3-1: Esquema de la distribución de los estudiantes de Arquitectura, Ingeniería y Química en las parroquias urbanas del Cantón Cuenca	46
Figura 3-2: Esquema de la distribución de los estudiantes de Arquitectura, Ingeniería y Química en las parroquias urbanas del Cantón Cuenca	47
Figura 3-3: Distribución Modal de Transporte para los estudiantes de Arquitectura. Ingeniería y Química.....	48
Figura 3-4: Cambio en la Distribución Modal de los estudiantes de Arquitectura, Ingeniería y Química	49
Figura 3-5: Distribución horaria del tráfico en la entrada al Campus Central ...	51
Figura 3-6: Distribución horaria del tráfico de Arquitectura, Ingeniería y Química en la entrada al Campus Central.....	52
Figura 3-7: Distribución horaria del tráfico en la intersección Av. Ordoñez Lasso y Av. Delos Cerezos.....	56
Figura 3-8: Esquema de la distribución de flujos dentro de la intersección Av. Ordoñez Lasso y Av. De los Cerezos.....	56
Figura 3-9: Esquemas de las fases del semáforo de la intersección Av. Ordoñez Lasso y Av. De los Cerezos	57
Figura 3-10: Distribución horaria del tráfico en la intersección General Escandón y Francisco Cisneros	58
Figura 3-11: Esquema de la distribución de flujos dentro de la intersección General Escandón y Francisco Cisneros	59

Figura 3-12: Esquema de las fases del semáforo de la intersección General Escandón y Francisco Cisneros	60
Figura 4-1: Esquema de la distribución de los viajes atraídos propuesta en las intersecciones de estudio, parroquias rurales	64
Figura 4-2: Esquema de la distribución de los viajes atraídos propuesta en las intersecciones de estudio, parroquias urbanas	64
Figura 5-1: Esquema de maniobra de giro a la izquierda para el ingreso al Nuevo Campus Balzay	70
Figura 7-1: Esquemas de las fases del semáforo de la intersección Calle Víctor Manuel Albornoz y Av. De los Cerezos	75

Índice de Tablas

Tabla 2.1: Razones de parqueo recomendadas para usos educativos o institucionales.....	19
Tabla 2.2: Criterios de Nivel de Servicio.....	27
Tabla 2.3. Datos necesarios para el análisis operacional de una intersección semaforizada.....	28
Tabla 2.4: Factores de ajuste a la tasa de saturación	31
Tabla 3.1: Datos generales de la población de estudiantes en el Campus Central.....	43
Tabla 3.2: Resumen de cálculos para determinar tamaño de la muestra	43
Tabla 3.3: Resultados de las encuestas: Facultad, edad promedio y género ..	44
Tabla 3.4: Distribución de estudiantes de Arquitectura, Ingeniería y Química en las parroquias urbanas del Cantón Cuenca.	44
Tabla 3.5: Distribución de estudiantes de Arquitectura, Ingeniería y Química en las parroquias rurales del Cantón Cuenca	45
Tabla 3.6: Distribución Modal de Transporte para los estudiantes de Arquitectura, Ingeniería y Química	48
Tabla 3.7: Nivel de Confianza para la distribución modal para los estudiantes de Arquitectura, Ingeniería y Química	49
Tabla 3.8: Deseos de cambio en el modo de movilizarse de los estudiantes de Arquitectura, Ingeniería y Química.	50
Tabla 3.9: Motivos principales por los que no se hace el cambio en el modo de movilizarse	50
Tabla 3.10: Características funcionales del parqueadero del Campus Central	51
Tabla 3.11: División por sectores de los flujos de Arquitectura, Ingeniería y Química en la entrada del Campus Central.....	52
Tabla 3.12: Datos de conteo automático en la Av. De las Américas y Abelardo J. Andrade.....	53
Tabla 3.13: Factor de ajuste semanal para los meses del año 2017	54
Tabla 3.14: Consumo de combustible de la provincia del Azuay y factor mensual.....	54
Tabla 3.15: Factores utilizados para el cálculo del TPDA ₂₀₁₇	54

Tabla 3.16: Tasas de crecimiento vehicular	55
Tabla 3.17: Tráfico observado durante las 12 horas de aforo en la intersección Av. Ordoñez Lasso y Av. De los Cerezos.....	55
Tabla 3.18: Tráfico Promedio Diario Anual 2017 y 2018 de la intersección Av. Ordoñez Lasso y Av. De los Cerezos.....	55
Tabla 3.19: Matriz O-D para el TPDA ₂₀₁₇ de la intersección Av. Ordoñez Lasso y Av. De los Cerezos	56
Tabla 3.20: Fases del semáforo de la intersección Av. Ordoñez Lasso y Av. De los Cerezos	57
Tabla 3.21: Tráfico observado durante las 12 horas de aforo en la intersección General Escandón y Francisco Cisneros	58
Tabla 3.22: Tráfico Promedio Diario Anual 2017 y proyecciones de la intersección General Escandón y Francisco Cisneros	58
Tabla 3.23: Matriz O-D para el TPDA ₂₀₁₇ de la intersección General Escandón y Francisco Cisneros.....	59
Tabla 3.24. Fases del semáforo de la intersección General Escandón y Francisco Cisneros.....	59
Tabla 3.25. Tasas de ocupación de líneas de bus que hacen la ruta cerca del Campus Balzay	61
Tabla 4.1: Vehículos atraídos en los sectores administrativo y docentes.....	62
Tabla 4.2: Viajes y vehículos atraídos por los estudiantes de las facultades de Arquitectura, Ingeniería y Química	63
Tabla 4.3: Viajes y vehículos atraídos por los estudiantes de las facultades de Arquitectura, Ingeniería y Química durante la hora pico	63
Tabla 4.4: Distribución de los viajes atraídos propuesta en las intersecciones de estudio.....	65
Tabla 4.5: Cantidad de viajes nuevos atraídos al día por el Campus Balzay ...	65
Tabla 4.6: Cantidad de viajes nuevos atraídos en hora pico por el Campus Balzay.....	66
Tabla 4.7: Distribución de los viajes atraídos dentro de la intersección Av. Ordoñez Lasso y Av. De los Cerezos.....	66
Tabla 4.8: Distribución de los viajes atraídos dentro de la intersección General Escandón y Francisco Cisneros	67
Tabla 5.1. Características asumidas para el sistema de acceso al Nuevo Campus Balzay	69
Tabla 5.2: Análisis probabilístico de congestión en el sistema de acceso al Nuevo Campus Balzay	69
Tabla 5.3: Análisis probabilístico de congestión por la maniobra de giro para el ingreso al Nuevo Campus Balzay	70
Tabla 6.1: Nivel de Servicio Actual y Futuro de la intersección Av. Ordoñez Lasso y Av. De los Cerezos	72
Tabla 6.2: Nivel de Servicio Actual y Futuros de la Intersección General Escandón y Francisco Cisneros	73



Tabla 7.1: Ciclo y fases óptimas para la medida de mitigación de la Calle Víctor Manuel Albornoz 74

Tabla 7.2: Módulo del nivel de servicio con la adición de carriles para a intersección Av. Ordoñez Lasso y Av. De los Cerezos..... 76

Tabla 7.3: Módulo del nivel de servicio con el giro a la izquierda del acceso Oeste impedido, para la intersección General Escandón y Francisco Cisneros 77

Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio Institucional

Edisson Javier Bueno Uzhca en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación “EFECTOS DEL FUNCIONAMIENTO DEL NUEVO CAMPUS BALZAY SOBRE LA MOVILIDAD DENTRO Y EN LOS ALREDEDORES DEL CAMPUS”, de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, mayo de 2018



Edisson Javier Bueno Uzhca

C.I: 0105449623

Cláusula de Propiedad Intelectual

Edisson Javier Bueno Uzhca, autor del trabajo de titulación "EFECTOS DEL FUNCIONAMIENTO DEL NUEVO CAMPUS BALZAY SOBRE LA MOVILIDAD DENTRO Y EN LOS ALREDEDORES DEL CAMPUS", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor/a.

Cuenca, mayo de 2018



Edisson Javier Bueno Uzhca

C.I: 0105449623



DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico a la persona más importante en mi vida, mi hija Evelyn, el ser padre no es fácil, pero tampoco es imposible más cuando tengo razones de ser mejor cada día. Le doy gracias a Dios por tu existencia mi hermosa hija.

A mis abuelos Carlos y Filomena, por su cariño y amor. En el momento más difícil de mi vida fue su mano mi soporte y salida. Sin su apoyo este momento no fuese posible.

A mis padres Marcelo y Carmen, por el apoyo incondicional en todas las etapas de mi vida.

A mis amigos Ricardo, Franklin, Ismael y Adrián, Erick porque hemos compartido grandes experiencias.

A mis amigos y compañeros de estudio Andrés, Bruno, Christian, J. Diego y Xavier, David con quienes sigxo en contacto compartiendo experiencias laborales.



AGRADECIMIENTOS

Primero agradezco a Dios por la bendición y sabiduría que me brindo para poder alcanzar esta meta.

A mis familiares y amigos por todo el apoyo.

Al Ing. Juan Avilés Ordoñez por su tiempo y conocimientos brindados para la finalización de este trabajo de titulación.



1. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

La Universidad de Cuenca en su afán de crecer ha planteado el uso del predio ubicado en la parroquia San Joaquín en las calles General Escandón y Monseñor Leónidas Proaño. Aquí se encuentra en construcción el nuevo Campus Balzay y se espera que esté en funcionamiento para el año 2018. En sus instalaciones albergará a las carreras técnicas de las facultades de Arquitectura y Urbanismo, Ingeniería y Ciencias Químicas, unidades de investigación como CESEMIN, PYDLOS, INNPULSAR, VLIR, Departamento de Recursos Hídricos; además un Orquideario y un centro de eventos.

Los centros de educación superior son hitos de desarrollo de mucha importancia para las ciudades y su ubicación debe ser cuidadosamente estudiada y definida para permitir a sus usuarios un acceso fácil y seguro. La operación del Campus Balzay de la Universidad de Cuenca traerá consigo conflictos que deben ser atendidos con el afán de lograr un funcionamiento adecuado de esta infraestructura.

Los estudiantes, empleados, docentes y visitantes para acudir al nuevo Campus ocuparán vías aledañas, en diversos modos de movilidad (bus, carro, moto, bicicleta, peatonal). La suma de los viajes atraídos puede causar problemas de entrada y salida al Campus, que a su vez comprenden un conflicto en las vías aledañas en horas pico. De ahí que es importante comprender los patrones de viaje existentes, para estudiar y poner en práctica medidas de mitigación al impacto de la movilidad de la zona.

El Campus debe disponer de un número de estacionamientos que cubra en su totalidad la demanda de los mismos; sin embargo, muchas veces esto resulta antieconómico. Realizar la evaluación y predicción del funcionamiento del Parqueadero del nuevo Campus nos permitirá conocer la cantidad de vehículos que no serán servidos y que ocuparán las vías, causando molestias para el tráfico que circula por la red viaria ocupada.

1.2. Objetivo General

Determinar el impacto vial que generará el funcionamiento del nuevo Campus Balzay de la Universidad de Cuenca en los alrededores de las instalaciones y proponer alternativas de mitigación del efecto causado.

1.3. Objetivos Específicos

Determinar el número de viajes que puede generar el funcionamiento del Campus Balzay.



Analizar la oferta y demanda de estacionamientos en el Campus Balzay.

Diagnosticar la necesidad de mejorar la geometría de la red vial alrededor del Campus Balzay.

Validar el diseño para el campus, desde un punto de vista de Ingeniería de Tránsito.

1.4. Alcance

En este trabajo de titulación se hace una evaluación del impacto que tendrá el funcionamiento del nuevo Campus Balzay sobre la movilidad alrededor y dentro del mismo, recopilando datos en campo por medio de encuestas y aforos.

Se determina la distribución modal de transporte de los estudiantes, y su ubicación en las diferentes parroquias del cantón Cuenca para calcular los viajes atraídos hacia el nuevo Campus.

Se obtiene el nivel de servicio actual (2017) y futuro (2018) de las intersecciones alrededor del campus, se hace un análisis del nivel de servicio futuro añadiendo los viajes atraídos por el funcionamiento del Nuevo Campus. En base a la metodología descrita en el Manual de Capacidad de Carreteras (HCM2010).

Se propone medidas de mitigación a nivel de pre-diseño para disminuir el impacto causado. Es importante mencionar que no es parte de este trabajo de titulación el rediseño de intersecciones, por lo que las medidas de mitigación deben ser tan solo una guía y se propone futuros trabajos de titulación en los que se pueda atender de manera profunda el diseño definitivo de estas intersecciones.

2. MARCO TEÓRICO

En esta sección se presenta conceptos y metodologías que permitirán el desarrollo de este trabajo.

2.1. Atracción de Viajes

Se denominan Polos Atractores de Viajes (PAV) a locales o instalaciones de distinta naturaleza, capaces de ejercer gran atracción de población, producir un número significativo de viajes, necesitar de grandes espacios para estacionamientos, carga y descarga de mercancías, embarque y desembarque de personas, y en consecuencia producir impactos potenciales. Los centros comerciales, hipermercados, hospitales, universidades, estadios, terminales de mercancías y de transporte público son algunos tipos de PAV. (Red Ibero-Americana de Estudio de Polos Generadores de Viajes, 2015).

2.1.1. Metodología de Cálculo de la Tasa de Atracción de Viajes

Se propone la siguiente metodología para determinar la tasa de viajes atraídos en la base de tres elementos de información:

1. La distribución modal
2. La tasa de ocupación
3. Porcentaje de llegada en hora pico

Distribución Modal

Se refiere al porcentaje de viajes por modo de transporte (Cal y Mayor & Cárdenas, 2007). Los modos para transporte comúnmente utilizados por los estudiantes son: vehículos privados, buses, motocicletas, peatonal y bicicletas. La distribución modal se puede determinar a través de encuestas de viaje.

Tasa de Ocupación

Corresponde a la cantidad de pasajeros que se desplazan en un vehículo (Cal y Mayor & Cárdenas, 2007). Típicamente se determina a través de encuestas de ocupación.

Porcentaje de Llegada en Hora Pico

Se refiere al máximo porcentaje de los viajes de un día que llegan durante la hora de máxima demanda (Cal y Mayor & Cárdenas, 2007). Para este estudio, este factor representa el máximo número de estudiantes que llegan al Campus durante una hora para iniciar sus actividades académicas. Típicamente se determina mediante aforos vehiculares.

Los viajes atraídos en la hora pico será igual al número de estudiantes por el porcentaje de hora pico, se transformarán posteriormente en viajes por modo, de acuerdo con el estudio de la distribución modal. Los viajes realizados en

modos motorizados se convierten posteriormente en viajes vehiculares basados en tasas de ocupación media de los vehículos.

2.2. Estacionamientos

Los tres elementos básicos que componen la planta física de cualquier sistema de transporte son el vehículo, la vía y la terminal. Para el sistema de transporte por calles, la terminal es un espacio de estacionamiento que indica el comienzo o el final de un determinado viaje. Para que un sistema de transporte automotor sea eficiente deberá disponer de espacios adecuados de estacionamiento, en todos aquellos lugares donde se atraigan viajes, pues de lo contrario los efectos resultantes son las demoras, la congestión y los costos adicionales asociados (Cal y Mayor & Cárdenas, 2007).

La American Parking Association, asociación comercial líder en la industria del estacionamiento en Estados Unidos, que representa los intereses de los líderes del sector de estacionamiento público y privado y profesionales, en su libro *The Dimensions of Parking* (Association, 2010) indica: *“a gran escala, las decisiones sobre el estacionamiento influyen en el comportamiento de los viajes, incluida la elección del modo de viaje y los patrones de uso y desarrollo del suelo.”*

2.2.1. Oferta y Demanda

Para conocer las características de estacionamiento de determinada zona, es necesario llevar a cabo inventarios y estudios, que permitan establecer la demanda de espacios y verificar las necesidades físicas, para así revisar o incrementar la oferta de espacios existentes (Cal y Mayor & Cárdenas, 2007).

Se entiende por oferta, los espacios disponibles de estacionamiento tanto en la vía pública como fuera de ella. Para cuantificarla, se lleva a cabo un inventario físico de los espacios de estacionamiento disponibles (Cal y Mayor & Cárdenas, 2007).

La demanda de estacionamiento se define como el número de espacios que se deben proporcionar para servir a un uso particular de suelo, dados los factores tales como el precio del estacionamiento y la disponibilidad de modos de viaje alternativos (Association, 2010).

Para zonas existentes esta información se obtiene mediante un conteo de vehículos que entran y salen de la zona en estudio, en caso de ser un lugar de estacionamiento privado. Estas cifras comparadas con las del estudio de la oferta indicaran el número de vehículos que recorren en busca de estacionamiento durante ciertos periodos del día.

Conocida la oferta y la demanda, se puede determinar el Índice de Rotación, el índice de rotación para un espacio específico de estacionamiento, se define como el número de veces que se usa dicho espacio durante un lapso de tiempo determinado. Para varios espacios de estacionamiento, el Índice Promedio de Rotación I_r , en vehículos por cajón, se calcula como:

$$I_r = \frac{\text{Demanda}}{\text{Oferta}} = \frac{\text{Número de vehículos que se estacionan}}{\text{Número de espacios para estacionarse}}$$

Ecuación 2.1

Para un determinado periodo de estudio, el índice de rotación de un estacionamiento puede expresarse como:

$$I_r = \frac{V_i + V_e}{C}$$

Ecuación 2.2

Donde:

V_i =Número de vehículos estacionados al inicio del estudio

V_e =Número de vehículos que entran durante el tiempo de estudio

C =Capacidad de estacionamiento en número de cajones disponibles

2.2.2. Métodos para Determinar la Demanda de Estacionamientos

Para desarrollar esta sección se ha buscado una Ordenanza Municipal de la ciudad de Cuenca, que proporcione información para el dimensionamiento de estacionamientos tanto para universidades como para distintos usos de suelo, sin embargo en vista de la inexistencia de la misma se ha consultado las recomendaciones que se dan en la normativa de la American Parking Association.

La American Parking Association en la 5ta Edición de The Dimensions of Parking menciona dos enfoques básicos para estimar la demanda de estacionamiento.

- El primer enfoque comienza con las tasas de estacionamiento recomendadas, que luego se ajustan para reflejar las características locales. Las tasas recomendadas se basan en los estándares de la industria del estacionamiento, que normalmente son el número de espacios de parqueo necesarios por unidad de área.
- El segundo enfoque, que basa la estimación de las necesidades de estacionamiento en un pronóstico de viajes por persona o viajes en vehículo, o en el número de personas que se espera que estén

presentes en las horas pico, se utiliza a menudo para las instalaciones de eventos, tales como centros de artes escénicas, arenas o estadios.

Los requisitos de estacionamiento se indican generalmente como una proporción de espacios por unidad; la unidad en particular varía según el uso del suelo, pero suele ser en metros cuadrados. Otras unidades que se pueden usar son por unidad de vivienda, cama, habitación de hotel, asiento o persona. Idealmente, la unidad será algo que se puede calcular durante la planificación del proyecto. Por lo tanto, deben evitarse las proporciones de demanda basados en el número de empleados, que a menudo varían con el tiempo. Sin embargo, las necesidades de estacionamiento para ciertos usos del suelo, especialmente instituciones como hospitales y escuelas, son tan variables que por empleado, por estudiante o por paciente pueden ser las únicas unidades razonables (Association, 2010).

La Tabla 2.1 presenta las tasas de parqueo recomendadas para usos educativos o institucionales (Association, 2010). Como se puede apreciar, la recomendación para universidades no ha sido desarrollada, pero la guía de esta normativa da como conclusión que la unidad ideal para determinar la demanda de parqueos en este caso de estudio son los estudiantes.

Tabla 2.1: Razones de parqueo recomendadas para usos educativos o institucionales
Fuente: (Association, 2010).

Uso	Razones de parqueadero
Escuelas	0.2/gimnasio o asiento de auditorio, o 0.25/estudiante-el más alto
Colegios	0.3/gimnasio o asiento de auditorio, o 0.3/estudiante-el más alto
Universidades	Debe establecerse de acuerdo a un estudio de las necesidades de estacionamiento, preparado específicamente para la institución en cuestión
Guarderías	0.3/persona, basado en la capacidad de matriculación
Hospitales o Centros médicos	Debe establecerse de acuerdo con un estudio de las necesidades de estacionamiento, preparado específicamente para la institución en cuestión

Para determinar la demanda de estacionamientos en el nuevo Campus Balzay se propone dos métodos.

Método 1.- Demanda – Población servida

Se determinará la demanda de lugares de estacionamiento como un porcentaje del total de puestos de parqueo en el Campus Central de la Universidad de Cuenca, este porcentaje será igual al porcentaje que representan los estudiantes de las facultades de Arquitectura, Ingeniería y Química del total de estudiantes que asisten al Campus Central.

Método 2.- Demanda – Índice de Rotación

El método consiste en determinar el índice de rotación para 12 horas del estacionamiento del Campus Central de la Universidad de Cuenca y asumiendo que el estacionamiento en el nuevo Campus Balzay tendrá el mismo comportamiento, determinar el número de puestos de estacionamientos.

2.3. Análisis de Congestión y Colas

Uno de los objetivos de los ingenieros de transporte, es el de planear, diseñar y operar los sistemas viales de manera eficiente, tal que las demoras inducidas a los usuarios sean mínimas (Cal y Mayor & Cárdenas, 2007).

En los periodos de máxima demanda, el movimiento vehicular se va tornando deficiente, con pérdidas de velocidad, lo que hace que el sistema tienda a saturarse, hasta llegar a funcionar a niveles de congestión, donde los usuarios experimentan demoras y la formación de colas.

La teoría de colas, mediante el uso de modelos estadísticos, es una herramienta importante para el análisis de este fenómeno. En general, las situaciones de demoras y colas, las ocasiona la variabilidad del flujo de tránsito, pues hay periodos en que la demanda puede llegar a ser muy grande, o se presentan porque la capacidad del sistema varía con el tiempo al darse el servicio por periodos.

En general, la capacidad de un sistema es el número máximo de objetos que pueden ser procesados por unidad de tiempo. De allí que, la congestión ocurre porque el sistema tiene una capacidad limitada, y porque la demanda colocada y el proceso mismo tienen carácter aleatorio.

Si se considera un sistema con una capacidad de μ objetos por unidad de tiempo, conocida como tasa de servicio. La capacidad es la tasa máxima, y su inverso es el intervalo máximo. Entonces, puede decirse que cada objeto consume un tiempo promedio t_p en ser servido de:

$$t_p = \frac{1}{\mu}$$

Ecuación 2.3

Si los objetos llegan a una tasa λ por unidad de tiempo, entonces el tiempo total de procesamiento t_T por entidad será:

$$t_T = t_p \text{ para } \lambda \leq \mu \quad \text{y} \quad t_T = \infty \text{ para } \lambda > \mu$$

Si $\lambda > \mu$, puede ocurrir que: el sistema colapse, es decir, que exista una completa congestión tal que no se procesen unidades; que se forme una cola



de espera que crece cada vez más; o que bajo condiciones de estado no estacionarias, cuando $\lambda > \mu$ sólo por un intervalo de tiempo, la cola que se forma eventualmente se disipa.

Por otra parte, si λ y/o μ son variables aleatorias, incluso cuando $\lambda \leq \mu$ las colas pueden formarse.

Por lo anterior, en cualquier condición de estado, el tiempo total de procesamiento t_T , por unidad, es igual al tiempo promedio de procesamiento t_p más el tiempo de demora t_D .

Se genera una cola cuando los usuarios llegan a una estación de servicio cualquiera. La prestación del servicio para cada llegada toma cierto tiempo y puede ofrecerlo una o más estaciones. Hay tres situaciones posibles: una cola con una estación de servicio, una cola con varias estaciones de servicio, y varias colas con varias estaciones de servicio.

Los vehículos llegan al sistema a una tasa de llegadas λ , entran a la estación de servicio si está desocupada, donde son atendidos a una tasa media de servicios μ , equivalente a la tasa de salida. Si la estación de servicio está ocupada se forman en la cola a esperar ser atendidos.

Frecuentemente, tanto la tasa de llegadas como la de servicio varían, causando que también varíe la formación de colas. Se define la cola como el número de vehículos que esperan ser servidos, sin incluir aquellos que están siendo atendidos.

Se requiere tener en cuenta la naturaleza del comportamiento de un sistema de filas de espera, puesto que tanto las llegadas como los servicios varían con el tiempo. El comportamiento de la cola y los modelos necesarios para describirla dependen de la representación explícita de los elementos que conforman el proceso. Estos son:

- Las llegadas: pueden ser expresadas en términos de tasas de flujo (vehículos/hora) o intervalos de tiempo (segundos/vehículo). Su distribución puede ser de tipo determinístico o probabilístico.
- Los servicios: pueden ser expresados como tasas de flujo o intervalos. Su distribución también puede ser de tipo probabilístico o determinístico.
- El procedimiento de servicio o disciplina de la cola: el procedimiento consiste generalmente en que el primero que llega es el primero que sale.

2.3.1. Congestión en el Sistema de Acceso

Las relaciones que se muestran a continuación, corresponden a condiciones de estado estacionario, es decir, cuando los patrones de llegadas y de servicios se sostienen por largos periodos. Para que esto se cumpla, debe darse que $\lambda \leq \mu$. Se asume que las llegadas están distribuidas de acuerdo a una distribución de Poisson, los tiempos de servicio están distribuidos de forma exponencial, y la disciplina de servicio es el que llega primero es servido primero.

Probabilidad de tener n vehículos en el sistema:

$$p(n) = \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n \left(1 - \frac{\lambda}{\mu}\right)$$

Ecuación 2.4

Número promedio de vehículos en el sistema:

$$\bar{n} = \frac{\lambda}{\mu - \lambda}$$

Ecuación 2.5

Longitud promedio de la línea de espera:

$$\bar{Q} = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu - \lambda)}$$

Ecuación 2.6

Tiempo promedio gastado en el sistema:

$$\bar{t}_s = \frac{1}{\mu - \lambda}$$

Ecuación 2.7

Tiempo promedio de espera en la fila:

$$\bar{t}_q = \frac{\lambda}{\mu(\mu - \lambda)}$$

Ecuación 2.8

Porcentaje de utilización del servicio:

$$P = \frac{\lambda}{\mu} (100)$$

Ecuación 2.9

Porcentaje de encontrar el sistema inactivo:

$$I = \left(1 - \frac{\lambda}{\mu}\right) (100)$$

Ecuación 2.10

Probabilidad de tener que esperar un tiempo t o menos en el sistema:

$$P(t_q \leq t) = 1 - \frac{\lambda}{\mu} e^{-\left(1 - \frac{\lambda}{\mu}\right)\mu t}$$

Ecuación 2.11

2.3.2. Giro a la Izquierda

El acceso al Nuevo Campus Balzay será por la Calle Víctor Manuel Albornoz, que es una calle de dos carriles (un carril disponible para cada sentido de circulación). Los vehículos que viajen en sentido Este – Oeste y deseen ingresar al Nuevo Campus se verán obligados a realizar un giro a la izquierda cuando en el otro sentido de circulación no se aproxime ningún vehículo. Véase Figura 2-1.

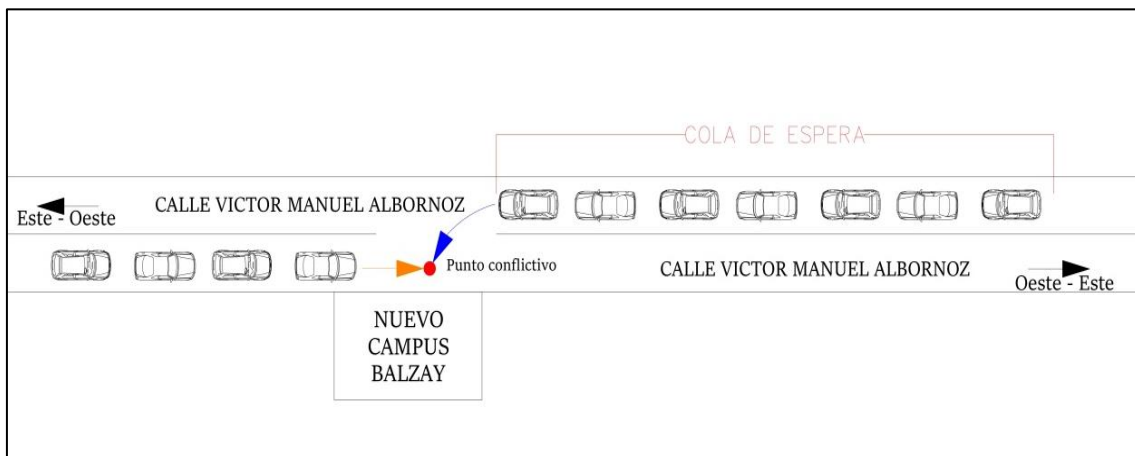


Figura 2-1. Esquema de maniobra de giro a la izquierda para el ingreso al Nuevo Campus Balzay

Una de las maniobras que más conflictos produce en el flujo es el giro izquierdo, los cuales pueden ser analizados mediante la probabilidad de no encontrarse con autos y de hacer la maniobra de giro sin esperar, asumiendo una distribución de Poisson.

$$f(x) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^x}{x!}$$

Ecuación 2.12

2.4. Impacto en el Tránsito

Los impactos generados por un PAV en el tránsito y la circulación, se perciben inmediatamente y es común que se produzcan los siguientes impactos:



- Congestionamientos y conflictos entre tráfico pasante y tráfico destinado al PAV. Se pueden medir mediante un análisis de los tiempos de demora producido en las intersecciones aledañas.
- Mala accesibilidad al desarrollo. Se puede medir mediante un análisis de congestión y colas, usando modelos probabilísticos.
- Impactos sobre el estacionamiento. Se puede medir mediante un análisis de oferta vs demanda de estacionamiento.

Para estimar el impacto sobre la circulación producido por el Campus en los alrededores se ha de analizar el nivel de servicio actual en las intersecciones “Av. Ordoñez Lasso y Av. De los Cerezos” y en la “General Escandón y Francisco Cisneros”, el nivel de servicio futuro sin Campus y se estimará el nivel de servicio futuro con Campus. Por esto es conveniente citar a continuación la metodología expuesta en el Manual de Capacidad de Carreteras 2010 (HCM2010) para el cálculo de los niveles de servicio en intersecciones semaforizadas.

2.4.1. Niveles de Servicio en Intersecciones Semaforizadas

Una corriente de tránsito funciona bien cuando la magnitud del flujo no supera la capacidad del sistema, circulando a velocidades de flujo libre, es decir, cuando el sistema tiene la suficiente capacidad para alojar el flujo vehicular presente, sin demoras excesivas para los usuarios. Cuando los valores de los flujos vehiculares exceden a la capacidad, el tránsito se torna inestable y la congestión se hace presente (Mondejar, 2015).

La capacidad vial se define como la tasa máxima de flujo que puede soportar una calle.

La infraestructura vial puede ser de circulación continua o discontinua. Cuando la circulación es continua no hay elementos externos al flujo de tránsito, mientras que cuando es discontinua, hay elementos fijos que producen interrupciones periódicas de flujo, independientemente de la cantidad de vehículos, tales como los semáforos o intersecciones. Dependiendo del tipo de infraestructura vial, será el procedimiento para el cálculo de la capacidad y calidad de operación.

Para medir la calidad del flujo vehicular, se usa el concepto de nivel de servicio. Es una medida cualitativa que describe las condiciones de operación de un flujo vehicular, y su percepción por parte de los conductores o pasajeros. Se distinguen factores internos y externos que afectan al nivel de servicio. Los internos son aquellos que corresponden a variaciones en la velocidad, en el volumen, en la composición del tránsito, en el porcentaje de movimientos

direccionales. Entre los externos están las características físicas, tales como el ancho de carril, la distancia libre lateral.

La capacidad se define para condiciones prevalecientes, que al variar modifican dicha capacidad. Se agrupan en tres tipos generales:

- Condiciones de la infraestructura vial: son las características físicas de la calle, el desarrollo de su entorno, las características geométricas, y el tipo de terreno donde se aloja la infraestructura vial.
- Condiciones del tránsito: es la distribución del tránsito en el tiempo y en el espacio, su composición, distribución direccional y distribución por carril.
- Condiciones de los controles: hace referencia a los dispositivos para el control de tránsito, como semáforos y señales restrictivas.

Para obtener esta condición prevaleciente, se parte de una condición base, la cual corresponde a una situación óptima. Para pasar de esta a una condición prevaleciente, se la multiplica por un factor de ajuste. Para realizar un análisis de capacidad y nivel de servicio, se han establecido los criterios básicos:

El flujo y la capacidad, se expresan en vehículos mixtos por hora, para cada tramo de la calle.

El nivel de servicio se aplica a un tramo significativo de la calle. Dicho tramo puede variar en sus condiciones de operación, debido a variaciones en el flujo o en la capacidad.

Se han fijado valores de densidades, velocidades medias, demoras y relaciones de volumen-capacidad (v/c), que definen los niveles de servicio para diferentes tipos de infraestructura vial. Para el caso de intersecciones semaforizadas, la medida de eficiencia que utiliza el HCM 2010 es la demora por controles.

Metodología del análisis operacional

En esta sección, se muestra la metodología utilizada para la estimación del nivel de servicio en intersecciones semaforizadas, Dicha metodología está basada en la presentada en el HCM 2010 (HCM, 2010).

No todos los accesos de una intersección funcionarán en las mismas condiciones, por lo tanto, el análisis se realiza, para cada acceso en forma separada.

En las intersecciones semaforizadas la capacidad no está totalmente correlacionada con el nivel de servicio, por lo que ambos conceptos deben estudiarse separadamente. El análisis de capacidad implica el cálculo de la relación volumen-capacidad para movimientos críticos en carriles, mientras que

el análisis de nivel de servicio se basa en la demora media de los vehículos detenidos por la acción de los semáforos (Cal y Mayor & Cárdenas, 2007).

El nivel de servicio para intersecciones semaforizadas, se define a través de las demoras, las cuales representan para el usuario una medida del tiempo perdido de viaje, del consumo de combustible, de la incomodidad y de la frustración.

Específicamente, se expresa en términos de la demora media por vehículo debido a las detenciones, para un periodo de análisis de 15 minutos. Los niveles de servicio definidos son los siguientes:

Nivel de servicio A: operación con demoras muy bajas, menores de 10 segundos por vehículo. La mayoría de los vehículos llegan durante la fase de verde y no se detienen del todo. Longitudes de ciclo corto pueden contribuir a demoras mínimas (Cal y Mayor & Cárdenas, 2007).

Nivel de servicio B: operación con demoras entre 10 y 20 segundos por vehículo. Algunos vehículos comienzan a detenerse (Cal y Mayor & Cárdenas, 2007).

Nivel de servicio C: operación con demoras de entre 20 y 35 segundos por vehículo. La progresión del tránsito es regular y algunos ciclos comienzan a malograrse (Cal y Mayor & Cárdenas, 2007).

Nivel de servicio D: operación con demoras entre 35 y 55 segundos por vehículo. Las demoras pueden deberse a la mala progresión del tránsito o llegadas en fase roja, longitudes de ciclo amplias, o relaciones volumen-capacidad (v/c) altas. Muchos vehículos se detienen y se hacen más notables los ciclos malogrados (Cal y Mayor & Cárdenas, 2007).

Nivel de servicio E: operación con demoras entre 55 y 80 segundos por vehículo. Se considera como el límite aceptable de demoras. Las demoras son causadas por progresiones pobres, ciclos muy largos y relaciones v/c muy altas (Cal y Mayor & Cárdenas, 2007).

Nivel de servicio F: operación con demoras superiores a los 80 segundos por vehículo. Los flujos de llegada exceden la capacidad de los accesos de la intersección, lo que ocasiona congestionamiento y operación saturada (Cal y Mayor & Cárdenas, 2007).

La Tabla 2.2 presenta lo antes mencionado. Mientras en la Figura 2-2 se muestran las entradas y los cálculos básicos de la metodología para determinar el nivel de servicio de las intersecciones semaforizadas.

Tabla 2.2: Criterios de Nivel de Servicio
 Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras, HCM2010.

Demora de Control (s/veh)	Nivel de Servicio en base a la relación volumen-capacidad (v/c)	
	≤ 1.0	>1
10	A	F
>10-20	B	F
>20-35	C	F
>35-55	D	F
>55-80	E	F
>80	F	F

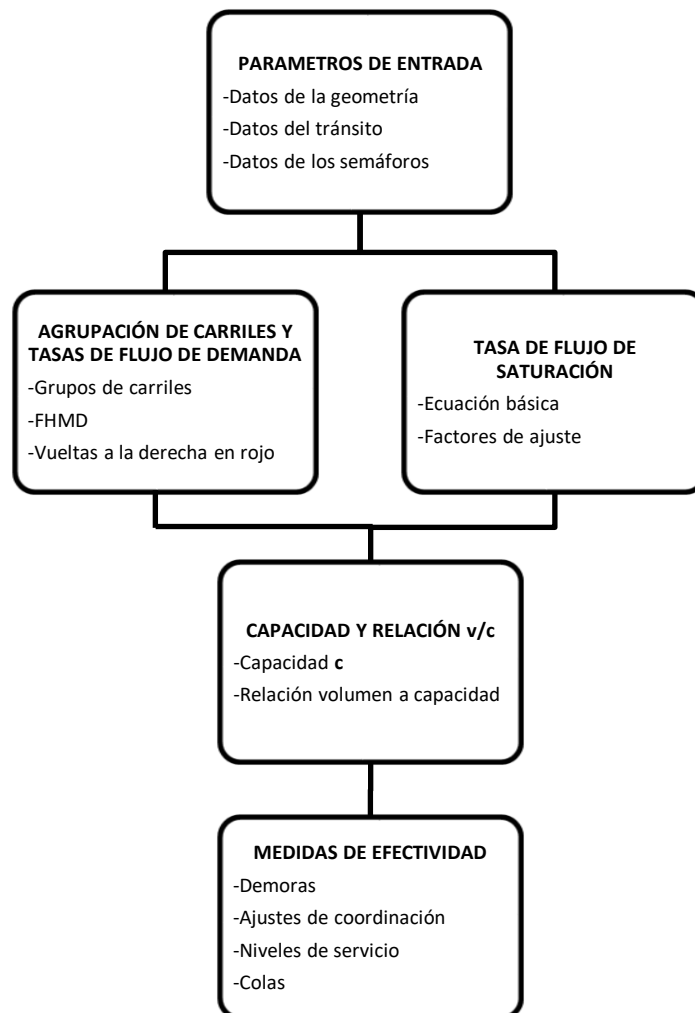


Figura 2-2. Esquema metodológico para el análisis de intersecciones con semáforo
 Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras, HCM2010.

La metodología de análisis consta de siete pasos:

Paso 1.- Parámetros de Entrada

Se debe presentar un resumen de la información expuesta en la Tabla 2.3. Información necesaria para conducir un análisis operacional.

Tabla 2.3. Datos necesarios para el análisis operacional de una intersección semaforizada
Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras, HCM2010.

Tipo de condición	Parámetro
Geométricas	Tipo de área
	Número de carriles, N
	Ancho promedio de carriles, $W(m)$
	Pendiente, $G(\%)$
	Existencia de carriles exclusivos, LT o RT
	Longitud de bahías, $L_s(m)$
	Estacionamiento
Tránsito	Volumen de demanda por movimiento, $V(veh/h)$
	Tasa de flujo de saturación base, $s_0(veh/h/carril)$
	Factor de la hora de máxima demanda, $FHMD$
	Porcentaje de vehículos pesados, $HV(\%)$
	Tasa de flujo peatonal en el acceso, $v_{ped}(peatones/h)$
	Autobuses locales que paran en la intersección, $N_b(autobuses/h)$
	Actividad de estacionamiento, $N_m(maniobras/h)$
	Tipo de llegadas, AT
Semáforos	Proporción de vehículos que llegan en verde, P
	Velocidad de aproximación, $S_A(km/h)$
	Longitud de ciclo, $C(s)$
	Tiempo de verde, $G(s)$
	Amarillo + Todo Rojo, intervalo de cambio y despeje, entre verde, $Y(s)$
	Operación accionada o prefijada
	Botón Peatonal
	Verde mínimo peatonal, $G_p(s)$
	Plan de fases
Periodo de análisis, $T(h)$	

Paso 2.- Agrupación de Carriles

Se deben establecer en la intersección grupos de carriles apropiados, considerando tanto la geometría de la intersección como la distribución de los movimientos vehiculares. En general, se deberán establecer grupos de carriles separados cuando se disponga de bahías exclusivas para giros. Cuando se tienen carriles de giro compartidos, se deberá evaluar la operación en el carril para decidir si efectivamente funciona como carril exclusivo de giro o no.

Si se cumple la desigualdad de la Ecuación 2.13, el carril extremo izquierdo es un carril compartido y se usa un solo grupo de carriles para todo el acceso. Si por el contrario se cumple la desigualdad de la Ecuación 2.14, el carril extremo

izquierdo actúa como un carril exclusivo de vuelta a la izquierda y, por lo tanto, deberá establecerse como un grupo separado de carriles.

$$V_l < \frac{V_a - V_l}{N - 1}$$

Ecuación 2.13

$$V_l \geq \frac{V_a - V_l}{N - 1}$$

Ecuación 2.14

Donde:

V_l = Volumen actual de vuelta a la izquierda (*vehículos/h*)

V_a = Volumen actual en el acceso (*vehículos/h*)

N = Número de carriles del acceso

Paso 3.- Determinación de la Tasa de Flujo

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

$$v_p = \frac{V}{FHMD}$$

Ecuación 2.15

Donde:

v_p = Tasa de flujo durante los 15 min más cargados (*vehículos/h*)

V = Volumen horario (*vehículos/h*)

$FHMD$ = Factor de la hora de máxima demanda

$$FHMD = \frac{V}{4V_{15}}$$

Ecuación 2.16

Donde:

V = Volumen horario

V_{15} = Volumen horario para los 15 minutos más cargados.

Paso 4.- Determinación de la Tasa de Flujo de Saturación

La tasa de flujo de saturación se define como la tasa máxima de flujo, en un acceso o grupo de carriles, que puede pasar a través de la intersección bajo las condiciones prevalecientes de tránsito y la calle, suponiendo que dicho acceso o grupo de carriles tiene el 100% del tiempo disponible como verde efectivo (Cal y Mayor & Cárdenas, 2007).

Las condiciones prevalecientes del tránsito incluyen los volúmenes por tipo de movimiento, su composición vehicular, maniobras de estacionamiento, paradas de autobuses y conflictos con peatones y ciclistas. Las condiciones prevalecientes de la calle describen las características geométricas de los

accesos, en términos del número y ancho de carriles, pendientes y uso de carriles incluyendo carriles de estacionamiento. Las condiciones prevalecientes del semáforo incluyen la secuencia de fases, la asignación de tiempos y el tipo de operación.

Se puede determinar mediante estudios de campo, o calcular por la siguiente expresión:

$$s_i = s_0(N)(f_W)(f_{HV})(f_g)(f_p)(f_{bb})(f_a)(f_{LU})(f_{LT})(f_{RT})(f_{Lpb})(f_{Rpb})$$

Ecuación 2.17

Donde:

s_i = Tasa de flujo de saturación del grupo de carriles i (Vehículos/hora verde)

s_0 = Tasa de flujo de saturación base por carril (Vehículos/hora verde/carril)

N = Número de carriles del grupo de carriles

f_W = Factor de ajuste por ancho de carriles

f_{HV} = Factor de ajuste por vehículos pesados

f_g = Factor de ajuste por pendiente de acceso

f_p = Factor de ajuste por estacionamiento adyacente al grupo de carriles

f_{bb} = 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_{LU} = Factor de ajuste por utilización de carriles

f_{LT} = Factor de ajuste por vueltas a la izquierda

f_{RT} = Factor de ajuste por vueltas a la derecha

f_{Lpb} = Factor de ajuste por peatones y bicicletas para vueltas vehiculares a la izquierda

f_{Rpb} = Factor de ajuste por peatones y bicicletas para vueltas vehiculares a la derecha.

El cálculo de los factores mencionados se puede ver en la Tabla 2.4

Paso 5.- Determinación de la Capacidad y la Relación Volumen-Capacidad

La capacidad en una intersección con control 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, calle y del semáforo. Se calcula mediante la ecuación:

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

Ecuación 2.18

Donde:

c_i = Capacidad del grupo de carriles i (vehículos/hora)

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

g_i = Tiempo de verde efectivo para el grupo de carriles i (s)



C = Ciclo del semáforo (s)

$\frac{g_i}{C}$ = Relación de verde efectivo para el grupo de carriles i

Tabla 2.4: Factores de ajuste a la tasa de saturación

Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras, HCM2010.

Factor	Fórmula	Definición de variables	Notas
Ancho de carril	$f_w = 1 + \frac{W - 3.6}{9}$	W = ancho de carril (m)	$W \geq 2.4$ Si $W \geq 4.8$ analizar como dos carriles
Vehículos pesados	$f_{HV} = \frac{100}{100 + \%HV(E_T - 1)}$	%HV= porcentaje de vehículos pesados	$E_T = 2$ autos por pesado
Pendiente	$f_G = 1 - \frac{\%G}{200}$	%G = porcentaje de pendiente del acceso	$-6 \leq \%G \leq +10$
Estacionamiento	$f_P = \frac{N - 0.1 - \frac{18Nm}{3600}}{N}$	N= número de carriles Nm= número de maniobras de estacionamiento por hora	$0 \leq Nm \leq 180$ $f_p \geq 0.05$ $f_p = 1$ sin estacionamiento
Bloqueo de buses	$f_{bb} = \frac{N - \frac{14.4NB}{3600}}{N}$	N = número de carriles NB = número de buses que paran por hora	$0 \leq NB \leq 250$ $f_{bb} \geq 0.05$
Tipo de área	fa = 0.9 en CBD fa = 1 en otras áreas	CBD = distrito central de negocios	
Utilización de carriles	$f_{LU} = \frac{v_g}{Nv_{g1}}$	v_g = tasa de flujo de demanda no ajustada del grupo de carril v_{g1} = tasa de flujo de demanda no ajustada del carril con el volumen más alto del grupo N = número de carriles	
Vueltas a la izquierda	Carril exclusivo: $f_{LT} = 0.95$ Carril compartido: $f_{LT} = \frac{1}{1 + 0.05P_{LT}}$	P_{LT} = proporción de vueltas a la izquierda en el grupo de carriles	
Vueltas a la derecha	Carril exclusivo: $f_{RT} = 0.85$ Carril compartido: $f_{RT} = 1 - 0.15P_{RT}$ Carril simple: $f_{RT} = 1 - 0.135P_{RT}$	P_{RT} = proporción de vueltas a la derecha en el grupo de carriles	
Bloqueo por peatones y bicicletas	Ajuste LT: $f_{Lpb} = 1 - P_{LT}(1 - A_{pbt})(1 - P_{LTA})$ Ajuste RT: $f_{Rpb} = 1 - P_{RT}(1 - A_{pbt})(1 - P_{RTA})$	P_{LT} =proporción vueltas a la izquierda en el grupo de carriles A_{pbt} = ajuste a la fase permitida P_{LTA} = proporción de vueltas a la izquierda que usan la fase protegida P_{RT} =proporción vueltas a la derecha en el grupo de carriles P_{RTA} = proporción de vueltas a la derecha que usan la fase protegida	

La relación volumen - capacidad, denominada grado de saturación, se calcula como:

$$X_i = \frac{v_i}{c_i}$$

Ecuación 2.19

Donde v_i es la tasa de flujo de demanda, y c_i es la capacidad del grupo de carriles. Reemplazando la Ecuación 2.18 en la Ecuación 2.19:

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

Ecuación 2.20

En esta última expresión, al cociente $\left(\frac{v}{s}\right)_i$, se le denomina relación de flujo.

Valores superiores a 1 en el grado de saturación indican un exceso de demanda sobre la capacidad.

Paso 6.- Determinación de las demoras

Los valores derivados de los cálculos representan la *demora media por control*, experimentada por los vehículos que llegan en el periodo de análisis. La demora por control, incluye los movimientos a velocidades bajas y las detenciones en los accesos a la intersección, cuando los vehículos disminuyen la velocidad corriente arriba o cambian de posición en la cola. Se calcula como:

$$d = d_1(PF) + d_2 + d_3$$

Ecuación 2.21

Donde:

d = Demora media por control (s/veh)

d_1 = Demora uniforme (s/veh)

PF = Factor de ajuste por coordinación

d_2 = Demora incremental en (s/veh)

d_3 = Demora por cola inicial (s/veh), que tiene en cuenta las demoras de todos los vehículos debido a las presencia de colas iniciales antes del periodo de análisis

Para determinar el factor de ajuste por coordinación, se tiene en cuenta la proporción de vehículos que llegan en verde. Se calcula de la siguiente manera:

$$PF = \frac{(1 - P)f_{PA}}{1 - \left(\frac{g}{C}\right)}$$

Ecuación 2.22

Donde:

P = Proporción de vehículos que llegan en verde

g/C = Proporción de tiempo verde disponible

f_{PA} = Factor de ajuste suplementario por grupos vehiculares que llegan en verde

El valor de P se puede estimar como:

$$P = R_p \left(\frac{g}{C} \right)$$

Ecuación 2.23

Donde R_p representa la relación del grupo de vehículos, la cual se puede estimar conociendo el tipo de arribo. Esta relación toma valores entre 0 y 2, correspondiendo 0 a una progresión muy pobre, 1 a arribos aleatorios, y dos a una progresión excepcional, con excelente coordinación. Para la determinación del nivel de servicio en las intersecciones antes mencionadas se usará un factor de ajuste por coordinación $PF = 1$.

La demora uniforme d_1 , es la que ocurriría si los vehículos llegaran uniformemente distribuidos, tal que no exista saturación durante ningún ciclo. Se calcula como:

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

Ecuación 2.24

La demora incremental d_2 toma en consideración las llegadas aleatorias, que ocasiona que algunos ciclos se sobresaturen. Se expresa como:

$$d_2 = 900T \left[(X - 1) + \sqrt{(X - 1)^2 + \frac{8kIC}{cT}} \right]$$

Ecuación 2.25

Donde:

T = Duración del período analizado (0.25 h)

k = Factor de demora incremental que depende del ajuste de los controladores en intersecciones accionadas. $k = 0.50$ Para intersecciones prefijadas

I = Factor de ajuste por entradas de la intersección corriente arriba. $I = 100$ Para intersecciones aisladas.

La demora por cola inicial d_3 es aquella que se da cuando existe una cola residual antes del período de análisis T se calcula con la siguiente expresión:

$$d_3 = \frac{1800Q_b(1 + u)t}{cT}$$

Ecuación 2.26

Donde:

Q_b = Cola inicial al principio del periodo T (veh)

c = Capacidad en (veh/h)

T = Duración del periodo de análisis (0.25 h)

t = Duración de la demanda insatisfecha (h)

u = Parámetro de demora

La demora en cualquier acceso, se determina como un promedio ponderado de las demoras totales de todos los grupos de carriles del mismo, de la siguiente manera:

$$v_a = \frac{\sum_{i=1}^A (d_i v_i)}{\sum_{i=1}^A v_i}$$

Ecuación 2.27

Donde:

A = Número de grupos de carriles en el acceso A

d_A = Demora en el acceso A (s/veh)

d_i = Demora en el grupo de carriles i , en el acceso A (s/veh)

v_i = Volumen ajustado en el grupo de carriles i (veh/h)

La demora en la intersección también se determina como un promedio ponderado de las demoras en todos los accesos de la misma, de la siguiente manera:

$$v_a = \frac{\sum_{A=1}^I (d_A v_A)}{\sum_{A=1}^I v_A}$$

Ecuación 2.28

Donde:

I = Número de accesos en la intersección I

d_I = Demora en la intersección I (s/veh)

d_A = Demora en el acceso A (s/veh)

v_A = Volumen ajustado del acceso A (veh/h)

Paso 7.- Determinación del nivel de servicio

Una vez calculada la demora promedio, se determina el nivel de servicio, comparando con los valores enunciados previamente. Se obtiene para cada grupo de carriles, para cada acceso, y para la intersección.

2.4.2. Cálculo del Transito Promedio Diario Anual (TPDA)

No siempre se dispone de toda la información de volúmenes a través de períodos largos como un año. Por lo tanto, es necesario contar con estaciones de aforo permanente o periódico, que permitan determinar factores de expansión y ajuste aplicables a otros lugares que tengan comportamientos similares y en los cuales se efectuarían aforos en períodos cortos. Si bien los

valores del volumen específicos para determinados períodos (minutos, horas, días) pueden llegar a ser bastante diferentes de un lugar a otro, su proporción en el tiempo con respecto a los totales o promedios, es en muchos casos, constate o consistente. Lo que sustenta el uso de factores de expansión y ajuste en la estimación de volúmenes para otros lugares y otros períodos de tiempo (Cal y Mayor & Cárdenas, 2007).

Para la estimación del TPDA se usará la Ecuación 2.29

$$TPDA = TO * F_h * F_d * F_s * F_m$$

Ecuación 2.29

Donde:

TO = Tránsito observado

F_h = Factor de ajuste horario; es la relación entre el total del tráfico del conteo automático del día del conteo manual para la sumatoria del conteo automático en las horas del conteo manual.

F_d = Factor de ajuste diario, se calcula dividiendo el promedio diario semanal del tráfico del conteo automático para el tráfico total del día calendario que corresponde al conteo manual.

F_s = Factor de ajuste semanal, Se obtiene dividiendo el promedio del tráfico semanal de todo el mes del tráfico del conteo automático para la sumatoria del tráfico semanal del conteo automático que contiene el día calendario del conteo manual.

F_m = Factor de ajuste mensual, Es el consumo de combustibles del año más próximo al del conteo manual dividido para el consumo de combustibles del mes en el que se realizó el conteo manual.

2.4.3. Proyecciones de Tráfico

El cálculo del nivel de servicio actual utiliza el $TPDA_{2017}$. Mientras que los niveles de servicio futuros utilizan el $TPDA_{2017}$ proyectado; para lo cual se debe encontrar las tasas de crecimiento para cada tipo de vehículo. De acuerdo a un modelo logístico, las tasas de crecimiento de vehículos livianos se pueden estimar en base a una Tasa de Saturación para la cual la Tasa de Motorización (vehículos por cada mil habitantes que tiene la ciudad para un año k en particular) tiende a ser constante; el valor de T_s adoptado, será el valor con el cual el coeficiente de regresión (R^2) sea el más próximo a 1.

$$Tm = \frac{T_s}{1 + e^{(a+bt)}}$$

Ecuación 2.30

Donde:

Tm = Tasa de Motorización para un año k (vehículos/1000 habitantes)

T_s = Tasa de Saturación (vehículos/1000 habitantes)

e = Base del logaritmo natural

a, b = Constantes a determinar

t = Tiempo

Despejando la Ecuación 2.30 en función de $(a + bt)$, se obtiene la ecuación de una recta de la forma $Y = a + bx$.

$$Y = a + bt = \ln \left(\frac{T_s}{T_m} - 1 \right)$$

Ecuación 2.31

Con la información de población urbana para la ciudad de Cuenca y los registros del parque automotor de livianos disponibles desde el año 1969 hasta el 2016 y mediante el ajuste de la curva logística se encontrará el parque automotor para cada año k , con el valor de T_m ajustado.

Vehículos Livianos

Los valores del tráfico futuro de vehículos livianos estimado para un año determinado, se obtiene a partir de la Ecuación 2.32 La tasa de crecimiento de vehículos livianos se calcula mediante la Ecuación 2.33.

$$T_{FL} = \frac{T_m(\text{Población en el año } i)}{1000}$$

Ecuación 2.32

$$i = \sqrt[n]{\frac{T_F}{T_A}} - 1$$

Ecuación 2.33

Donde:

T_{FL} = Tráfico futuro de vehículos livianos

T_m = Tasa de Motorización para un año k

T_A = Tráfico actual de vehículos livianos

i = Tasa de crecimiento (o de motorización) de vehículos livianos.

n = Periodo de Tiempo (1 año)

Buses – Camiones

Se utiliza la tasa de crecimiento poblacional como un índice que refleja el crecimiento de vehículos pesados. Los valores de la población futura estimada para un año determinado, se obtiene a partir de la proyección actual mediante la Ecuación 2.35.

$$i = \sqrt[n]{\frac{P_F}{P_A}} - 1$$

Ecuación 2.34

$$P_F = P_A[1 + r]^n$$

Ecuación 2.35

Donde:

P_F = Población futura

P_A = Población actual
 i = Tasa de crecimiento poblacional.
 n = Número de años

Una vez obtenido el índice de crecimiento poblacional se proyecta el tráfico de vehículos pesados empleando la Ecuación 2.36.

$$T_{FP} = T_A[1 + i]^n$$

Ecuación 2.36

Donde:

T_{FP} = Tráfico futuro de vehículos pesados
 T_A = Tráfico actual de vehículos pesados
 i = Tasa de crecimiento poblacional.
 n = Número de años

2.5. Prácticas Realizadas

2.5.1. Encuestas a los Estudiantes de Arquitectura, Ingeniería y Química

Se aplicó encuestas a los estudiantes de las facultades de Arquitectura, Ingeniería y Química. Mediante las encuestas se busca principalmente determinar la preferencia de medios de transporte, además se tratará de obtener información sobre costo de estacionamiento y la disponibilidad a un cambio de modo de transporte. El formato de encuesta se puede ver en el Anexo 1.

Población

Grupo completo sobre el que se busca información. Generalmente su definición se obtiene de los objetivos del estudio. La población de interés se compone de elementos individuales (Ortúzar and Willumsen, 2011).

La población está compuesta por los estudiantes. Se ha de considerar el número de estudiantes matriculados durante el periodo de septiembre 2016 – febrero 2017. Esta información fue proporcionada por el departamento de Admisión y Becas de la Universidad de Cuenca.

Tamaño de la Muestra

Conjunto de unidades que han sido especialmente seleccionadas para representar a una población más grande con ciertos atributos de interés (Ortúzar and Willumsen, 2011).

El cálculo del tamaño de una muestra para medias puede ser realizado en base a la siguiente expresión (Murray, 2000):

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{(N - 1)(e^2) + Z^2 * p * q}$$

Ecuación 2.37

Donde:

n =Tamaño ideal de la muestra

N =Tamaño de la población

p =Probabilidad de éxito

q =Probabilidad de fracaso, $q = 1 - p$

Z =Nivel de confianza, se usa $Z = 1.96$ para un nivel de confianza del 95%

e =Error admisible; se usa $e = 0.05$ o 5%

Intervalo de Confianza

Se refiere a uno o varios pares de números entre los cuales se estima que estará cierto valor desconocido con una determinada probabilidad de acierto. Los números en los límites de confianza se llaman coeficientes de confianza o valores críticos y se denotan por Z . (Murray, 2000).

El nivel de confianza de la muestra encuestada puede calcularse utilizando la siguiente ecuación:

$$Z_{\alpha/2} = \frac{e * \sqrt{n}}{\sigma}$$

Ecuación 2.38

Donde:

Z =Nivel de confianza

n =Tamaño ideal de la muestra

σ =Desviación Estándar de la muestra

e =Error admisible

2.5.2. Aforos y Encuestas en el Campus Central de la Universidad de Cuenca

Se realizará un aforo en los accesos del Campus Central y una encuesta en las salidas. Lo que se busca es determinar el índice de rotación del parqueadero del Campus Central de la Universidad de Cuenca y la hora con mayor volumen de llegadas. Las encuestas son necesarias; ya que los parqueaderos de las diferentes facultades en el campus están interconectados y comparten salidas, y se debe conocer cuántos vehículos pertenecen a las facultades involucradas en este estudio.



Figura 2-3. Estaciones de aforo en el Campus Central de la Universidad de Cuenca

El aforo se realizó el día martes 21 de febrero del 2017 con normalidad desde las 07H00 hasta las 19H00. Se ubicaron estaciones en cada acceso y cada salida al Campus Central como se puede ver en la Figura 2-3. En los accesos se registraron la placa del vehículo y la hora de ingreso. En las salidas se aplicó una encuesta, se registró la placa del vehículo y la hora de salida, utilizando los formatos en el Anexo 2.

2.5.3. Aforos en Intersecciones Aledañas al Nuevo Campus Balzay

La información base para aplicar la metodología descrita en la sección 2.4.1 se obtiene en campo o es solicitada a diferentes entidades. Así, para el cálculo del nivel de servicio actual y futuro es necesario determinar el volumen de tráfico que circula por la zona y su composición.

Para determinar el congestionamiento y los conflictos entre tráfico pasante y tráfico destinado al PAV se ha propuesto realizar conteos vehiculares de dos intersecciones que se verían directamente afectadas por la implementación del Nuevo Campus Balzay. Estas dos intersecciones son de las más grandes e importantes que se pueden encontrar alrededor. Además se realizará otro conteo, en una tercera intersección que servirá como complemento para

determinar el volumen de tráfico que pasa por la calle Víctor Manuel Albornoz, volumen necesario para determinar los problemas en el acceso al Nuevo Campus Balzay. Véase Figura 2-4.



Figura 2-4. Intersecciones en las que se realiza los aforos vehiculares

La primera intersección es Av. Ordoñez Lasso y Av. De los Cerezos; es una intersección semaforizada, posee 4 accesos y 4 salidas como se puede apreciar en la Figura 2-5. Aquí se realiza el conteo volumétrico y de giros en cada acceso, en intervalos de 15 min, donde se clasifica el tráfico mediante el uso de los formatos que se encuentra en el Anexo 3. También se realiza un aforo peatonal cada 15 min utilizando para el registro el formato en el Anexo 3. Se registra los tiempos de semáforo y se mide el ancho de carril en cada acceso.



Figura 2-5: Intersección Av. Ordóñez Lasso y Av. De los Cerezos.
Estaciones y direcciones de los flujos Fuente: GoogleMaps

La segunda intersección es General Escandón y Francisco Cisneros, es una intersección semaforizada, posee 3 accesos y 4 salidas como se puede apreciar en la Figura 2-6. Aquí se realiza el conteo volumétrico y de giros en cada acceso, en intervalos de 15 min, donde se clasifica el tráfico. También se realiza un aforo peatonal cada 15 min. Utilizando los mismos formatos antes mencionados y que se encuentran en el Anexo 3. Se registra los tiempos de semáforo y se mide el ancho de carril en cada acceso.

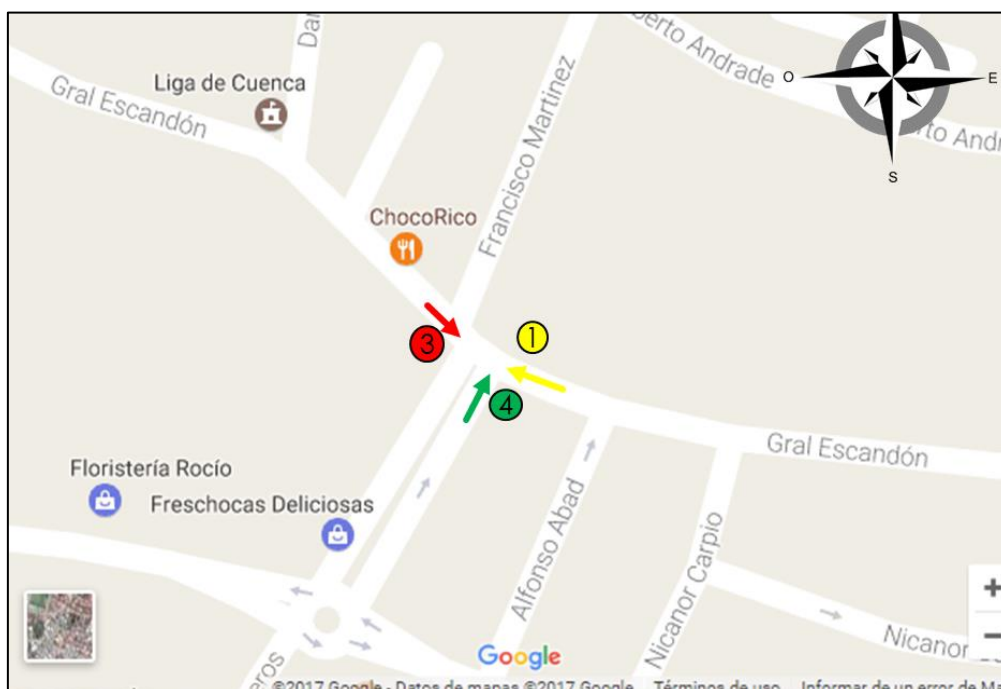


Figura 2-6: Intersección General Escandón y Francisco Cisneros
Estaciones y direcciones de los flujos Fuente: GoogleMaps

La tercera intersección es Paseo 3 de Noviembre y Av. De los Cerezos; es una intersección no semaforizada, posee 1 acceso y 2 salidas. Aquí se realiza el conteo de giros en el acceso, en intervalos de 15 min, donde se clasifica el tráfico mediante el uso del formato que se encuentra en el Anexo 3. Este aforo se realiza para determinar el flujo que aporta esta intersección al sentido de circulación oeste – este de la calle Víctor Albornoz que afecta a las maniobras para el ingreso de los vehículos al Nuevo Campus Balzay. Razón por la que los resultados son solo citados en el análisis de congestión (Capítulo 5).

Los aforos se realizaron los días miércoles 15 y jueves 16 de febrero del 2017 con normalidad desde las 07H00 hasta las 19H00. Se ubicaron estaciones en cada acceso a las intersecciones, siendo la Estación #1 (**E1**) aquella que tenía flujo vehicular en sentido este-oeste, la estación #2 (**E2**) con flujo norte-sur, la estación #3 (**E3**) con flujo oeste-este y la estación #4 (**E4**) con flujo sur-norte; véase la Figura 2-5 y en la Figura 2-6 se notará la particularidad de que no existe estación #2, debido a que la vía correspondiente a la misma es de un solo sentido (sur-norte) y no aporta un volumen de tráfico a la intersección.

La información recogida mediante los aforos debe ser complementada con los siguientes:

- Conteo automático de los siete días de la semana, se utilizan para el cálculo del TPDA. Estos datos son proporcionados por la Central Semaforica de Cuenca. Se extraen estos datos de la Tesis “*Efectos de los Desplazamientos realizados en diferentes modos de transporte terrestre procedente de las parroquias Chaucha, Sinincay y El Valle*” (Burgos M. & Loayza J., 2016)
- El consumo de combustibles de la provincia del Azuay, la información es proporcionada por la Agencia de Control y Regulación Hidrocarburífero, y se utiliza para el cálculo del TPDA. Se extraen estos datos del Trabajo de titulación “*Análisis de la intersección entre la Av. De las Américas y Ruta Machángara, con posible mejoramiento vial*” (Romero J. & Toledo C., 2017)
- La tasa de matriculación de vehículos livianos y la población de la provincia del Azuay de los últimos 50 años, se utiliza para calcular las tasas de crecimiento para el año 2018. Esta Información se extrajo de “*Análisis de la intersección entre la Av. De las Américas y Ruta Machángara, con posible mejoramiento vial*” (Romero J. & Toledo C., 2017)

3. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN OBTENIDA

3.1. Resultados de las Encuestas a los Estudiantes de Arquitectura, Ingeniería y Química

Población

El Departamento de Admisión y Becas de la Universidad de Cuenca proporcionó la información sobre los estudiantes resumida en la Tabla 3.1 donde se puede ver que la población en la que se aplica las encuestas es de 3545 estudiantes, la misma representa el 36.67% del total de estudiantes en el Campus Central de la Universidad de Cuenca.

Tabla 3.1: Datos generales de la población de estudiantes en el Campus Central
Fuente: Departamento de Admisión y Becas

Descripción	Valor
Población total de Estudiantes en el Campus Central	9668
Facultad de Arquitectura y Urbanismo	775
Facultad de Ingeniería	1406
Facultad de Ciencias Químicas	1364
Población total de Estudiantes de Arquitectura, Ingeniería y Química	3545

Tamaño de la Muestra

Se aplica la Ecuación 2.37 con los parámetros y el resultado que se pueden ver en la Tabla 3.2

Tabla 3.2: Resumen de cálculos para determinar tamaño de la muestra

Parámetros	Valor
Población	3545 Estudiantes
Nivel de confianza	95%
Z	1.96
Error admisible	0.05
p	0.5
Tamaño ideal de la muestra	347 Encuestas

El tamaño ideal resultó en 347 encuestas, se aplican 350 encuestas en las aulas y pasillos de las Facultades de Arquitectura, Ingeniería y Química, el muestreo fue a conveniencia, se aplicó las encuestas durante una semana laborable en distintos horarios. Se obtuvo que 349 de los estudiantes encuestados son de las facultades involucradas en este estudio.

3.1.1. Facultad, Género y Edad

La Tabla 3.3 muestra el número de estudiantes encuestados de cada facultad, el porcentaje de mujeres y varones encuestados, y su edad promedio. También se han colocado los porcentajes reales que se tienen en los datos otorgados por el departamento de Admisión y Becas, con los cuales se han validado los resultados que se obtuvieron con el muestreo.

Tabla 3.3: Resultados de las encuestas: Facultad, edad promedio y género

Descripción	Encuestas	
Arquitectura	114	
Ingeniería	119	
Química	116	
Encuestas Real		
Edad Promedio	21	21
% de Mujeres	34.38	36.36
% de Varones	65.62	63.64

Comparando los datos obtenidos en esta primera sección de la encuesta con los datos reales, se puede concluir que el muestreo aleatorio fue aplicado de manera correcta.

3.1.2. Distribución de los Estudiantes por Parroquias de Cuenca

La Tabla 3.4 y la Tabla 3.5, muestran la distribución de los estudiantes en las parroquias urbanas y rurales de Cuenca respectivamente. En la Figura 3-1 y en la Figura 3-2 se muestra mediante líneas de deseo los viajes desde su origen “Parroquias” hasta su destino “Campus Central de la Universidad de Cuenca”. También se muestra los viajes desde el mismo origen hasta su nuevo destino “Campus Balzay de la Universidad de Cuenca”.

Tabla 3.4: Distribución de estudiantes de Arquitectura, Ingeniería y Química en las parroquias urbanas del Cantón Cuenca.

#	Parroquia Urbana	Número de Estudiantes
1	San Sebastián	162
2	El Batán	183
3	Yanuncay	366
4	Bellavista	244
5	Gil Ramírez	183
6	El Sagrario	41
7	San Blás	61
8	Cañaribamba	61
9	Sucre	447
10	Huayna Cápac	142
11	Hermano Miguel	112
12	El Vecino	254
13	Totoracocha	183
14	Monay	132
15	Machángara	61

Tabla 3.5: Distribución de estudiantes de Arquitectura, Ingeniería y Química en las parroquias rurales del Cantón Cuenca

#	Parroquia Rural	Número de Estudiantes
1	Molleturo	0
2	Chauca	0
3	Sayausí	102
4	Chiquintad	20
5	Checa	10
6	San Joaquín	41
7	Baños	193
8	Sinincay	41
9	Octavio C. Palacios	0
10	Sidcay	30
11	Llacao	10
12	Ricaurte	122
13	Cuenca	2632
14	Paccha	0
15	Nulti	10
16	Turi	20
17	El Valle	71
18	Santa Ana	0
19	Tarqui	10
20	Victoria del Portete	10
21	Cumbe	0
22	Quingeo	0
	Azogues	112
	Cañar	10
23	Gualaceo	81
	Paute	20
	Total	223

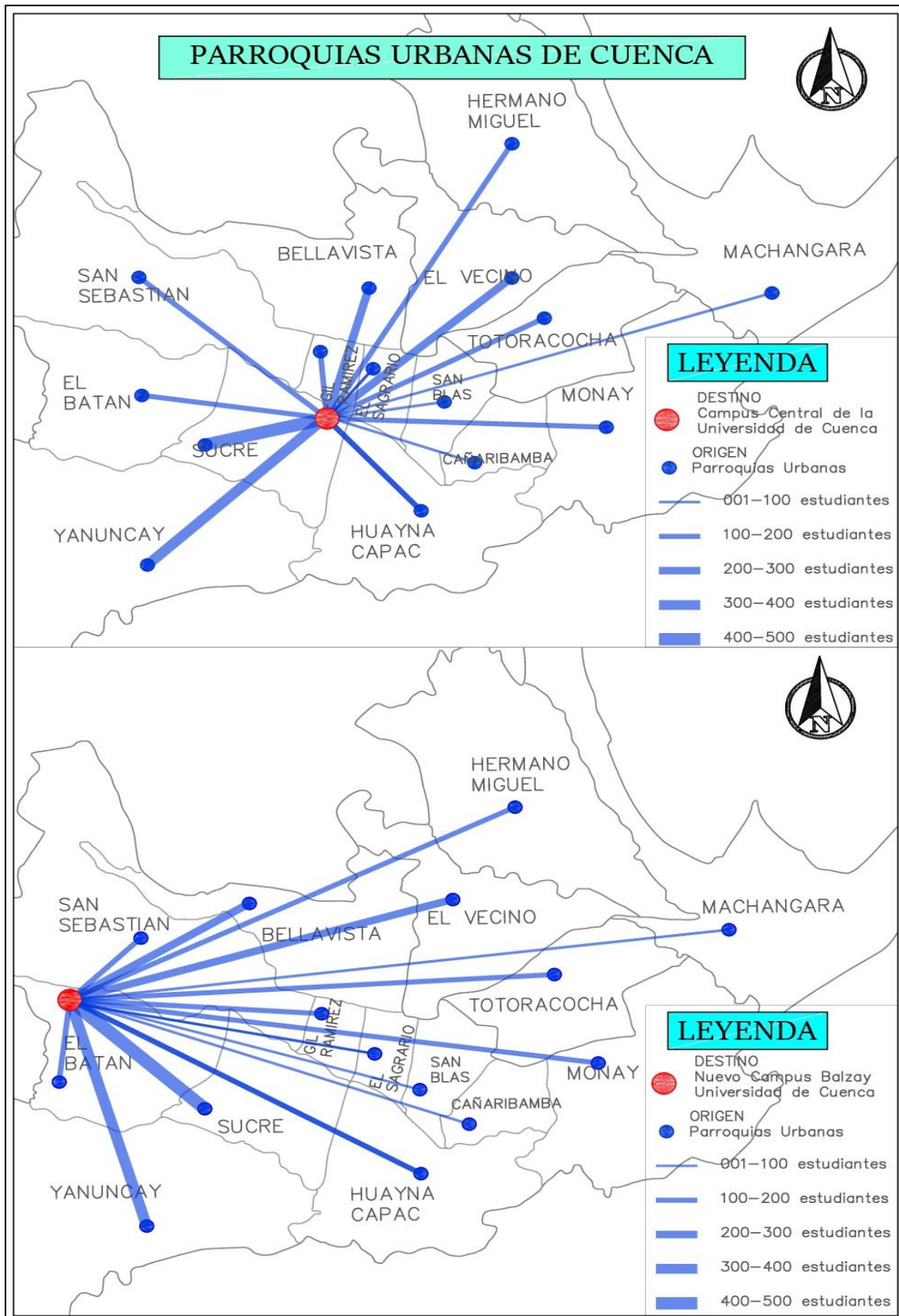


Figura 3-1: Esquema de la distribución de los estudiantes de Arquitectura, Ingeniería y Química en las parroquias urbanas del Cantón Cuenca

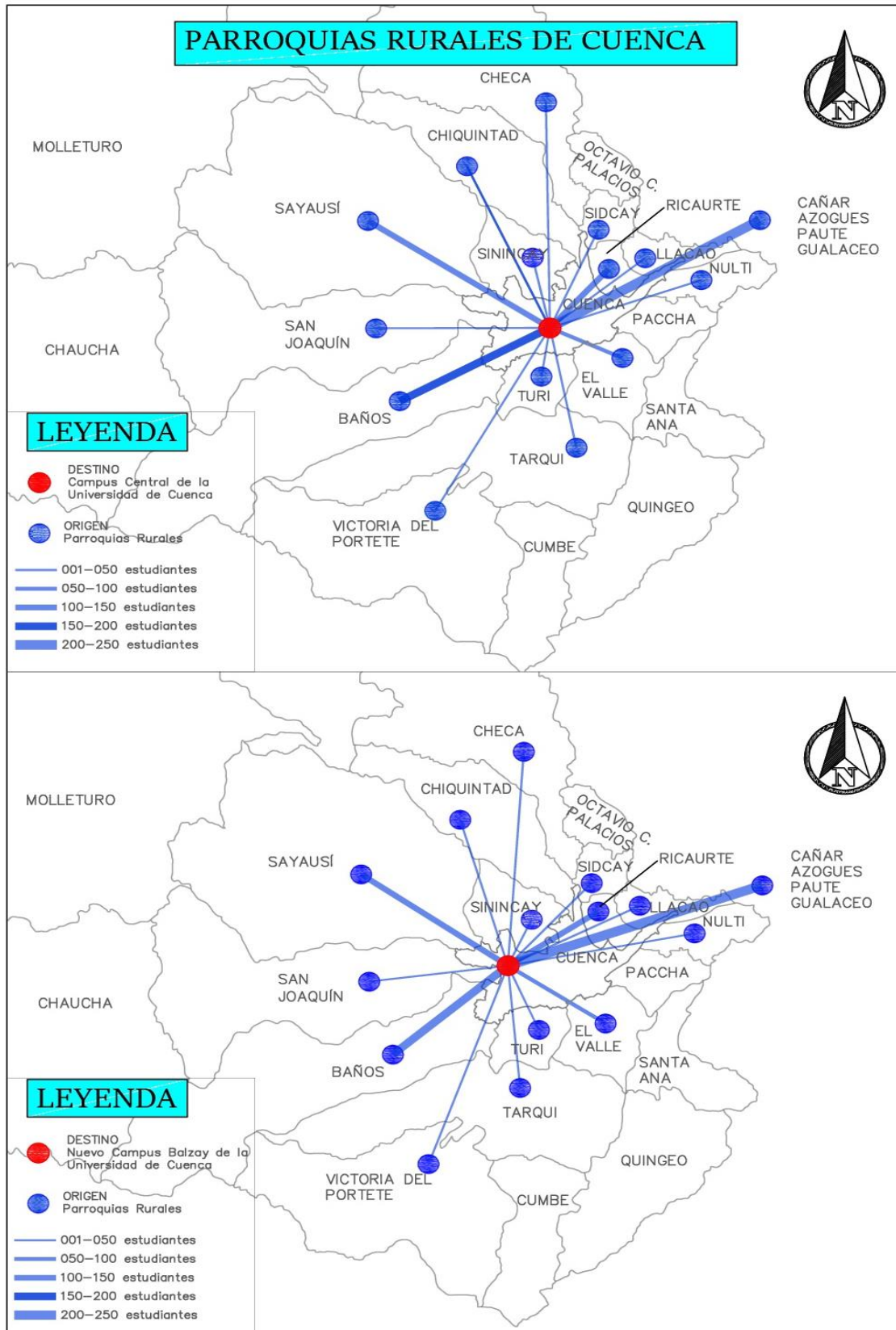


Figura 3-2: Esquema de la distribución de los estudiantes de Arquitectura, Ingeniería y Química en las parroquias urbanas del Cantón Cuenca

3.1.3. Distribución Modal de Transporte

En la Tabla 3.6 se presenta la partición modal de transporte, obtenida de las facultades de Arquitectura, Ingeniería y Química y en la Figura 3-3 se puede ver este resultado de manera gráfica.

Tabla 3.6: Distribución Modal de Transporte para los estudiantes de Arquitectura, Ingeniería y Química

Estudiantes	Bus	Vehículo	Motocicleta	Bicicleta	Peatonal
3545	2088	697	31	101	628
100%	58.90 %	19.67 %	0.86 %	2.85 %	17.72 %

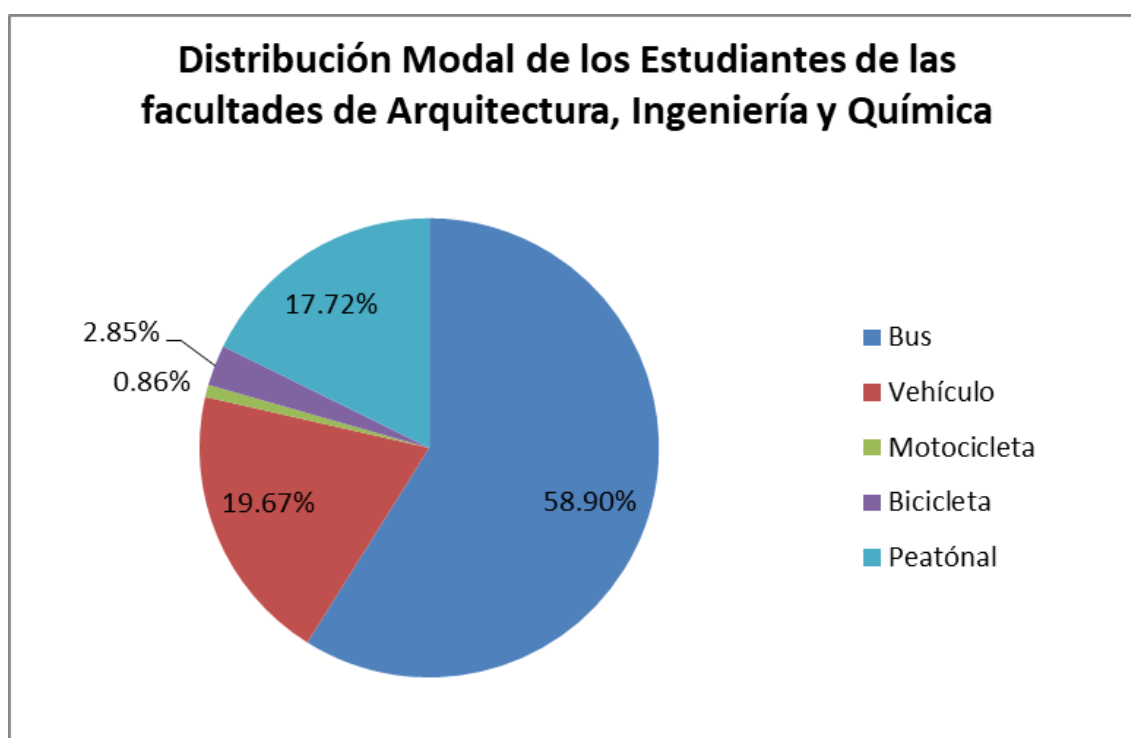


Figura 3-3: Distribución Modal de Transporte para los estudiantes de Arquitectura, Ingeniería y Química

Se puede observar que el modo más usado es el transporte público, seguido del automóvil y luego del modo peatonal. Los modos menos usados son las bicicletas y por último las motocicletas.

Comprobación estadística de la distribución modal

A continuación, se procede a determinar el nivel de confianza de los distintos modos de transporte de la distribución modal obtenida mediante las encuestas, para esto es necesario conocer la desviación estándar de la serie de datos obtenidos. Se utiliza un error de 0.2 viajes/modo. En la Tabla 3.7 se puede apreciar que el nivel de confianza para cada modo es superior al 97% y por lo tanto la distribución modal obtenida mediante las encuestas es representativa de la población de interés.

Tabla 3.7: Nivel de Confianza para la distribución modal para los estudiantes de Arquitectura, Ingeniería y Química

Parámetros Estadísticos	Bus	Vehículo	Moto	Bicicleta	Peatones
σ (Desviación Estándar)	1.24	1.59	1.50	1.64	1.70
Error impuesto	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
$Z_{\alpha/2}$	3.02	2.35	2.49	2.28	2.20
Nivel de Confianza	99.74	98.12	98.72	97.74	97.22

3.1.4. Posibles Cambios en la Distribución Modal y sus Principales Limitaciones.

De las encuestas aplicadas se obtuvo el deseo de los estudiantes por cambiar sus modos de movilizarse y dejar de utilizar los transportes motorizados, especialmente bus y vehículo privado. La Figura 3-4 se representa la distribución modal de los estudiantes si cumplieran el deseo de cambiar su modalidad.

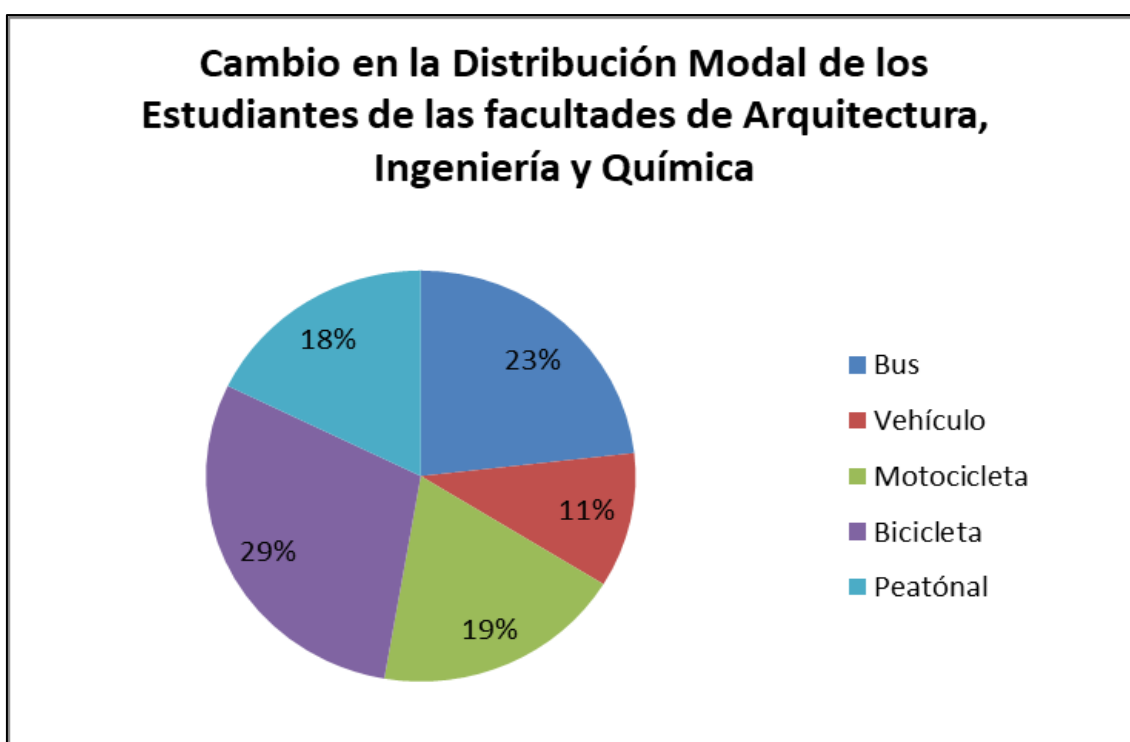


Figura 3-4: Cambio en la Distribución Modal de los estudiantes de Arquitectura, Ingeniería y Química

En la Tabla 3.8 se muestra los porcentajes de los estudiantes y los modos a los que se desean hacer el cambio. En la Tabla 3.9 se muestra las principales razones para no hacer este cambio en su modo de transporte.

Tabla 3.8: Deseos de cambio en el modo de movilizarse de los estudiantes de Arquitectura, Ingeniería, y Química.

Modo	Porcentaje de estudiantes dispuestos a cambiar
Moto	19.20 %
Peatonal	5.73 %
Bicicleta	28.08 %
Otros	0.29 %
No lo consideran	49.28 %

Tabla 3.9: Motivos principales por los que no se hace el cambio en el modo de movilizarse

Motivo	Porcentaje
Por comodidad o no han considerado cambiar	42.69 %
Tiempo y Distancia	10.03 %
Falta Económica para adquirir una bicicleta o una motocicleta	33.81 %
Falta de Ciclovías e irrespeto a los ciclistas	5.73 %
Por la inseguridad de la ciudad	10.32 %
Por lo peligroso que es usar una Motocicleta	1.72 %

Se puede ver que un poco más de la mitad de los estudiantes ha pensado en cambiar su forma de movilizarse, mientras que el 49.28% no ha considerado un cambio, la mayoría se siente cómodo movilizándose en bus o vehículo, mientras que el 10.03% de los estudiantes no lo hacen por la distancia de su domicilio a la Universidad, que a su vez implica un mayor tiempo de viaje.

Las preferencias de los estudiantes son las motocicletas y las bicicletas. La razón principal de que los estudiantes no puedan cambiar su modo de transporte es la económica, pero el 5.73% de los estudiantes ha expuesto que la razón de no cambiar un bus o vehículo, por una bicicleta es la falta de Ciclovías. Esto significa que si se implementará un buen sistema de Ciclovías se estaría sacando de circulación el equivalente a 45 vehículos y 3 buses en un día laborable normal.

La inseguridad también es una razón importante para no cambiar de modo de transporte, los estudiantes no caminan por miedo a ser asaltados y no traen sus bicicletas por que han escuchado de algunos robos dentro del Campus Central.

3.2. Resultados de los Aforos y Encuestas en el Campus Central de la Universidad de Cuenca

3.2.1. Índice de Rotación para 12 Horas

La Tabla 3.10 muestra las características más importantes del estacionamiento del Campus Central, que se obtuvieron de los aforos y encuestas aplicadas en el sitio. El parqueadero del Campus se divide en 3 partes, para la presentación de estos resultados se ha tomado al Parqueadero como un solo cuerpo.

Tabla 3.10: Características funcionales del parqueadero del Campus Central

Descripción	Valor	Unidades
Número de Vehículos que entraron durante las 12 horas de aforo	1129	vehículos
Número de Vehículos que salieron durante las 12 horas de aforo	1007	vehículos
Vehículos estacionados antes de las 07H00	125	vehículos
Número de vehículos que salen después de las 19H00	247	vehículos
Puestos de parqueo de oferta en el Campus Central	437	Cajones
Índice de rotación (para las 12 horas de estudio)	2.87	veh/cajón
Duración media de estacionamiento (hh:mm)	04:21	horas x cajón/veh
Vehículos de Arq. Ing. y Quím. que entraron durante las 12 horas de aforo	263	vehículos
Vehículos de Arq. Ing. y Quím. que salieron durante las 12 horas de aforo	262	vehículos
Vehículos estacionados antes de las 7H00 de Arquitectura, Ingeniería y Química	28	vehículos
Número de vehículos que salen después de las 19H00:	29	vehículos

El índice de rotación del parqueadero dentro del Campus Central es de 2.87 veh/cajón.

3.2.2. Horas Pico en el Campus Central

La Figura 3-5 presenta el volumen de entradas cada 15 min. Se han identificado los periodos de máximo flujo, en la mañana desde las 7:00 am a 07:45 am de 245 vehículos y en la tarde de 02:30 pm a 03:30 pm con un flujo de 219 veh/h.

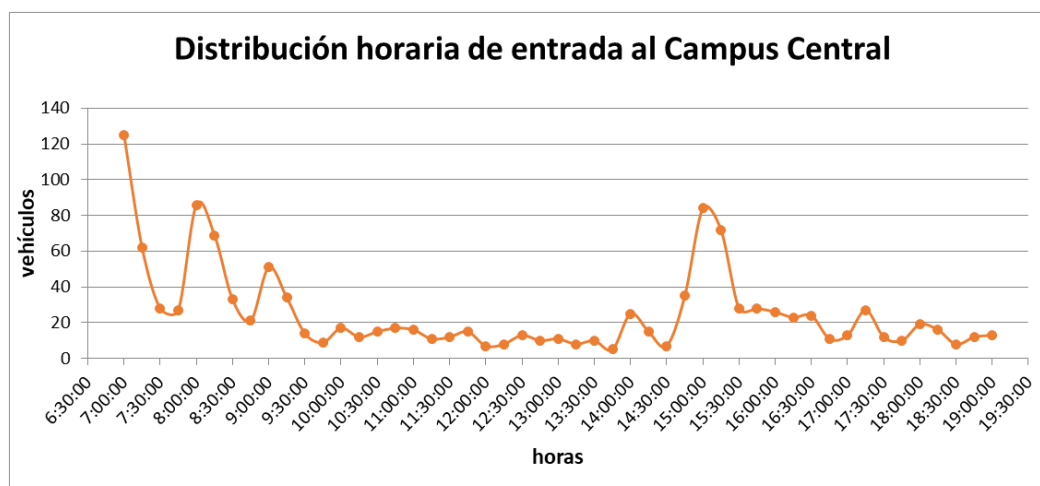


Figura 3-5: Distribución horaria del tráfico en la entrada al Campus Central

Se obtuvo la hora pico de entrada de vehículos de Arquitectura, Ingeniería y Química en el Campus Central. La Figura 3.6 presenta el volumen de entradas cada 15 min. Se han identificado las horas de máximo flujo, en la mañana de las 07:00 am a 07:45 am con un flujo de 59 vehículos y en la tarde de 02:30 pm a 03:30 pm con un flujo de 56 veh/h.

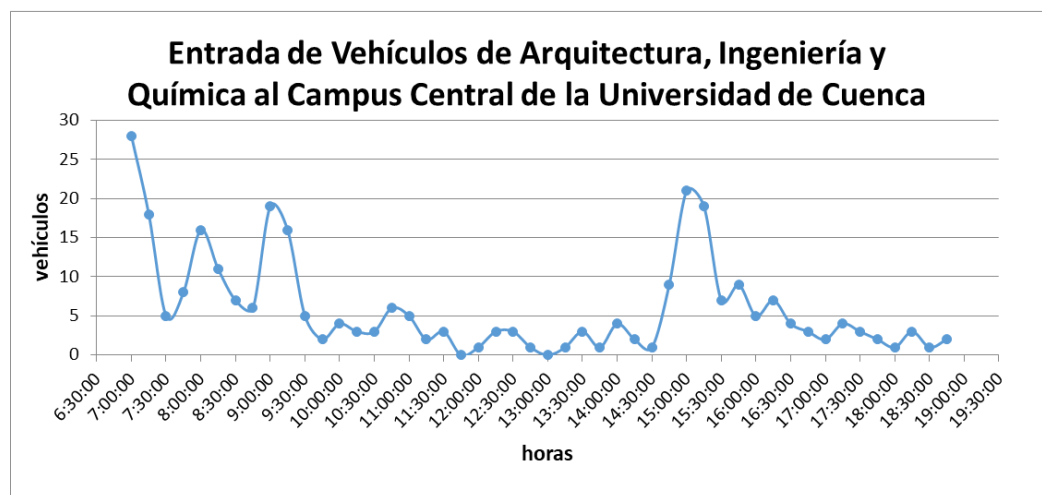


Figura 3-6: Distribución horaria del tráfico de Arquitectura, Ingeniería y Química en la entrada al Campus Central

La Tabla 3.11 presenta la división por sectores (Administrativo, Docente y Estudiantil) de los vehículos de las facultades de Arquitectura, Ingeniería y Química que entraron durante las 12 horas de aforo, así también la división por sectores de los vehículos que entraron en las horas pico.

Tabla 3.11: División por sectores de los flujos de Arquitectura, Ingeniería y Química en la entrada del Campus Central

Período	Sectores			Total de Vehículos
	Administrativo	Docente	Estudiantil	
Durante las 12 horas de Aforo	65	210	15	290
Periodo pico de la mañana (antes 07:00 am a 07:45 am)	11	46	2	59
Hora pico de la tarde (02:30 pm a 03:30 pm)	20	35	1	56

3.3. Factores para la Obtención del TPDA₂₀₁₇ y sus Proyecciones

3.3.1. Calculo de los Factores para Obtener el TPDA₂₀₁₇

Factor Horario y Factor Diario

Para el cálculo de estos factores se utilizaron los datos de la estación 154 ubicada en la Av. De las Américas y Abelardo J. Andrade, proporcionados por la Central Semafórica de Cuenca. Se utiliza estos datos debido a la similitud de esta intersección con la intersección Av. Ordoñez Lasso y Av. De los Cerezos, sabiendo que la Av. De las Américas es una vía de paso (viajes de ciudad a ciudad) al igual que la Av., Ordoñez Lasso; la Abelardo J. Andrade sirve para la salida de viajes de sectores domiciliarios (El Cebollar, Lazareto) al igual que la

Av. De los Cerezos (Tejar, Racar). Se utiliza los mismos factores para las dos intersecciones.

En la Tabla 3.12 se puede ver los datos del conteo automático y los factores horarios y diarios que le corresponden a cada día de la semana.

Factor Semanal

Los Aforos se realizaron en el mes de febrero del 2017, el cual tuvo 4 semanas exactas y por lo tanto el factor semanal es de 1. La Tabla 3.13 muestra el cálculo del factor de ajuste semanal para los meses del año 2017.

Factor Mensual

Mediante el consumo de combustibles de la provincia del Azuay se calculó el factor de ajuste mensual para los distintos meses del año 2017 que se muestran en el Tabla 3.14, mientras que el factor mensual usado está en la Tabla 3.15.

Tabla 3.12: Datos de conteo automático en la Av. De las Américas y Abelardo J. Andrade
Fuente: Central Semafórica de Cuenca

CONTEO AUTOMÁTICO DE TRÁFICO							
INTERSECCION:	AVENIDA DE LAS AMÉRICAS Y ABELARDO J. ANDRADE						
SEMANA:	DEL LUNES 13 DE MAYO AL DOMINGO 19 DE MAYO DEL 2013						
HORA	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
00:00 a 01:00	190	203	194	252	297	554	663
01:00 a 02:00	94	114	123	135	189	428	583
02:00 a 03:00	53	94	124	81	161	412	589
03:00 a 04:00	81	74	135	109	133	342	388
04:00 a 05:00	113	161	188	163	212	329	283
05:00 a 06:00	359	384	498	409	410	525	302
06:00 a 07:00	1197	1238	1500	1320	1346	1036	473
07:00 a 08:00	2337	2264	2568	2435	2429	1867	925
08:00 a 09:00	2535	2251	2439	2496	2377	2505	1414
09:00 a 10:00	1980	1878	2041	1934	1975	2150	1462
10:00 a 11:00	1771	1742	1778	1962	1925	2045	1610
11:00 a 12:00	1788	1918	1778	1967	1957	2026	1647
12:00 a 13:00	2035	2031	2144	2246	2603	2332	1712
13:00 a 14:00	2313	2028	2189	2341	2687	2475	1532
14:00 a 15:00	2258	2119	2117	2195	2521	2184	1519
15:00 a 16:00	2231	2248	2095	2127	2553	2121	1400
16:00 a 17:00	2112	2134	1963	2081	2366	1865	1332
17:00 a 18:00	2122	2173	2251	2176	2326	1686	1265
18:00 a 19:00	2255	2277	2312	2268	2368	1774	1390
19:00 a 20:00	2038	1930	1986	1990	2128	1938	1611
20:00 a 21:00	1496	1553	1614	1639	1805	1650	1167
21:00 a 22:00	1234	1326	1253	1315	1524	1454	920
22:00 a 23:00	914	982	1011	1057	1279	1096	560
23:00 a 00:00	466	435	517	542	784	752	264
TOTAL DEL DÍA	33972	33557	34818	35240	38355	35546	25011
TOTAL HORAS DE CONTEO	25737	25063	25675	26228	28087	25030	17208
FH	1.32	1.34	1.36	1.34	1.37	1.42	1.45
FD	0.99	1.01	0.97	0.96	0.88	0.95	1.35

Tabla 3.13: Factor de ajuste semanal para los meses del año 2017

MESES	# días	# semanas	FS
Enero	31	4.43	1.107
Febrero	28	4.00	1.000
Marzo	31	4.43	1.107
Abril	30	4.29	1.071
Mayo	31	4.43	1.107
Junio	30	4.29	1.071
Julio	31	4.43	1.107
Agosto	31	4.43	1.107
Septiembre	30	4.29	1.071
Octubre	31	4.43	1.107
Noviembre	30	4.29	1.071
Diciembre	31	4.43	1.107

Tabla 3.14: Consumo de combustible de la provincia del Azuay y factor mensual
Fuente: Agencia de Control y Regulación Hidrocarburífero

Mes	Consumo	FM
Enero	7118962	1.050
Febrero	6933009	1.078
Marzo	7419787	1.007
Abril	7361881	1.015
Mayo	7423690	1.007
Junio	7397982	1.010
Julio	7398067	1.010
Agosto	7698097	0.971
Setiembre	7675112	0.974
Octubre	7681081	0.973
Noviembre	7528800	0.993
Diciembre	8057444	0.928
Total	89693912	
Promedio	7474492.667	

Tabla 3.15: Factores utilizados para el cálculo del TPDA₂₀₁₇

Factor	Abreviatura	Miércoles	Jueves
Horario	FH	1.356	1.344
Diario	FD	0.970	0.959
Semanal	FS	1.000	1.000
Mensual	FM	1.078	1.078

3.3.2. Tasa de Crecimiento

Las tasa de crecimiento vehicular obtenida mediante el modelo logístico se presenta en la Tabla 3.16. El modelo logístico se muestra en el Anexo 4.

Tabla 3.16: Tasas de crecimiento vehicular

Fuente: Datos INEC

Periodo	Livianos	Buses	Camiones
	%	%	%
2017 - 2018	4.81	2.15	2.15

3.4. Resultados de los Aforos en las Intersecciones Aledañas al Nuevo Campus Balzay

Los datos del conteo volumétrico se encuentran en el Anexo 5. En las secciones a continuación se exponen los datos más importantes obtenidos de cada intersección. Con los datos de los aforos vehiculares se determinó que, para las dos intersecciones el día miércoles es el que presenta mayor volumen vehicular. Esto puede obedecer a la cercanía de las intersecciones al Centro Comercial “El Arenal”, el cual los días miércoles se cumplen actividades de aprovisionamiento.

3.4.1. Av. Ordoñez Lasso y Av. De los Cerezos

Tráfico Observado Durante el Aforo Manual, TPDA₂₀₁₇ y Proyecciones

La Tabla 3.17 muestra un resumen del tráfico observado durante el periodo de 12 horas de aforo y la Tabla 3.18 el tráfico ajustado para el TPDA₂₀₁₇ y sus proyecciones para el año 2018.

Tabla 3.17: Tráfico observado durante las 12 horas de aforo en la intersección Av. Ordoñez Lasso y Av. De los Cerezos

Día de Conteo	Livianos (veh/día)	Buses (buses/día)	Camiones 2 Ejes (2Ejes/día)	Total (veh mixtos/día)
Miércoles	19704	847	832	21383
Jueves	18721	816	818	20355

Tabla 3.18: Tráfico Promedio Diario Anual 2017 y 2018 de la intersección Av. Ordoñez Lasso y Av. De los Cerezos

Día de Conteo	TPDA	Livianos (veh/día)	Buses (buses/día)	Camiones 2 Ejes (2Ejes/día)	Total (veh mixtos/día)
Miércoles	2017	27953	1202	1180	30335
	2018	29298	1227	1206	31731
Jueves	2017	25999	1133	1136	28268
	2018	27249	1158	1160	29567

Tráfico en horas pico

El día miércoles se tiene, en la intersección Av. Ordoñez Lasso y Av. De los Cerezos; como hora pico el periodo de 07H15 a 08H15, con un volumen total de 2072 veh/h, mientras que el día jueves se tiene, como hora pico el periodo de 07H30 a 08H30, con un volumen total de 1993 veh/h. En la Figura 3-7 se presenta el tráfico pasante en periodos de 15 min.

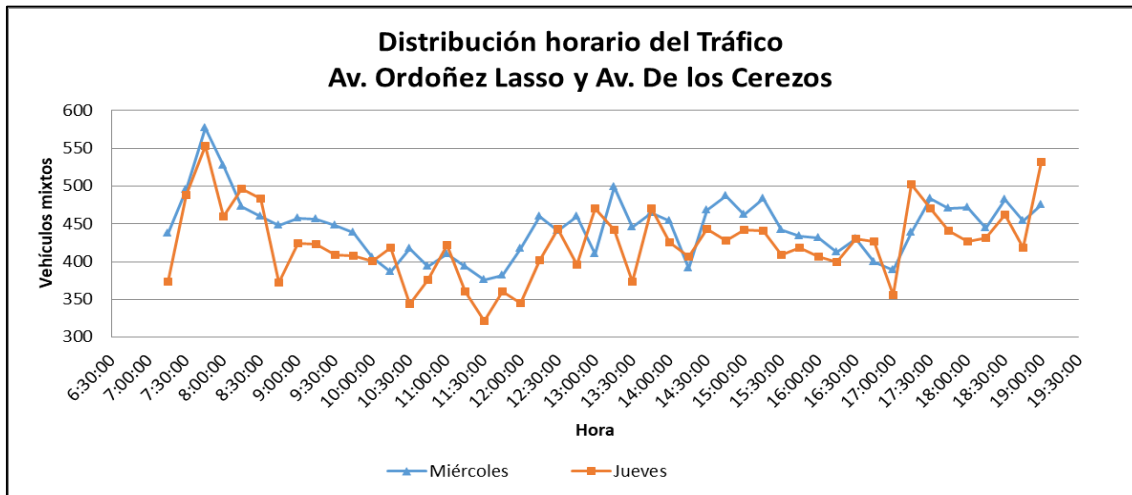


Figura 3-7: Distribución horaria del tráfico en la intersección Av. Ordoñez Lasso y Av. De los Cerezos

Se ha preparado un matriz de origen - destino para exponer la distribución de flujos dentro de la intersección durante la hora pico, esto se puede ver en la Tabla 3.19 y gráficamente representada por un diagrama de giros en la Figura 3-8. Los valores de la Tabla 3.19 son las del TPDA₂₀₁₇.

Tabla 3.19: Matriz O-D para el TPDA₂₀₁₇ de la intersección Av. Ordoñez Lasso y Av. De los Cerezos

		SALIDAS				Total
		S1	S2	S3	S4	
ENTRADAS	E1	0	79	329	234	643
	E2	128	0	67	508	702
	E3	724	111	0	180	1014
	E4	96	340	143	0	580
Total		948	531	539	922	2939

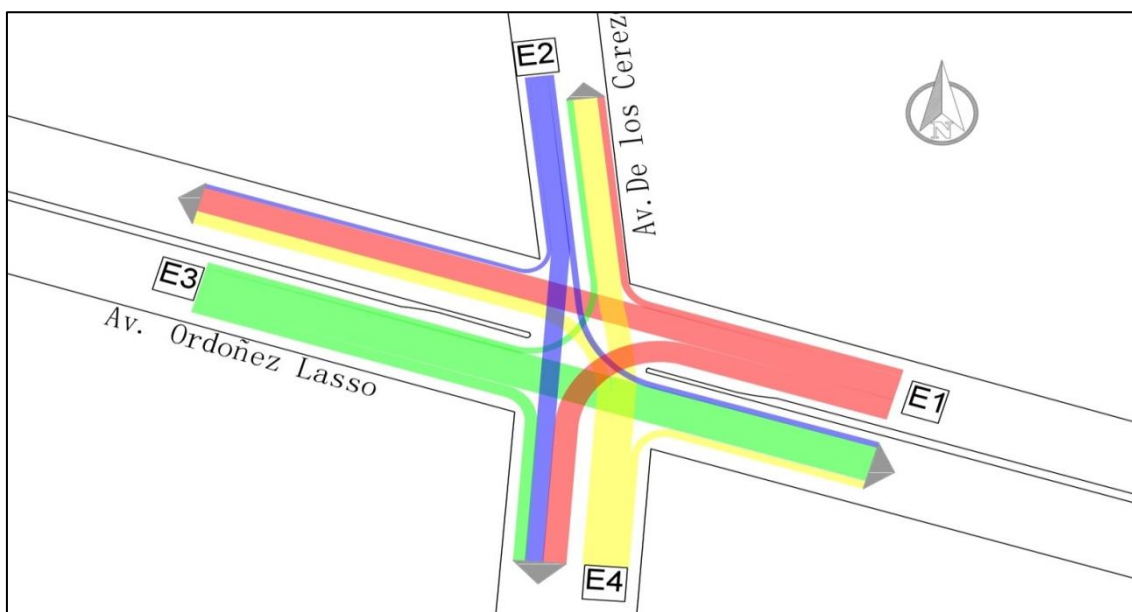


Figura 3-8: Esquema de la distribución de flujos dentro de la intersección Av. Ordoñez Lasso y Av. De los Cerezos

Semáforo

El semáforo funciona en un ciclo prefijado de 140 segundos, distribuidos en tres fases, tal como aparece en la Tabla 3.20 y se muestra también en la Figura 3-9.

Tabla 3.20: Fases del semáforo de la intersección Av. Ordoñez Lasso y Av. De los Cerezos

Fase N°	Acceso	Tiempo (seg)		
		Verde	Amarillo	Rojo
1	Oeste	37	3	100
2	Este	37	3	100
3	Sur-Norte	57	3	80

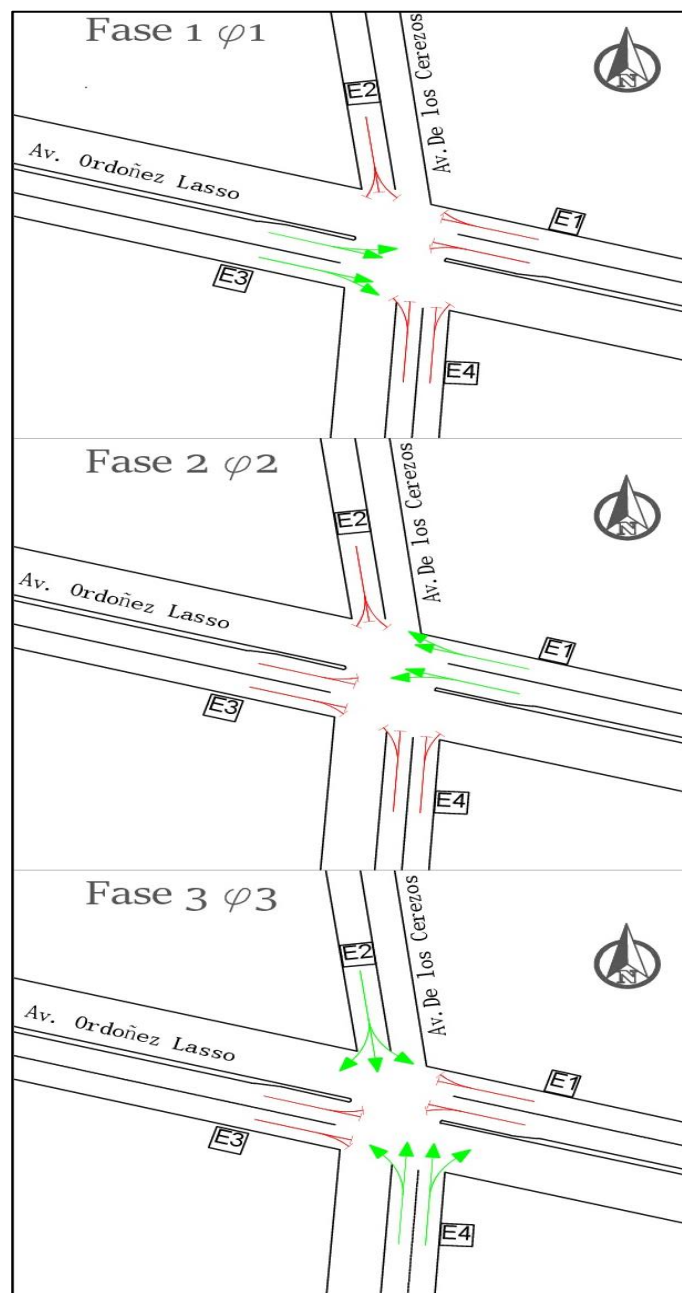


Figura 3-9: Esquemas de las fases del semáforo de la intersección Av. Ordoñez Lasso y Av. De los Cerezos

3.4.2. General Escandón y Francisco Cisneros

Tráfico Observado Durante el Aforo Manual, TPDA₂₀₁₇ y proyecciones

La Tabla 3.21 muestra un resumen del tráfico observado durante el periodo de 12 horas de aforo y la Tabla 3.22 el tráfico ajustado para el TPDA₂₀₁₇ y sus proyecciones para 20 años.

Tabla 3.21: Tráfico observado durante las 12 horas de aforo en la intersección General Escandón y Francisco Cisneros

Día de Cuento	Livianos (veh/día)	Buses (buses/día)	Camiones 2 Ejes (2Ejes/día)	Total (veh mixtos/día)
Miércoles	17475	413	966	18854
Jueves	15573	407	1002	16982

Tabla 3.22: Tráfico Promedio Diario Anual 2017 y proyecciones de la intersección General Escandón y Francisco Cisneros

Día de Cuento	TPDA	Livianos (veh/día)	Buses (buses/día)	Camiones 2 Ejes (2Ejes/día)	Total (veh mixtos/día)
Miércoles	2017	24791	586	1370	26748
	2018	25984	599	1400	27982
Jueves	2017	21627	565	1392	23584
	2018	22667	577	1421	24666

Tráfico en Horas Pico

El día miércoles se tiene, en la intersección General Escandón y Francisco Cisneros, como hora pico el periodo de 07H00 a 08H00, con un volumen total de 1908 veh/h. El día jueves se tiene como hora pico el periodo de 07H00 a 08H00, con un volumen total de 1690 veh/h. En la Figura 3-10 se presenta el tráfico pasante en periodos de 15 min.

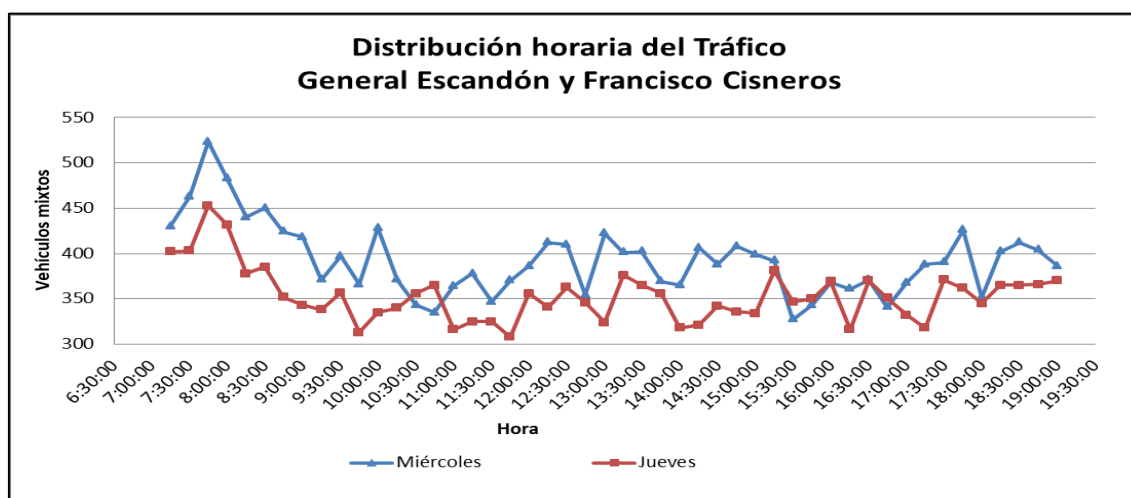


Figura 3-10: Distribución horaria del tráfico en la intersección General Escandón y Francisco Cisneros

Para los análisis se usarán los datos del día miércoles, debido a que este presenta el mayor volumen diario y el mayor volumen de la hora pico. Se ha preparado un matriz de origen - destino para exponer la distribución de flujo dentro de la intersección durante la hora pico, esto se puede ver en la Tabla 3.23 y gráficamente representada por líneas de deseo en la Figura 3-11. Los valores de la Tabla 3.23 son los del TPDA₂₀₁₇.

Tabla 3.23: Matriz O-D para el TPDA₂₀₁₇ de la intersección General Escandón y Francisco Cisneros

		SALIDAS				Total
		S1	S2	S3	S4	
ENTRADAS	E1	0	21	189	309	519
	E2	0	0	0	0	0
	E3	213	9	0	689	911
	E4	509	491	264	0	1264
Total		722	521	453	999	2694

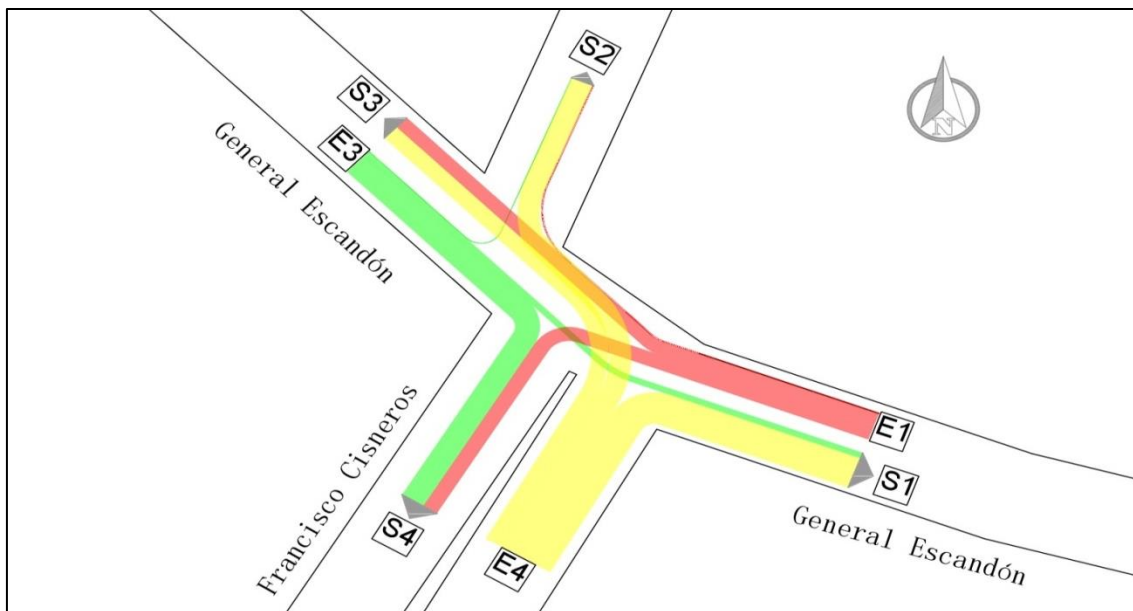


Figura 3-11: Esquema de la distribución de flujos dentro de la intersección General Escandón y Francisco Cisneros

Semáforo

El semáforo funciona en un ciclo prefijado de 103 segundos, distribuidos en tres fases, tal como aparece en la Tabla 3.24 y se muestra también en la Figura 3-12

Tabla 3.24. Fases del semáforo de la intersección General Escandón y Francisco Cisneros

Fase N°	Acceso	Tiempo (seg)		
		Verde	Amarillo	Rojo
1	Sur	44	3	56
2	Este	25	3	75
3	Oeste	25	3	75

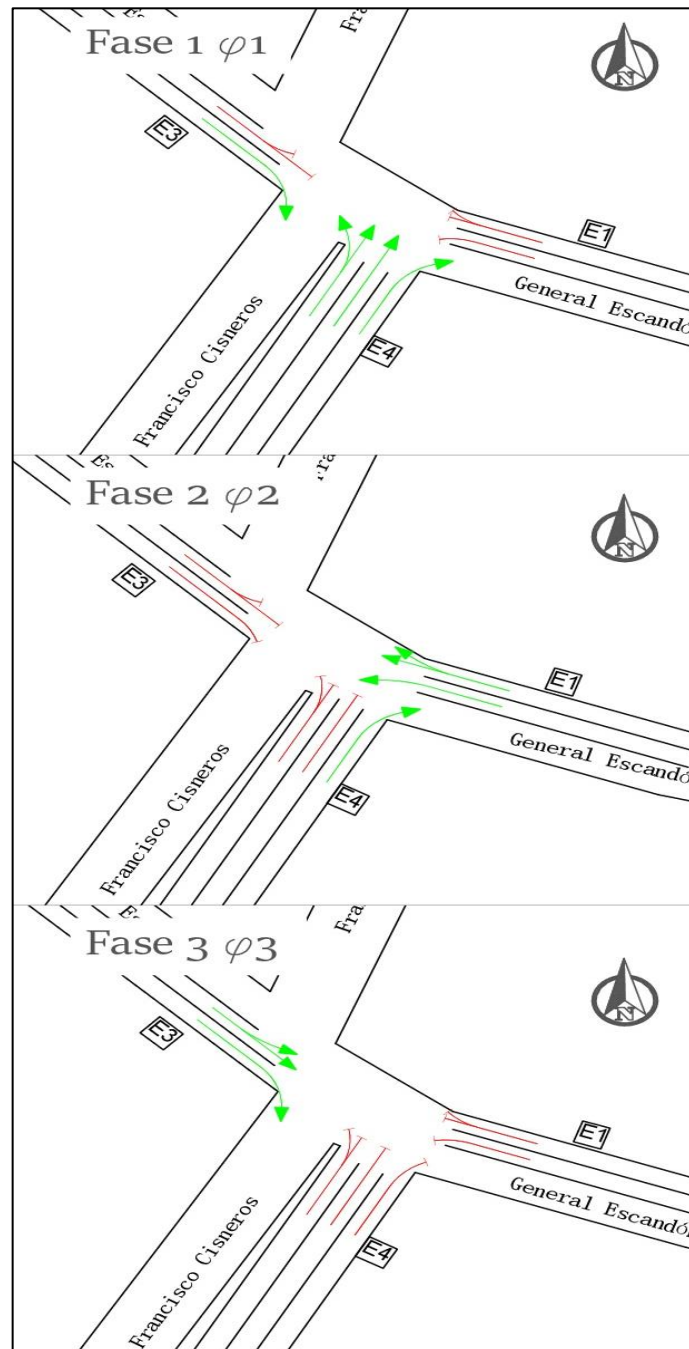


Figura 3-12: Esquema de las fases del semáforo de la intersección General Escandón y Francisco Cisneros

3.5. Tasas de Ocupación de Vehículos y Buses.

Vehículos.- Según datos de la Unidad Municipal de Tránsito, UMT, de los 500.000 habitantes que tiene la ciudad, cerca del 80 por ciento se moviliza diariamente en buses de transporte urbanos, mientras el resto lo hace en vehículos particulares. El promedio de ocupación de los cerca de 100.000 vehículos que existen en la ciudad es de 1,1 personas por cada uno, inferior al de Quito que es de 1,7 y al de Guayaquil que es de 1,9 personas por automotor (Diario El Tiempo, 16 de mayo 2012).

Buses.- En el Plan de Movilidad y Espacios Públicos Tomo I, se ha recogido información sobre las diferentes líneas de transporte público. Ha continuación se presenta en la Tabla 3.25 las tasas de ocupación de las líneas de buses que tienen rutas que pasan cerca del Nuevo Campus Balzay (Plan de movilidad, 2016). El promedio de las tasas de ocupación se usará para determinar el número de buses que serán necesarios para satisfacer la demanda de estudiantes que se movilizarán hacia el Nuevo Campus Balzay usando el transporte público.

Tabla 3.25. Tasas de ocupación de líneas de bus que hacen la ruta cerca del Campus Balzay
Fuente: Plan de Movilidad y Espacios públicos Tomo I

Línea de Bus	Ruta (km)	Frecuencia (min)	Tasa de Ocupación (pas/veh-km)	Tasa de Ocupación (pas/veh)
201	7.92	5	4.4	34.85
3	18.50	6	4.4	81.40
8	16.58	8	4.3	71.27
19	13.79	7	3.8	52.40
29	13.78	6	4.2	57.86
Tasa de ocupación de buses promedio:				59.56

4. RESULTADOS Y DISCUSIONES – ATRACCIÓN DE VIAJES

4.1. Tasa de Atracción de Viajes para el Personal Administrativo y Docentes

Tasa de Atracción de Viajes Diario

En el distributivo del personal de la institución publicado en el mes de febrero 2017, se tiene que el personal administrativo de Arquitectura Ingeniería y Química son 31 personas y dentro de las denominaciones como profesor se tiene 243 personas.

Los aforos realizados en el Campus Central fueron durante un día común de labores, por lo tanto, la tasa de viajes al día de administrativos y docentes en el Nuevo Campus Balzay, es la obtenida de los Aforos en el Campus Central, 275 veh/día como se puede ver en la Tabla 3.11.

Tasa de Atracción de Viajes en las Horas Pico

En los aforos realizados en el campus Central de la Universidad de Cuenca se obtuvo dos horas pico durante el día, como se expuso en la Tabla 3.11. Se tiene 57 veh/hora dentro del periodo de antes de las 07:00 am a 07:45 am y 55 veh/hora de 2:30 a 3:30 del sector Administrativo y Docente de las facultades de Arquitectura, Ingeniería y Química. Se asume que esto se replicará en el Nuevo Campus Balzay. La Tabla 4.1 muestra el número de vehículos atraídos en los sectores administrativo y docente.

Tabla 4.1: Vehículos atraídos en los sectores administrativo y docentes

Período	Sectores		Total de Vehículos
	Administrativo	Docente	
Diario	65	210	275
Periodo pico de la mañana (antes 07:00 am a 07:45 am)	11	46	57
Hora pico de la tarde (02:30 pm a 03:30 pm)	20	35	55

4.2. Tasa de Atracción de Viajes para Estudiantes

Tasa de Atracción de Viajes Diario

La tasa de atracción de viajes es de 3545 viajes/día, que es el número de estudiantes, divididos como se muestra en la Tabla 4.2. Se asume que los estudiantes mantendrán la distribución modal que se tenía en el Campus Central.

Tabla 4.2: Viajes y vehículos atraídos por los estudiantes de las facultades de Arquitectura, Ingeniería y Química

Descripción	Bus	Vehículo	Motocicleta	Bicicleta	Peatonal
Número total de viajes	2088	697	31	101	628
Tasa de Ocupación (pas/veh)	59.56	1.1	1	1	1
Número de vehículos	35	634	31	101	628

Tasa de Atracción de Viajes de los Estudiantes en Horas Pico

De los aforos que se realizaron en el Campus Central se determinó que el 21% de los viajes diarios llega durante el periodo pico de las 07:00 am a las 07:45 am. Se asume que también el 21% de los viajes diarios de los estudiantes llegan durante este periodo. Del número estudiantes que llegan durante la hora pico de la mañana se tomará un 10% adicional para generar un resultado conservador y más desfavorable. En la Tabla 4.3 se expone lo mencionado.

Tabla 4.3: Viajes y vehículos atraídos por los estudiantes de las facultades de Arquitectura, Ingeniería y Química durante la hora pico

Descripción	Bus	Vehículo	Motocicleta	Bicicleta	Peatonal
Número de viajes en la hora pico de la mañana	439	147	6	21	132
Tasa de Ocupación (pas/veh)	59.56	1.1	1	1	1
Número de vehículos	8	134	6	21	132
Más 10%	1	14	1	2	13
Total de vehículos en hora pico	9	148	7	23	145

4.3. Distribución de los Viajes Atraídos en las Intersecciones Estudiadas

Debido a la gran cantidad de rutas que pueden tomar los estudiantes para viajar desde su domicilio al nuevo Campus Balzay, a los factores de los que depende y a lo difícil que es predecir estas rutas, se propone la siguiente distribución de los viajes en las intersecciones estudiadas.

Al este del Nuevo Campus Balzay se encuentra la Av. De las Américas, una perimetral de la ciudad de Cuenca que tendrá un papel muy importante ya que conecta a la mayoría de las parroquias y se puede asumir que los viajes de cada parroquia se acercarán usando esta avenida para luego tomar la Calle Tejar o bien directamente la Av. Ordoñez Lasso hasta llegar a la intersección con la Av. De los Cerezos (intersección de estudio) por el norte. Para las parroquias en el sur, se acercarán usando la Av. De las Américas para luego tomar la calle General Escandón pasar por la intersección con la calle Francisco Cisneros (intersección de estudio) y continuar hasta el Nuevo Campus Balzay como se puede ver en la Figura 4-1 y en la Figura 4-2

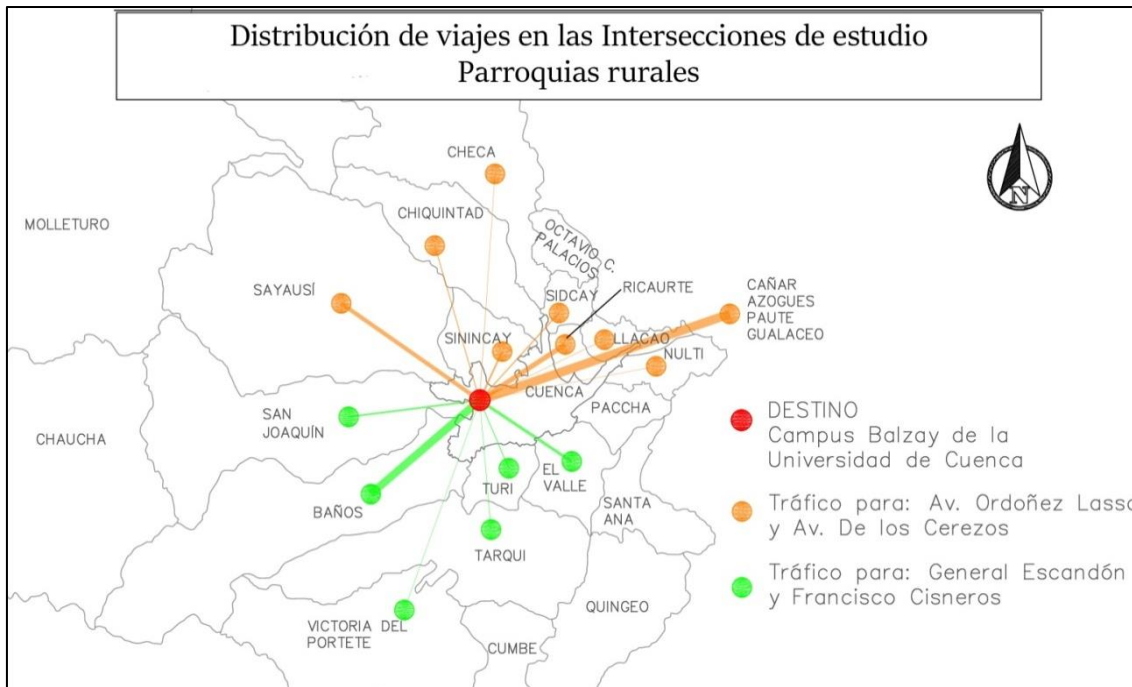


Figura 4-1: Esquema de la distribución de los viajes atraídos propuesta en las intersecciones de estudio, parroquias rurales

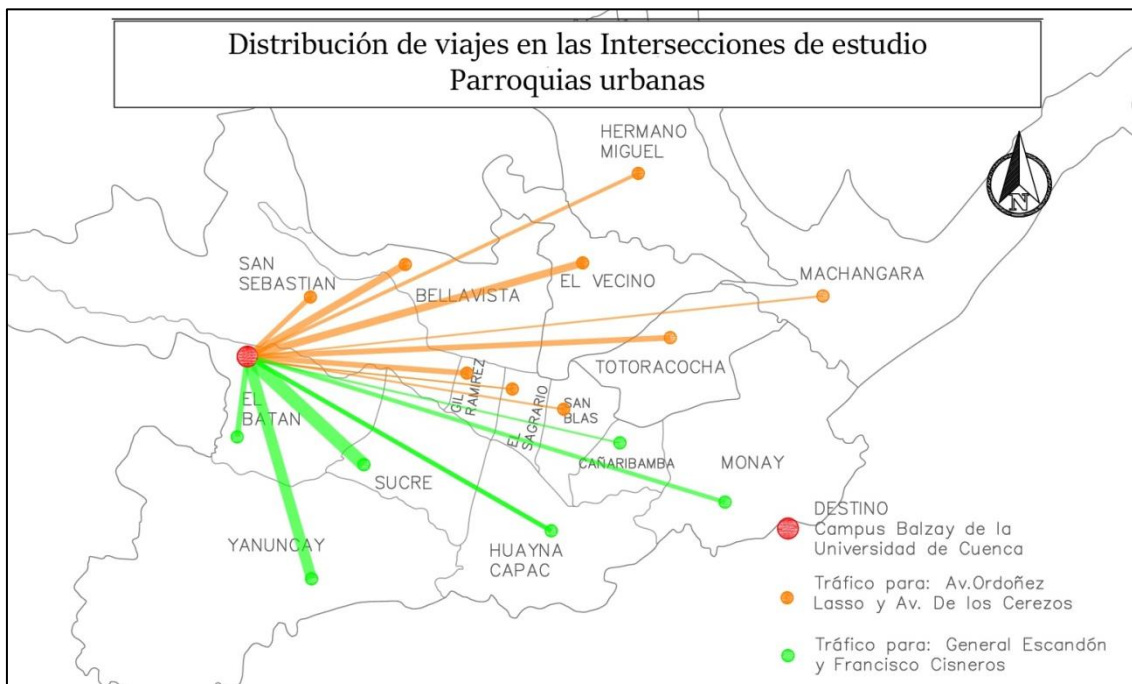


Figura 4-2: Esquema de la distribución de los viajes atraídos propuesta en las intersecciones de estudio, parroquias urbanas

Son las parroquias de San Blas, El Sagrario, Gil Ramírez, Cañaribamba, Sucre y Huayna Cápac, de donde los viajes pueden desviarse hasta la calle Paseo 3 de Noviembre o hasta la Av. Doce de Abril para avanzar hasta el Nuevo Campus Balzay sin pasar por las intersecciones de estudio, pero para generar un resultado conservador y más desfavorable se ha propuesto la llegada de estos viajes a través de las dos intersecciones estudiadas. Los viajes de las

parroquias San Joaquín y Sayausí que están al oeste del Nuevo Campus Balzay no tienen la necesidad de salir hasta la Av. De las Américas pero si ocuparán alguna de las dos intersecciones estudiadas.

Los viajes atraídos por el personal administrativo y docentes se reparten en partes iguales para las dos intersecciones estudiadas. Considerando lo descrito en la Tabla 4.4 se muestra numéricamente la distribución propuesta.

Tabla 4.4: Distribución de los viajes atraídos propuesta en las intersecciones de estudio

Intersección	Parroquias Rurales	Viajes al día (estudiantes)	Parroquias Urbanas	Viajes al día (estudiantes)
Av. Ordoñez Lasso y Av. De los Cerezos	Sayausí	102	San Sebastián	162
	Chiquintad	20	Bellavista	244
	Checa	10	Gil Ramírez	183
	Sinincay	41	El Sagrario	41
	Sidcay	30	San Blás	61
	Llacao	10	Hermano Miguel	112
	Ricaurte	122	El Vecino	254
	Nulti	10	Totoracocha	183
	Azogues	112	Machángara	61
	Cañar	10		
	Gualaceo	81		
	Paute	20		
Subtotal		568		1301
Total			1869	viajes al día
General Escandón y Francisco Cisneros	San Joaquín	41	El Batán	183
	Baños	193	Yanuncay	366
	Turi	20	Sucre	447
	El Valle	71	Huayna Cápac	142
	Tarqui	10	Monay	132
	Victoria del Portete	10	Cañaribamba	61
	Subtotal		345	
Total			1676	viajes al día

En la Tabla 4.5 se exponen el total de los viajes por modo y por intersección, también se muestra la cantidad de vehículos por modo. Los viajes en la hora pico en cada intersección se reparten como se indica en la Tabla 4.6.

Tabla 4.5: Cantidad de viajes nuevos atraídos al día por el Campus Balzay

	Unidad	Bus	Vehículo	Motocicleta	Bicicleta	Peatón
Distribución Modal	%	58.90	19.67	0.86	2.85	17.72
Tasa de Ocupación	viajes/modo*	59.56	1.1	1	1	1
Av. Ordoñez Lasso y Av. De los Cerezos	viajes/día	1101	368	16	53	331
	modo**	19	335	16	53	331
General Escandón y Francisco Cisneros	viajes/día	987	330	14	48	297
	modo**	17	300	14	48	297

* modo hace referencia a que la unidad varía según el modo considerado, por ejemplo para bus se tiene **viajes/bus**

** modo hace referencia a que la unidad varía dependiendo del modo considerado, por ejemplo para bus se tiene **buses**

Tabla 4.6: Cantidad de viajes nuevos atraídos en hora pico por el Campus Balzay

	Unidad	Bus	Vehículo	Motocicleta	Bicicleta	Peatón
Distribución Modal	%	58.90	19.67	0.86	2.85	17.72
Tasa de Ocupación	viajes/modo*	59.56	1.10	1.00	1.00	1.00
Av. Ordoñez Lasso y	viajes/hora	254	85	4	12	76
Av. De los Cerezos	modo**	5	78	4	12	76
General Escandón y	viajes/hora	228	76	3	11	69
Francisco Cisneros	modo**	4	70	3	11	69

* modo hace referencia a que la unidad varía según el modo considerado, por ejemplo para bus se tiene **viajes/bus**

** modo hace referencia a que la unidad varía dependiendo del modo considerado, por ejemplo para bus se tiene **buses**

4.3.1. Distribución de los Viajes Atraídos dentro de la Intersección Av. Ordoñez Lasso y Av. De los Cerezos

Por lo complicado que es predecir la ruta que tomarán los viajes y su llegada a las intersecciones se propone lo siguiente: Para el flujo de estudiantes; la entrada sur (E4) de la intersección no contará con viajes atraídos por el Nuevo Campus Balzay, ya que el flujo va en sentido contrario, la entrada oeste (E3) llevará únicamente los vehículos de la parroquia Sayausí (6% del total de viajes), los viajes de las parroquias propuestas para esta intersección entrarán por la entrada norte (E4) y por la entrada este (E1) dividiendo el flujo en partes iguales (47% a cada entrada). Los buses llegarán únicamente por la entrada este (E1). Para el flujo de personal administrativo y docente se propone dividirlos en porcentajes iguales a los de los estudiantes en cada entrada. En la Tabla 4.7 se puede ver los flujos de la hora pico que se suman al tráfico existente en cada acceso de la intersección.

Tabla 4.7: Distribución de los viajes atraídos dentro de la intersección Av. Ordoñez Lasso y Av. De los Cerezos

Acceso	E1		E2		E3		E4	
	Est*	Doc y adm**	Est	Doc y adm	Est	Doc y adm	Est	Doc y adm
Buses/hora	5	0	0	0	0	0	0	0
Vehículos/hora	36	14	36	14	6	1	0	0
Motos/hora	2	0	2	0	0	0	0	0
Peatones/hora	36	0	36	0	4	0	0	0
Bicicletas/hora	5	0	5	0	2	0	0	0

* Est.- abreviatura de Estudiantes

** Doc y adm.- abreviatura de Docentes y personal administrativo

4.3.2. Distribución de los Viajes Atraídos dentro de la Intersección General Escandón y Francisco Cisneros

Para el flujo de estudiantes; la entrada oeste (E3) de la intersección no contará con viajes atraídos por el Nuevo Campus, ya que el flujo va en sentido contrario, la entrada sur (E4) llevará únicamente los vehículos de la parroquia San Joaquín (3% del total de viajes) y todos los buses, ya que los buses que salen de la troncal de la Feria Libre, en su recorrido pasan por esta entrada. Los viajes del resto de las parroquias propuestas para esta intersección llegarán por la entrada este (E1) (97%). Para el flujo de personal administrativo

y docente se propone dividirlos en porcentajes iguales a los de los estudiantes en cada entrada. En la Tabla 4.8 se puede ver los flujos de la hora pico en cada acceso de la intersección.

Tabla 4.8: Distribución de los viajes atraídos dentro de la intersección General Escandón y Francisco Cisneros

Acceso	E1		E3		E4	
	Est*	Doc y adm**	Est	Doc y adm	Est	Doc y adm
Buses/hora	0	0	0	0	4	0
Vehículos/hora	67	28	0	0	3	1
Motos/hora	3	0	0	0	0	0
Peatones/hora	67	0	0	0	2	0
Bicicletas/hora	10	0	0	0	1	0

* Est.- abreviatura de Estudiantes

** Doc y adm.- abreviatura de Docentes y personal administrativo

Las distribuciones propuestas en las últimas secciones se usan para determinar el impacto causado en el nivel de servicio de las intersecciones.

5. RESULTADOS Y DISCUSIONES – ESTACIONAMIENTO

5.1. Oferta

En la Planificación del nuevo Campus Balzay se tiene previsto la construcción de un parqueadero con 300 plazas de parqueo incluidos dentro de esta cantidad el parqueo para personas con capacidades diferentes. El edificio de parqueos está emplazado contiguo a la calle General Escandón, pero el ingreso al parqueadero es por una calle interna del Campus, a la cual se puede ingresar por la calle Víctor Manuel Albornoz. Es necesario aclarar que el edificio administrativo de este Campus, tiene también parqueos para abarcar con la zona administrativa.

5.2. Demanda

La American Parking Association no ha desarrollado para centros de educación superior, una tasa de estacionamientos recomendada en base a su área de construcción. Pero recomienda que el cálculo de la demanda de estacionamiento se haga en base al número de estudiantes.

Método 1- Población servida

El Campus Central de la Universidad de Cuenca prepara en sus aulas a 9668 estudiantes, véase Tabla 3.1 y en su infraestructura cuenta con un parqueadero con 437 cajones, véase en la Tabla 3.10.

Si el Campus Central con 9668 estudiantes funciona con 437 cajones de parqueo, el nuevo Campus Balzay con 3545 estudiantes debe tener 160 cajones de parqueo.

Método 2- Índice de Rotación

El índice de rotación del Campus Central de la Universidad de Cuenca es de 2.87 veh/cajón como se muestra en la Tabla 3.10. Si se desea mantener las mismas características en el estacionamiento del nuevo Campus Balzay entonces se mantiene el mismo índice de rotación.

Puede estimarse además la oferta en el caso de que se de acogida en el parqueadero a los vehículos de los estudiantes, como se muestra en la Tabla 3.6 hay 697 estudiantes que usan vehículo que son equivalentes a 634 vehículos según la tasa de ocupación. Si se da acogida a todos estos vehículos entonces se tiene:

$$Oferta = \frac{634 \text{ veh\u00edculos}}{2.87 \text{ veh/caj\u00f3n}} = 221 \text{ cajones}$$

La oferta de estacionamiento del nuevo Campus Balzay debe ser 221 cajones para cubrir la demanda de los estudiantes.

Para cubrir la demanda de los estudiantes y además los 275 vehículos diarios del personal administrativo y docente se necesitan:

$$Oferta = \frac{909 \text{ veh\u00edculos}}{2.87 \text{ veh/caj\u00f3n}} = 317 \text{ cajones}$$

La demanda en los dos m\u00e9todos planteados es cubierta por la oferta de cajones que se tiene planificada en el nuevo Campus Balzay.

5.3. An\u00e1lisis de Congesti\u00f3n

5.3.1. Congesti\u00f3n en el Sistema de Acceso

El acceso al nuevo Campus Balzay se encuentra en la calle V\u00edctor Albornoz y se debe analizar la posibilidad de que se genere una cola en el sistema de acceso que puede derivarse a la calzada causando conflictos al tr\u00e1fico de paso.

Se analiza tan solo la entrada de los veh\u00edculos en la hora pico de la ma\u00f1ana, que es la de mayor volumen; 205 veh/h, 57 de administrativos y docentes y 148 de estudiantes. Si se asume una capacidad de servicio autom\u00e1tico de 10 segundos. La Tabla 5.1 muestra un resumen de las caracter\u00edsticas del sistema. Despu\u00e9s de aplicar la metodolog\u00eda expuesta en la secci\u00f3n 3.2 se tiene los resultados expuestos en la Tabla 5.2.

Tabla 5.1. Caracter\u00edsticas asumidas para el sistema de acceso al nuevo Campus Balzay

Caracter\u00edsticas del Sistema		
Tiempo de Servicio	10 Segundos	
	veh/h	veh/seg
Tasa de llegadas (λ)	205	0.058
Tasa de servicio (μ)	360	0.100

Tabla 5.2: An\u00e1lisis probabil\u00edstico de congesti\u00f3n en el sistema de acceso al Nuevo Campus Balzay

Par\u00e1metro analizado	
Probabilidad de tener n=0 veh\u00edculos en el sistema	43 %
N\u00famero promedio de veh\u00edculos en el sistema	1 veh\u00edculos
Longitud promedio de la l\u00ednea de espera	1 veh\u00edculos
Tiempo promedio gastado en el sistema	24 segundos
Tiempo promedio de espera en la fila	14 segundos
Porcentaje de utilizaci\u00f3n del servicio	58 %
Porcentaje de encontrar el servicio inactivo	43 %
Probabilidad de gastar menos de 45seg, 3 veces el tiempo de servicio	81 %

Como se puede ver en la Tabla 5.2, el n\u00famero de veh\u00edculos en promedio que formar\u00e1n una cola en la espera de ser servidos es de 1 veh\u00edculo. Es recomendable que el acceso este ubicado de tal manera que el n\u00famero de veh\u00edculos en cola puedan refugiarse dentro del establecimiento. Tomando un largo promedio de 4 metros por veh\u00edculos, el sistema de acceso se debe ubicar

8 metros desde la línea de fábrica hacia adentro, ya que en esta longitud estarán el vehículo siendo servido y el que está en cola.

5.3.2. Congestión por la Maniobra de Giro a la Izquierda

Como se puede ver en la Figura 5-1, el volumen de vehículos que pasa por la calle Víctor Albornoz en sentido Oeste – Este creará un conflicto al vehículo que circule en sentido este- oeste (70 vehículos de estudiantes y 29 de docentes y Administrativos) y quiera realizar la maniobra de giro a la izquierda para ingresar al Nuevo Campus Balzay.

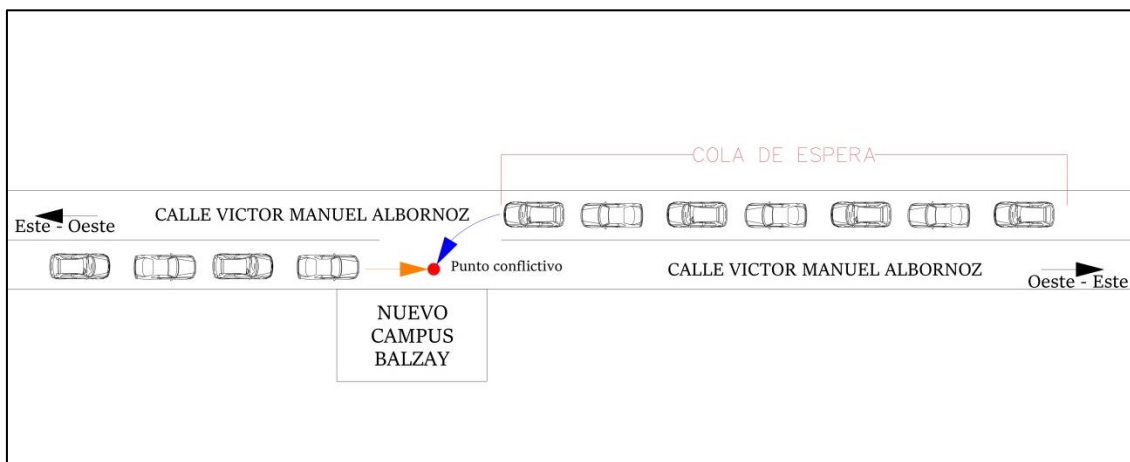


Figura 5-1: Esquema de maniobra de giro a la izquierda para el ingreso al Nuevo Campus Balzay

El volumen en la calle Víctor Albornoz en la hora pico es igual al volumen de vehículos en la salida 4 (S4) de la intersección Ordoñez Lasso y Av. De los Cerezos, véase la Tabla 3.16, más los giros a la izquierda de la Calle Paseo 3 de Noviembre. Aplicando la metodología expuesta en la sección 2.3.2, se tienen los resultados en la Tabla 5.3.

Tabla 5.3: Análisis probabilístico de congestión por la maniobra de giro para el ingreso al Nuevo Campus Balzay

Parámetro	
Flujo en la salida 4 (S4)	1152 veh/h
Flujo de giro a la izquierda, calle Paseo 3 de Noviembre	59 veh/h
Flujo en la Calle V. Albornoz (O-E)	1211 veh/h
Tiempo para la maniobra de giro	5 seg
Tasa de vehículos que pasan (λ)	0.336 veh/seg
Probabilidad de no encontrarse con autos y hacer la maniobra ($x=0$)	14%

La probabilidad de no hacer fila es de 14%. Analizando al conflicto como un acceso se puede determinar que la cola promedio de vehículos en el sistema es de 6 vehículos. Es necesario adecuar la Calle Víctor Albornoz de tal manera que los 6 vehículos en cola no detengan el tráfico que pasa.

6. RESULTADOS Y DISCUSIONES – IMPACTO EN EL TRÁNSITO

6.1. Análisis del Nivel de Servicio Actual y Futuro en la Intersección Av. Ordoñez Lasso y Av. De los Cerezos

Se calculan las demoras para los grupos de carriles, para los accesos y para toda la intersección. Se supone que la demora por cola inicial es cero. Véase la Tabla 6.1.

El funcionamiento de nuevo Campus Balzay está planificado para el año 2018. Para determinar el impacto causado se realizó un análisis del nivel de servicio para el TPDA₂₀₁₈ y se comparó con un análisis realizado con el TPDA₂₀₁₈ adicionando la distribución de viajes atraídos propuesta en el Capítulo 4. La hora pico de las intersecciones y la hora pico determinada para el Nuevo Campus Balzay no coinciden; sin embargo, para generar un resultado conservador y más desfavorable se ha analizado el nivel de servicio como si realmente las horas pico se superpusieran.

El nivel de servicio actual de la intersección es F, con una demora de 141.69 seg/veh. Esta intersección necesita un rediseño geométrico, ya que actualmente se tiene un nivel de servicio no deseado.

Para el año 2018, sin el Nuevo Campus Balzay los vehículos en esta intersección experimentarán una demora de 163.81 seg/veh. Con el funcionamiento del Nuevo Campus la demora asciende a 181.92 seg/veh.

6.2. Análisis del Nivel de Servicio Actual y Futuro en la Intersección General Escandón y Francisco Cisneros

El nivel de servicio actual es C con una demora de 31.68 seg/veh, el acceso Este (E1) es el crítico con 59.22 seg/veh al que le corresponde un nivel de servicio E.

El nivel de servicio para el TPDA₂₀₁₈ es D con una demora de 35.35 seg/veh y el nivel de servicio para el TPDA₂₀₁₈, adicionando los flujos determinados en la sección 4.3 es de 40.10 seg/veh.

En esta intersección el campus afecta directamente al acceso Este (E1), que es el único que pasa de tener un nivel de servicio E sin el funcionamiento del Campus Balzay a un nivel de servicio F con el funcionamiento de este. En la Tabla 6.2 se puede ver lo descrito.



Tabla 6.1: Nivel de Servicio Actual y Futuro de la intersección Av. Ordoñez Lasso y Av. De los Cerezos

Estación	E3			E1			E4			E2		
	TPDA2017	TPDA2018	TPDA2018 +CAMPUS	TPDA2017	TPDA2018	TPDA2018 +CAMPUS	TPDA2017	TPDA2018	TPDA2018 +CAMPUS	TPDA2017	TPDA2018	TPDA2018 +CAMPUS
Grupo de carriles	LTR			LTR			LTR			LTR		
Flujo del Grupo v_i (veh/h)	1133	1196	1204	760	808	874	680	717	717	852	896	957
Relación de verde g_i/C	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
Capacidad del grupo de carriles C_i (veh/h)	785	781	781	848	837	823	1147	1136	1120	710	708	698
Relación volumen a capacidad v_i/C_i	1.44	1.53	1.54	0.90	0.97	1.06	0.59	0.63	0.64	1.20	1.27	1.37
Demora uniforme d_1 (segundos/veh)	52.00	52.00	52.00	50.20	51.38	52.00	33.03	33.71	33.87	42.00	42.00	42.00
Demora incremental d_2 (segundos/veh)	206.70	245.58	250.12	14.08	23.75	49.15	2.26	2.67	2.81	98.07	125.21	171.27
Demora por cola inicial d_3 (segundos/veh)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Demora por grupo de carriles (segundos/veh)	258.70	297.58	302.12	64.28	75.13	101.15	35.29	36.38	36.68	140.07	167.21	213.27
Nivel de servicio del grupo de carriles	F	F	F	E	E	F	D	D	D	F	F	F
Demora por acceso (segundos/veh)	258.70	297.58	302.12	64.28	75.13	101.15	35.29	36.38	36.68	140.07	167.21	213.27
Nivel de servicio de cada acceso	F	F	F	E	E	E	D	D	D	F	F	F
DEMORA DE TODA LA INTERSECCIÓN	TPDA2017			TPDA2018			TPDA2018 + CAMPUS					
Demora en toda la intersección (segundos/veh)	141.69			163.81			181.92					
Nivel de servicio de la intersección	F			F			F					

Tabla 6.2: Nivel de Servicio Actual y Futuros de la Intersección General Escandón y Francisco Cisneros

Estación	E3						E1						E4						
	TPDA2017		TPDA2018		TPDA2018 +CAMPUS		TPDA2017		TPDA2018		TPDA2018 +CAMPUS		TPDA2017		TPDA2018		TPDA2018 +CAMPUS		
	LT	R	LT	R	LT	R	L	TR	L	TR	L	TR	LT	R	LT	R	LT	R	
Grupo de carriles																			
Flujo del Grupo v_i (veh/h)	233	730	246	765	246	765	320	221	337	227	337	325	898	606	949	635	958	635	
Relación de verde g_i/C	0.23	0.66	0.23	0.66	0.23	0.66	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.42	0.66	0.42	0.66	0.42	0.66	
Capacidad del grupo de carriles C_i (veh/h)	366	877	363	875	363	848	348	355	343	359	329	354	1328	768	1314	765	1306	765	
Relación volumen a capacidad v_i/C_i	0.64	0.83	0.68	0.87	0.68	0.90	0.92	0.62	0.98	0.63	1.02	0.92	0.68	0.79	0.72	0.83	0.73	0.83	
Demora uniforme d_{1i} (segundos/veh)	35.57	13.20	35.98	14.06	35.98	14.70	38.56	35.44	39.29	35.53	39.50	38.54	24.35	12.41	25.02	13.16	25.19	13.16	
Demora incremental d_{2i} (segundos/veh)	8.20	9.10	9.77	11.83	9.77	14.67	31.58	7.99	44.39	8.21	55.99	30.97	2.78	8.08	3.47	10.15	3.68	10.15	
Demora por cola inicial d_{3i} (segundos/veh)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Demora por grupo de carriles (segundos/veh)	43.78	22.30	45.75	25.90	45.75	29.38	70.13	43.42	83.68	43.75	95.49	69.51	27.13	20.49	28.48	23.30	28.87	23.30	
Nivel de servicio del grupo de carriles	D	C	D	C	D	C	E	D	F	D	F	F	C	B	C	B	C	C	
Demora por acceso (segundos/veh)	27.49		30.73		33.36		59.22		67.61		82.73		24.45		26.41		26.65		
Nivel de servicio de cada acceso	C		C		C		E		E		F		C		C		C		
Demora de toda la intersección																			
	TPDA2017						TPDA2018						TPDA2018 +CAMPUS						
Demora en toda la intersección (segundos/veh)	31.68						35.15						40.10						
Nivel de servicio de la intersección	C						C						D						

7. MEDIDAS DE MITIGACIÓN DEL IMPACTO CAUSADO

7.1. Medidas de Mitigación Recomendadas para el Parqueadero del Nuevo Campus Balzay

7.1.1. Oferta y Demanda

Sobre el funcionamiento del estacionamiento planificado en la infraestructura del nuevo Campus Balzay no existen problemas. Se ha determinado que las plazas de estacionamiento disponibles superarán la demanda en cualquiera de los dos métodos considerados en la sección 5.2

7.1.2. Análisis de Congestión

Sistema de Acceso al Nuevo Campus Balzay

Se determinó que la cola en el sistema de acceso será de al menos 1 vehículo, ver Tabla 5.2, si se tiene vehículos livianos con un largo aproximado de 4 metros, es necesario que antes del acceso se tuviesen libre al menos 8 metros. Por lo que se propone que el sistema de acceso este 8 metros después de la línea de fábrica del predio del nuevo Campus.

Cogestión en la Calle Víctor Albornoz

La calle Víctor Albornoz sufrirá de congestión, debido a la maniobra de giro a la izquierda que deben realizar los vehículos que lleguen en sentido Este – Oeste para ingresar al Campus. Lo que se debe hacer en la brevedad posible es la ampliación de la calle Víctor Albornoz, de tal manera que se pueda crear un carril de desaceleración para el giro a la derecha, también se debe considerar la implementación de un semáforo en la "L" que forma la calle Víctor Albornoz, con la Av. De los Cerezos, para evitar accidentes. Esta propuesta se la puede ver en el Anexo 6. Usando el software Synchro 8 se optimiza el ciclo y tiempos de los semáforos propuestos. El ciclo del semáforo debe ser de 90 segundos divididos como se ve en la Tabla 7.1, las fases se pueden ver gráficamente en la Figura 7-1

Tabla 7.1: Ciclo y fases óptimas para la medida de mitigación de la Calle Víctor Manuel Albornoz
Fuente: Micro simulación en Synchro 8

Fase N°	Tiempo (seg)		
	Verde	Amarillo	Rojo
1	67	3	20
2	20	3	67

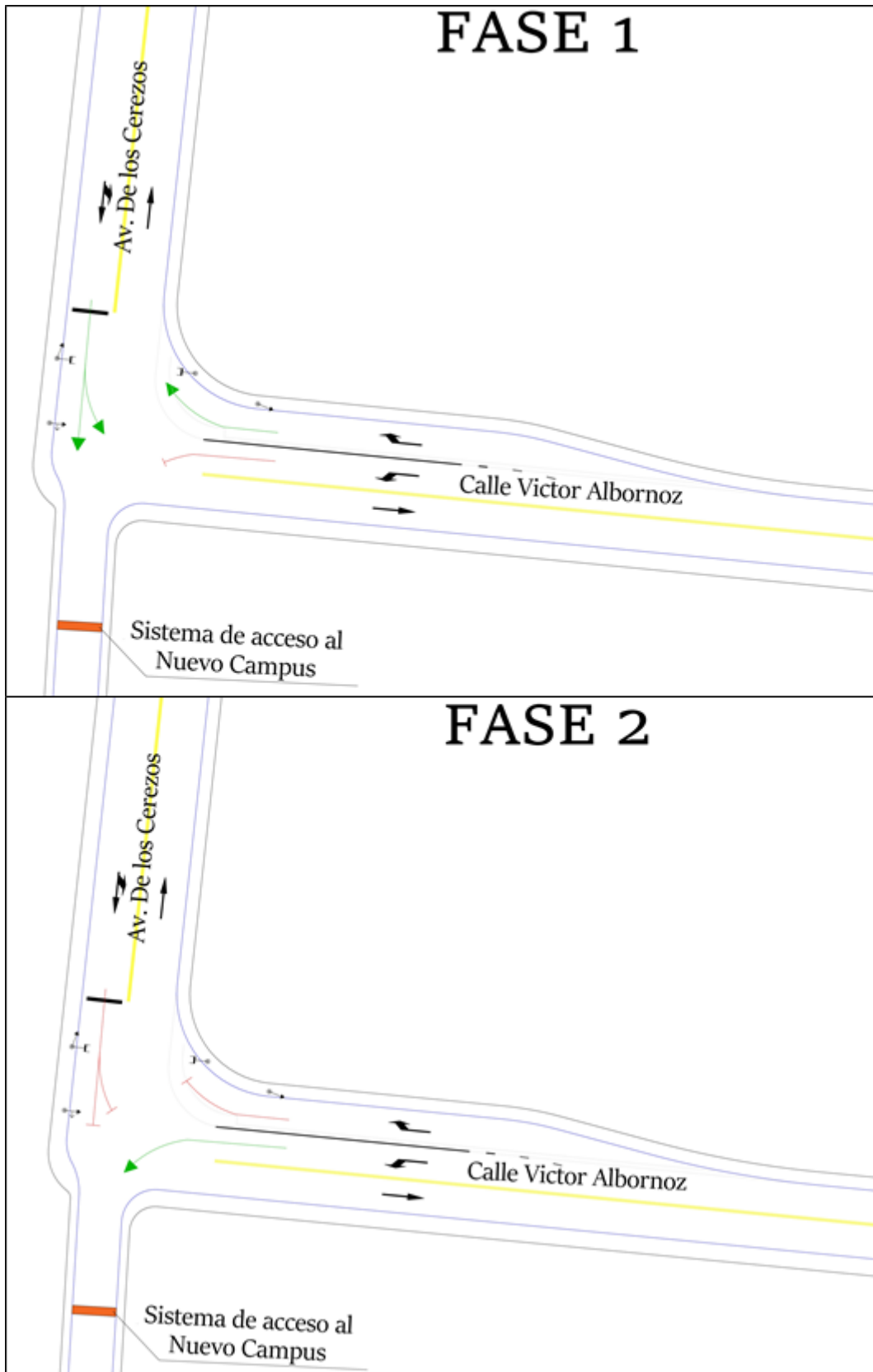


Figura 7-1: Esquemas de las fases del semáforo de la intersección Calle Víctor Manuel Albornoz y Av. De los Cerezos

7.2. Medidas de Mitigación para el Impacto en el Tránsito en las Intersecciones Analizadas.

7.2.1. Intersección: Av. Ordoñez Lasso y Av. De los Cerezos

Se propone la ampliación de un carril en los accesos Oeste, Este y Norte.

En los accesos Oeste y Este la calzada mide en 7.4 m cada una, al parecer se tenía pensado que estos 7.4 m funcionaran como tres carriles de 2.45 m cada uno, pero durante los días de aforo se observó que estos funcionan como dos carriles de 3.7 m. Esto se debe a que la demanda de giros no son lo suficientemente grandes para que se genere carriles exclusivos y a la apreciación del usuario que no encuentra comodidad con carriles de 2.45 m.

En el acceso E3 y E1, se propone es aumentar la calzada a 8.20 m con 3 carriles de 2.73 m y a 8.60 m con 3 carriles de 2.86 respectivamente, que a la apreciación de los usuarios será más cómodo. Se logra esta ampliación disminuyendo el ancho de las veredas. También se debe mejorar la señalización horizontal mediante el uso de chevrones.

En el acceso Norte se tiene un solo carril de 4 m. y se observó que existe una vereda con 3.72 metros de ancho del cuál 1.75 m del ancho está dispuesto como jardineras, lo que se propone es suprimir estas jardineras que no están siendo cuidadas y ampliar la calzada de tal manera que se tenga dos carriles de 2.85 cada uno.

Con lo propuesto se realiza el análisis del nivel de servicio para el TPDA₂₀₁₈ y el funcionamiento del nuevo Campus Balzay. En la Tabla 7.2 se muestra el módulo del nivel de servicio.

Tabla 7.2: Módulo del nivel de servicio con la adición de carriles para a intersección Av. Ordoñez Lasso y Av. De los Cerezos

Estación	E3	E1	E4	E2
Grupo de carriles	LTR	LTR	LTR	LTR
Flujo del Grupo v_l (veh/h)	1204	874	717	957
Relación de verde g_l/C	0.26	0.26	0.40	0.40
Capacidad del grupo de carriles C_l (veh/h)	1080	1138	1120	1225
Relación volumen a capacidad v_l/C_l	1.11	0.77	0.64	0.78
Demora uniforme d_1 (seg/veh)	52.00	48.13	33.87	36.65
Demora incremental d_2 (seg/veh)	64.61	5.00	2.81	3.15
Demora por cola inicial d_3 (seg/veh)	0.00	0.00	0.00	0.00
Demora por grupo de carriles (seg/veh)	116.61	53.13	36.68	39.80
Nivel de servicio del grupo de carriles	F	D	D	D
Demora por acceso (seg/veh)	116.61	53.13	36.68	39.80
Nivel de servicio de cada acceso	F	D	D	D
Demora en toda la intersección (seg/veh)	66.96			
Nivel de servicio de la intersección	D			

Se consigue un nivel de servicio D con una demora de 66.96 seg/veh, el carril Oeste sigue con nivel de servicio F pero ya con menor demora.

La alternativa es la mejor opción para mitigar el efecto del funcionamiento del nuevo Campus Balzay sobre la intersección. Se recomienda realizar un estudio de rediseño de la intersección.

En el Anexo 7 se puede ver con mayor detalle la propuesta de mitigación para la intersección Av. Ordoñez Lasso y Av. De los Cerezos

7.2.2. Intersección: General Escandón y Francisco Cisneros

Se propone impedir el giro a la izquierda del acceso Oeste, ya que este flujo es pequeño y puede desviarse hasta otras vías, con esto puede ser aprovechado el tiempo de verde para el acceso Oeste por el carril de flujo recto y giro a la derecha (TR) del acceso Este.

Aplicando lo mencionado, se presenta en la Tabla 7.4 el módulo del nivel de servicio. Se puede apreciar que el nivel de servicio se mantiene en D pero la demora disminuye de 42.63 seg/veh a 35.08 seg/veh.

Lo propuesto para esta intersección si disminuye la demora, pero al no ser parte de este trabajo de titulación el rediseño de intersecciones, no se cuenta con información topográfica y no se puede proponer el método para impedir el giro recomendado. Se recomienda realizar un estudio de rediseño de la intersección.

En el Anexo 8 se puede ver con mayor detalle la propuesta de mitigación para la intersección General Escandón y Francisco Cisneros

Tabla 7.3: Módulo del nivel de servicio con el giro a la izquierda del acceso Oeste impedido, para la intersección General Escandón y Francisco Cisneros

Estación	E3		E1		E4	
	LT	R	L	TH	LT	R
Grupo de carriles						
Flujo del Grupo v_i (veh/h)	247	765	337	360	949	635
Relación de verde g_i/C	0.23	0.66	0.23	0.48	0.42	0.66
Capacidad del grupo de carriles C_i (veh/h)	363	848	329	726	1305	765
Relación volumen a capacidad v_i/C_i	0.68	0.90	1.02	0.50	0.73	0.83
Demora uniforme $d_{1(seg/veh)}$	36.00	14.70	39.50	18.53	25.09	13.16
Demora incremental $d_{2(seg/veh)}$	9.88	14.67	55.99	2.41	3.57	10.15
Demora por cola inicial $d_{3(seg/veh)}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Demora por grupo de carriles (seg/veh)	45.88	29.38	95.49	20.94	28.67	23.30
Nivel de servicio del grupo de carriles	D	C	F	C	C	C
Demora por acceso (seg/veh)	33.41		56.98		26.52	
Nivel de servicio de cada acceso	C		E		C	
Demora en toda la intersección (seg/veh)	35.08					
Nivel de servicio de la intersección	D					

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este trabajo de titulación se obtuvo con un nivel de confianza de más del 97% la distribución modal que caracteriza a la movilidad de los estudiantes de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Facultad de Ingeniería y a los estudiantes de la Facultad de Ciencias Químicas. De los 3545 estudiantes matriculados en estas facultades en el período septiembre 2016 – febrero 2017 el 58.90% usa el transporte público, el 19.67% usan vehículos privados y el 17.72% caminan estos son los modos más usados y con un porcentaje menor se tiene el uso de motocicletas con el 0.86% de los estudiantes y el uso de bicicletas con el 2.85% de los estudiantes.

De las encuestas aplicadas se obtuvo el deseo de los estudiantes por cambiar sus modos de movilizarse y dejar de utilizar los transportes motorizados, especialmente bus y vehículo privado, de la que se obtuvo las siguientes conclusiones:

El 49.28% de los 3545 no ha considerado un cambio, la mayoría se siente cómodo movilizándose en bus o vehículo, mientras que el 10.03% de los estudiantes no lo hacen por la distancia de su domicilio a la Universidad, que a su vez implica un mayor tiempo de viaje.

Las preferencias de los estudiantes son las motocicletas y las bicicletas. La razón principal de que los estudiantes no puedan cambiar su modo de transporte es la económica, pero el 5.73% de los estudiantes ha expuesto que la razón de no cambiar un bus o vehículo por una bicicleta es la falta de ciclovías. Esto significa que si se implementará un buen sistema de ciclovías se estaría sacando del sistema viario al menos 45 vehículos y 3 buses. Esto tan solo de las facultades encuestadas, sabiendo que muchos ciudadanos particulares se sumarian a estas ciclovías dejando sus vehículos en casa o evitando el uso del transporte público.

La inseguridad también es una razón importante para no cambiar de modo de transporte, los estudiantes no caminan por miedo a ser asaltados y no traen sus bicicletas por que han escuchado de algunos robos dentro del Campus Central.

El número de viajes que puede generar el nuevo campus Balzay al día son: del personal administrativo y docentes 275 vehículos livianos/día, de los estudiantes son 35 buses/día, 634 vehículos livianos/día, 31 motocicletas /día, 101 bicicletas/día y 628 peatones/día. Entre las limitaciones de este trabajo de titulación esta que no se pudo obtener la tasa de estudiantes que asisten dos o más veces al día hasta Campus. Se ha determinado que el nuevo Campus Balzay generará dos horas pico en el día, en la mañana un período de 7:00 am



a 7:45 am y en la tarde de 2:30 a 3:30 en la tarde. En la mañana se ha determinado un flujo de aproximadamente 206 vehículos livianos y 9 buses en la hora pico que se sumarán al flujo del sistema viario alrededor del Campus.

Son un total de 909 vehículos livianos/día que estarán en busca de un lugar de parqueo, lo que representa un total de 317 cajones de parqueo, con un tiempo de parqueo de 4 horas por vehículo por cajón. El edificio de estacionamiento del nuevo Campus Balzay contará con 300 cajones de parqueo y un adicional que cubre el sector administrativo, por lo tanto el estacionamiento del nuevo Campus Balzay es suficiente para abarcar con la demanda de 909 vehículos.

En los alrededores del Campus se ha diagnosticado, la necesidad inmediata de mejorar geoméricamente la intersección Av. Ordoñez Lasso y Av. De los Cerezos, con una ampliación de los carriles en los accesos Norte, Este y Oeste. Esta intersección genera mucho tiempo de demora aun sin el funcionamiento del Nuevo Campus. Se propone como un futuro trabajo de titulación.

También la necesidad de mejorar el nivel de servicio en el acceso Este de la intersección General Escandón y Francisco Cisneros. Esta intersección actualmente tiene un buen nivel de servicio pero con el funcionamiento del nuevo Campus se ve afectado el acceso Este. Se propone impedir el giro a la izquierda del acceso Oeste, para permitir un tiempo de verde más largo para el tráfico que pasa directo o gira a la derecha del acceso Este. Se propone el rediseño como un futuro trabajo de titulación.

La maniobra de giro para el ingreso de los vehículos al nuevo Campus Balzay, es impedida por el tráfico que pasa en sentido O-E en la Calle Víctor Albornoz, se diagnosticó la necesidad del rediseño geométrico de la Calle Víctor Albornoz, ampliando el número de carriles y con la construcción de un carril adicional para el giro a la derecha, también es necesario la implementación de un semáforo con un ciclo de 90 segundos y 2 fases, que permita realizar la maniobra de manera segura y evitar accidentes.

En el sistema del acceso debe estar ubicado a 8 metros de la línea de fábrica del predio del nuevo Campus en la calle Víctor Albornoz, ya que se prevé una cola de al menos 1 vehículo o se puede implementar un sistema con un tiempo de servicio menor a 10 segundos con lo que se tiene una cola de 0 vehículos.



BIBLIOGRAFÍA

Red Ibero-Americana de Estudio de Polos Generadores de Viajes (2015)

Association, A. P. (2010). *The dimensions of parking. Washington, DC: Urban Land Institute and National Parking Association.*

Cal y Mayor, R., & Cárdenas, J. (2006). *Ingeniería de tránsito, fundamentos y aplicaciones* (8va Edició). Mexico DF: Alfaomega.

HCM. (2010). HCM 2010. *Washington, DC: Transportation Research Board.*

Mondejar, L. (2015). *Estudio de generación de viajes, estacionamientos e impacto de tránsito en un centro comercial.*

Plan de Movilidad y Espacios Público – Tomo I (PMEP)(2016)

Portal Web del Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC)

Portal Web de la Universidad de Cuenca (UDC)

Murray R. Spiegle (2000). *Estadística*. Segunda Edición, McGraw-Hill

Romero J., Toledo C. (2017). *Análisis de la intersección entre la Av. De las Américas y Ruta Machángara, con posible mejoramiento vial*, Universidad de Cuenca, Cuenca


Burgos M., Loayza J. (2016). *Efectos de los Desplazamientos realizados en diferentes modos de transporte terrestre procedente de las parroquias Chaucha, Sinincay y El Valle*, Universidad de Cuenca, Cuenca

ANEXOS

Anexo 1

Formato de la encuesta aplicada a los estudiantes de las facultades de
Arquitectura, Ingeniería y Química

UNIVERSIDAD DE CUENCA


 FACULTAD DE INGENIERÍA
 INGENIERÍA CIVIL

Instrucciones: Marcar con una X sus respuestas. Responder con letra clara. Preguntar al encuestador cualquier duda que se presente.

Facultad: Arquitectura Ingeniería Química Otro

Sexo: M F **Edad:** _____

1. ¿En qué parroquia o sector de la ciudad reside?

2. ¿Cuál es el modo de transporte que usa con más frecuencia para hacer el trayecto casa-universidad? (indique la frecuencia de uso)

MODO	FRECUENCIA POR SEMANA
BUS	
VEHICULO	
MOTO	
BICICLETA	
CAMINATA	
OTROS	
Total	5

3. En caso de utilizar vehículo propio. ¿Dispone del servicio de estacionamiento dentro de la universidad?

Sí No

4. En caso de no parquear dentro de la universidad ¿Cuál es el costo diario por estacionar fuera de la Universidad?

Ninguno <= \$5,00 entre \$5,00 a \$10 >\$10

5. Si usted usa transporte motorizado (bus, carro o taxi). ¿Estaría dispuesto a cambiar su modo de transporte? ¿A cuál cambiaría?

Moto Caminata Bicicleta Otros No lo he considerado

Explique: _____

6. Si usted está dispuesto a cambiar su modo de transporte. ¿Por qué no lo ha hecho?

Explique: _____



Anexo 2

Formatos que se utilizaron para aforos en los accesos del Campus Central

UNIVERSIDAD DE CUENCA - FACULTAD DE INGENIERÍA - ESCUELA CIVIL												
ESTUDIO DE TRÁFICO : ESTACIONAMIENTOS												
SALIDA: _____						ENCUESTADOR: _____						
HORA INICIO: _____				HORA FINAL: _____				FECHA: _____				
Hora entrada	Placa	Facultad							Sector			Observación
-	-	Arqui	Econ	Filo	Juris	Inge	Quím	Psico	Adm	Doce	Estud	
-	-	Arqui	Econ	Filo	Juris	Inge	Quím	Psico	Adm	Doce	Estud	
-	-	Arqui	Econ	Filo	Juris	Inge	Quím	Psico	Adm	Doce	Estud	
-	-	Arqui	Econ	Filo	Juris	Inge	Quím	Psico	Adm	Doce	Estud	
-	-	Arqui	Econ	Filo	Juris	Inge	Quím	Psico	Adm	Doce	Estud	
-	-	Arqui	Econ	Filo	Juris	Inge	Quím	Psico	Adm	Doce	Estud	
-	-	Arqui	Econ	Filo	Juris	Inge	Quím	Psico	Adm	Doce	Estud	
-	-	Arqui	Econ	Filo	Juris	Inge	Quím	Psico	Adm	Doce	Estud	
-	-	Arqui	Econ	Filo	Juris	Inge	Quím	Psico	Adm	Doce	Estud	

UNIVERSIDAD DE CUENCA - FACULTAD DE INGENIERÍA - ESCUELA CIVIL												
ESTUDIO DE TRÁFICO : ESTACIONAMIENTOS												
ACCESO: _____						ENCUESTADOR: _____						
HORA INICIO: _____				HORA FINAL: _____				FECHA: _____				
Hora	Placa	Observación										
-	-											
-	-											
-	-											
-	-											
-	-											
-	-											
-	-											
-	-											
-	-											



Anexo 3

Formatos que se utilizaron para aforos en las intersecciones alrededor del Nuevo Campus Balzay

UNIVERSIDAD DE CUENCA - FACULTAD DE INGENIERÍA - ESCUELA CIVIL											
ESTUDIO DE TRÁFICO : CENSO VOLUMÉTRICO CLASIFICADO											
ESTACION N°				ENCUESTADOR:							
VÍA:				FECHA:							
SENTIDO:				HORA INICIO:	HORA FIN:						
HORAS	LIVIANOS					BUSES			Trailer	Motos	Bicicletas
	2 o + Ejes		3 EJES			2 o + Ejes		3 EJES			
7h00 a 7h15											
7h15 a 7h30											
7h30 a 7h45											
7h45 a 8h00											
8h00 a 8h15											
8h15 a 8h30											
8h30 a 8h45											
8h45 a 9h00											
9h00 a 9h15											
9h15 a 9h30											
9h30 a 9h45											
9h45 a 10h00											
10h00 a 10h15											
10h15 a 10h30											
10h30 a 10h45											
10h45 a 11h00											
11h00 a 11h15											

UNIVERSIDAD DE CUENCA - FACULTAD DE INGENIERÍA - ESCUELA CIVIL														
ESTUDIO DE TRÁFICO : CENSO VOLUMÉTRICO CLASIFICADO, GIROS														
ESTACION N°				ENCUESTADOR:										
VÍA:				FECHA:										
SENTIDO:				HORA INICIO:	HORA FIN:									
HORAS	GIRO A LA IZQUIERDA					Motos	Bicicleta	GIRO A LA DERECHA					Motos	Bicicleta
	LIVIANOS	BUSES		CAMIONES				LIVIANOS	BUSES		CAMIONES			
7h00 a 7h15														
7h15 a 7h30														
7h30 a 7h45														
7h45 a 8h00														
8h00 a 8h15														
8h15 a 8h30														
8h30 a 8h45														
8h45 a 9h00														
9h00 a 9h15														
9h15 a 9h30														
9h30 a 9h45														
9h45 a 10h00														
10h00 a 10h15														
10h15 a 10h30														
10h30 a 10h45														
10h45 a 11h00														
11h00 a 11h15														
11h15 a 11h30														
11h30 a 11h45														
11h45 a 12h00														
12h00 a 12h15														
12h15 a 12h30														
12h30 a 12h45														
12h45 a 13h00														
13h00 a 13h15														
13h15 a 13h30														
13h30 a 13h45														

UNIVERSIDAD DE CUENCA - FACULTAD DE INGENIERÍA - ESCUELA CIVIL		
ESTUDIO DE TRÁFICO : CENSO PEATONAL		
ESTACION N°		
VÍA:		
SENTIDO:		
	ENCUESTADOR:	
	FECHA:	
	HORA INICIO:	HORA FIN:
HORAS	PEATONES N-S/O-E	PEATONES S-N/E-O
7h00 a 7h15		
7h15 a 7h30		
7h30 a 7h45		
7h45 a 8h00		
8h00 a 8h15		
8h15 a 8h30		
8h30 a 8h45		
8h45 a 9h00		
9h00 a 9h15		
9h15 a 9h30		
9h30 a 9h45		
9h45 a 10h00		
10h00 a 10h15		
10h15 a 10h30		
10h30 a 10h45		
10h45 a 11h00		

Anexo 4

Modelo logístico para determinar tasas de crecimiento vehicular

Año	Ts= 300		a= 119.576		b= -0.060		Livianos ajustados
	Población Urbana	Vehículos Livianos	Tm	$(a + bt) = \ln\left(\frac{T_s}{T_m} - 1\right)$	Y	Tm	
1971	91098	3173	34.83	2.03	1.68	47.01	4283
1972	95353	3661	38.39	1.92	1.62	49.43	4713
1973	99808	4150	41.58	1.83	1.56	51.95	5185
1974	104470	4638	44.40	1.75	1.50	54.56	5701
1975	109520	5710	52.14	1.56	1.44	57.29	6274
1976	114814	6588	57.38	1.44	1.38	60.11	6902
1977	120364	8106	67.35	1.24	1.32	63.04	7588
1978	126182	8877	70.35	1.18	1.26	66.07	8337
1979	132281	11193	84.62	0.93	1.20	69.20	9154
1980	138675	11632	83.88	0.95	1.14	72.43	10045
1981	145379	12070	83.02	0.96	1.08	75.77	11016
1982	152406	17169	112.65	0.51	1.03	79.21	12072
1983	157172	16311	103.78	0.64	0.97	82.74	13006
1984	162088	15453	95.34	0.76	0.91	86.38	14001
1985	167157	17172	102.73	0.65	0.85	90.10	15062
1986	172384	18890	109.58	0.55	0.79	93.92	16190
1987	177775	20269	114.01	0.49	0.73	97.82	17390
1988	183335	21649	118.08	0.43	0.67	101.80	18664
1989	189068	23028	121.80	0.38	0.61	105.86	20016
1990	194981	20648	105.90	0.61	0.55	109.99	21447
1991	201330	19768	98.19	0.72	0.49	114.19	22991
1992	207885	18888	90.86	0.83	0.43	118.45	24625
1993	214654	22234	103.58	0.64	0.37	122.77	26353
1994	221644	21940	98.99	0.71	0.31	127.13	28177
1995	228861	25658	112.11	0.52	0.25	131.53	30102
1996	236313	27067	114.54	0.48	0.19	135.96	32130
1997	244007	30957	126.87	0.31	0.13	140.42	34264
1998	251952	31006	123.06	0.36	0.07	144.89	36507
1999	260156	35703	137.24	0.17	0.01	149.38	38862
2000	268627	42924	159.79	-0.13	-0.05	153.86	41332
2001	277374	44586	160.74	-0.14	-0.11	158.34	43920
2002	286406	44282	154.61	-0.06	-0.17	162.80	46629
2003	295731	52737	178.33	-0.38	-0.23	167.25	49460
2004	305361	56664	185.56	-0.48	-0.29	171.66	52417
2005	315304	63779	202.28	-0.73	-0.35	176.03	55503
2006	325570	71180	218.63	-0.99	-0.41	180.36	58719
2007	336171	71206	211.81	-0.88	-0.47	184.63	62068
2008	347117	71232	205.21	-0.77	-0.53	188.85	65552



2009	358420	71599	199.76	-0.69	-0.59	193.00	69175
2010	370090	71965	194.45	-0.61	-0.65	197.08	72938
2011	382141	78243	204.75	-0.77	-0.71	201.09	76843
2012	394584	79906	202.51	-0.73	-0.77	205.01	80894
2013	407432	79567	195.29	-0.62	-0.83	208.85	85092
2014	420698	84176	200.09	-0.69	-0.89	212.60	89441
2015	434397	89864	206.87	-0.80	-0.95	216.26	93942
2016	448541	85961	191.65	-0.57	-1.01	219.82	98599
2017	463146				-1.07	223.29	103414
2018	478227				-1.13	226.65	108391
2019	493798				-1.19	229.91	113532
2020	509877				-1.25	233.08	118840
2021	526479				-1.31	236.13	124320
2022	543622				-1.37	239.09	129975
2023	561323				-1.43	241.94	135808
2024	579600				-1.49	244.69	141823
2025	598472				-1.55	247.34	148026
2026	617959				-1.61	249.89	154419
2027	638081				-1.67	252.33	161009
2028	658858				-1.73	254.68	167800
2029	680311				-1.79	256.94	174796
2030	702462				-1.85	259.09	182005
2031	725335				-1.91	261.16	189431
2032	748953				-1.97	263.14	197080
2033	773340				-2.03	265.03	204959
2034	798521				-2.09	266.84	213075
2035	824521				-2.15	268.56	221434
2036	851369				-2.20	270.20	230044
2037	879090				-2.26	271.77	238912
2038	907690				-2.32	273.26	-2.324449

Anexos 5

Conteo volumétrico clasificado de la intersección Av. Ordoñez Lasso y Av. De los Cerezos

Miércoles

Periodo			E1	E2	E3	E4	Total vehículos mixtos
07:00	a	07:15	132	118	111	76	437
07:15	a	07:30	102	112	186	95	495
07:30	a	07:45	134	123	200	120	577
07:45	a	08:00	102	150	176	99	527
08:00	a	08:15	115	110	153	95	473
08:15	a	08:30	89	110	173	88	460
08:30	a	08:45	92	106	166	84	448
08:45	a	09:00	102	90	160	105	457
09:00	a	09:15	97	125	149	85	456
09:15	a	09:30	103	112	158	75	448
09:30	a	09:45	105	114	121	99	439
09:45	a	10:00	105	88	119	94	406
10:00	a	10:15	88	100	130	68	386
10:15	a	10:30	98	116	121	82	417
10:30	a	10:45	100	99	113	82	394
10:45	a	11:00	112	93	121	84	410
11:00	a	11:15	104	82	115	92	393
11:15	a	11:30	103	80	135	58	376
11:30	a	11:45	104	93	111	74	382
11:45	a	12:00	91	89	138	99	417
12:00	a	12:15	116	117	142	85	460
12:15	a	12:30	102	89	167	83	441
12:30	a	12:45	155	112	139	54	460
12:45	a	13:00	115	82	124	89	410
13:00	a	13:15	126	104	113	156	499
13:15	a	13:30	132	65	126	123	446
13:30	a	13:45	130	100	114	121	465
13:45	a	14:00	119	116	118	101	454
14:00	a	14:15	69	117	100	105	391
14:15	a	14:30	86	104	154	124	468
14:30	a	14:45	127	120	141	99	487
14:45	a	15:00	100	95	173	94	462
15:00	a	15:15	122	133	155	74	484
15:15	a	15:30	113	107	143	79	442
15:30	a	15:45	122	107	143	62	434

15:45	a	16:00	110	115	121	85	431
16:00	a	16:15	117	87	136	73	413
16:15	a	16:30	139	98	110	83	430
16:30	a	16:45	107	113	104	75	399
16:45	a	17:00	120	99	102	68	389
17:00	a	17:15	98	134	117	90	439
17:15	a	17:30	99	105	146	134	484
17:30	a	17:45	113	98	131	128	470
17:45	a	18:00	108	113	131	120	472
18:00	a	18:15	90	106	136	112	444
18:15	a	18:30	120	109	140	113	482
18:30	a	18:45	119	85	120	130	454
18:45	a	19:00	131	103	121	120	475

Jueves

Periodo			E1	E2	E3	E4	Total vehículos mixtos
07:00	a	07:15	68	116	107	82	373
07:15	a	07:30	120	94	162	112	488
07:30	a	07:45	113	138	186	116	553
07:45	a	08:00	93	115	173	79	460
08:00	a	08:15	98	127	181	91	497
08:15	a	08:30	100	113	179	91	483
08:30	a	08:45	94	108	109	61	372
08:45	a	09:00	89	113	139	83	424
09:00	a	09:15	107	92	157	67	423
09:15	a	09:30	90	97	149	73	409
09:30	a	09:45	101	106	117	84	408
09:45	a	10:00	97	94	141	69	401
10:00	a	10:15	85	106	155	73	419
10:15	a	10:30	92	93	96	63	344
10:30	a	10:45	88	97	116	75	376
10:45	a	11:00	103	86	137	96	422
11:00	a	11:15	71	97	122	71	361
11:15	a	11:30	80	73	97	72	322
11:30	a	11:45	78	102	105	75	360
11:45	a	12:00	84	93	102	66	345
12:00	a	12:15	105	83	130	84	402
12:15	a	12:30	100	114	127	102	443
12:30	a	12:45	96	101	123	76	396
12:45	a	13:00	129	112	122	107	470
13:00	a	13:15	146	89	117	90	442

13:15	a	13:30	101	83	101	89	374
13:30	a	13:45	137	95	112	126	470
13:45	a	14:00	114	96	139	76	425
14:00	a	14:15	104	119	98	86	407
14:15	a	14:30	145	86	137	75	443
14:30	a	14:45	85	101	150	92	428
14:45	a	15:00	86	111	161	84	442
15:00	a	15:15	104	108	140	89	441
15:15	a	15:30	91	80	140	98	409
15:30	a	15:45	95	97	158	68	418
15:45	a	16:00	100	119	99	89	407
16:00	a	16:15	130	97	99	74	400
16:15	a	16:30	107	105	121	97	430
16:30	a	16:45	89	113	136	89	427
16:45	a	17:00	71	96	108	81	356
17:00	a	17:15	97	136	142	127	502
17:15	a	17:30	103	116	158	94	471
17:30	a	17:45	98	106	137	100	441
17:45	a	18:00	95	95	146	91	427
18:00	a	18:15	115	100	121	95	431
18:15	a	18:30	126	74	112	150	462
18:30	a	18:45	103	96	123	97	419
18:45	a	19:00	149	144	102	137	532

Conteo volumétrico clasificado de la intersección General Escandón y Francisco Cisneros

Miércoles

Periodo	E1	E2	E3	E4	Total vehículos mixtos
07:00 a 07:15	93	0	163	174	430
07:15 a 07:30	93	0	170	200	463
07:30 a 07:45	91	0	167	265	523
07:45 a 08:00	89	0	142	252	483
08:00 a 08:15	78	0	149	213	440
08:15 a 08:30	73	0	151	226	450
08:30 a 08:45	73	0	137	214	424
08:45 a 09:00	86	0	114	218	418
09:00 a 09:15	68	0	111	192	371
09:15 a 09:30	84	0	119	194	397
09:30 a 09:45	78	0	103	185	366
09:45 a 10:00	88	0	101	239	428
10:00 a 10:15	72	0	92	207	371

10:15	a	10:30	75	0	103	165	343
10:30	a	10:45	78	0	87	170	335
10:45	a	11:00	84	0	80	200	364
11:00	a	11:15	70	0	106	202	378
11:15	a	11:30	72	0	90	185	347
11:30	a	11:45	83	0	104	183	370
11:45	a	12:00	76	0	119	191	386
12:00	a	12:15	83	0	125	204	412
12:15	a	12:30	91	0	120	199	410
12:30	a	12:45	90	0	109	155	354
12:45	a	13:00	93	0	150	179	422
13:00	a	13:15	98	0	108	195	401
13:15	a	13:30	85	0	156	161	402
13:30	a	13:45	86	0	118	165	369
13:45	a	14:00	89	0	97	179	365
14:00	a	14:15	90	0	114	202	406
14:15	a	14:30	80	0	105	203	388
14:30	a	14:45	79	0	118	211	408
14:45	a	15:00	79	0	105	215	399
15:00	a	15:15	83	0	111	198	392
15:15	a	15:30	76	0	92	159	327
15:30	a	15:45	83	0	99	161	343
15:45	a	16:00	76	0	102	190	368
16:00	a	16:15	81	0	104	176	361
16:15	a	16:30	86	0	101	184	371
16:30	a	16:45	83	0	85	173	341
16:45	a	17:00	83	0	103	182	368
17:00	a	17:15	86	0	124	178	388
17:15	a	17:30	76	0	113	201	390
17:30	a	17:45	85	0	134	207	426
17:45	a	18:00	92	0	120	140	352
18:00	a	18:15	92	0	104	206	402
18:15	a	18:30	77	0	152	183	412
18:30	a	18:45	84	0	151	169	404
18:45	a	19:00	86	0	138	162	386

Jueves

Periodo			E1	E2	E3	E4	Total vehículos mixtos
07:00	a	07:15	88	0	143	171	402
07:15	a	07:30	92	0	129	182	403
07:30	a	07:45	74	0	103	276	453
07:45	a	08:00	77	0	120	235	432
08:00	a	08:15	64	0	117	197	378
08:15	a	08:30	74	0	104	207	385
08:30	a	08:45	67	0	92	193	352
08:45	a	09:00	63	0	94	186	343
09:00	a	09:15	76	0	91	171	338
09:15	a	09:30	77	0	107	173	357
09:30	a	09:45	71	0	94	148	313
09:45	a	10:00	65	0	104	166	335
10:00	a	10:15	64	0	98	178	340
10:15	a	10:30	74	0	96	186	356
10:30	a	10:45	73	0	109	183	365
10:45	a	11:00	69	0	92	155	316
11:00	a	11:15	70	0	84	171	325
11:15	a	11:30	76	0	84	165	325
11:30	a	11:45	74	0	84	150	308
11:45	a	12:00	89	0	96	171	356
12:00	a	12:15	86	0	102	153	341
12:15	a	12:30	79	0	112	172	363
12:30	a	12:45	78	0	117	151	346
12:45	a	13:00	73	0	105	146	324
13:00	a	13:15	91	0	125	160	376
13:15	a	13:30	89	0	123	153	365
13:30	a	13:45	88	0	127	141	356
13:45	a	14:00	76	0	102	140	318
14:00	a	14:15	66	0	96	159	321
14:15	a	14:30	79	0	102	161	342
14:30	a	14:45	68	0	100	168	336
14:45	a	15:00	74	0	107	153	334
15:00	a	15:15	83	0	105	193	381
15:15	a	15:30	74	0	109	164	347
15:30	a	15:45	70	0	102	178	350
15:45	a	16:00	72	0	114	183	369
16:00	a	16:15	68	0	104	144	316
16:15	a	16:30	81	0	97	192	370
16:30	a	16:45	67	0	123	161	351
16:45	a	17:00	80	0	100	152	332
17:00	a	17:15	73	0	101	144	318



17:15	a	17:30	78	0	137	156	371
17:30	a	17:45	75	0	116	171	362
17:45	a	18:00	79	0	108	158	345
18:00	a	18:15	72	0	125	168	365
18:15	a	18:30	81	0	111	173	365
18:30	a	18:45	72	0	130	164	366
18:45	a	19:00	85	0	139	146	370

Anexo 6

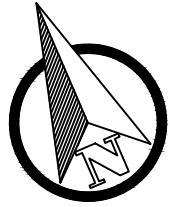
Esquema de medida de mitigación del impacto en la Calle Víctor Manuel Albornoz

Anexo 7

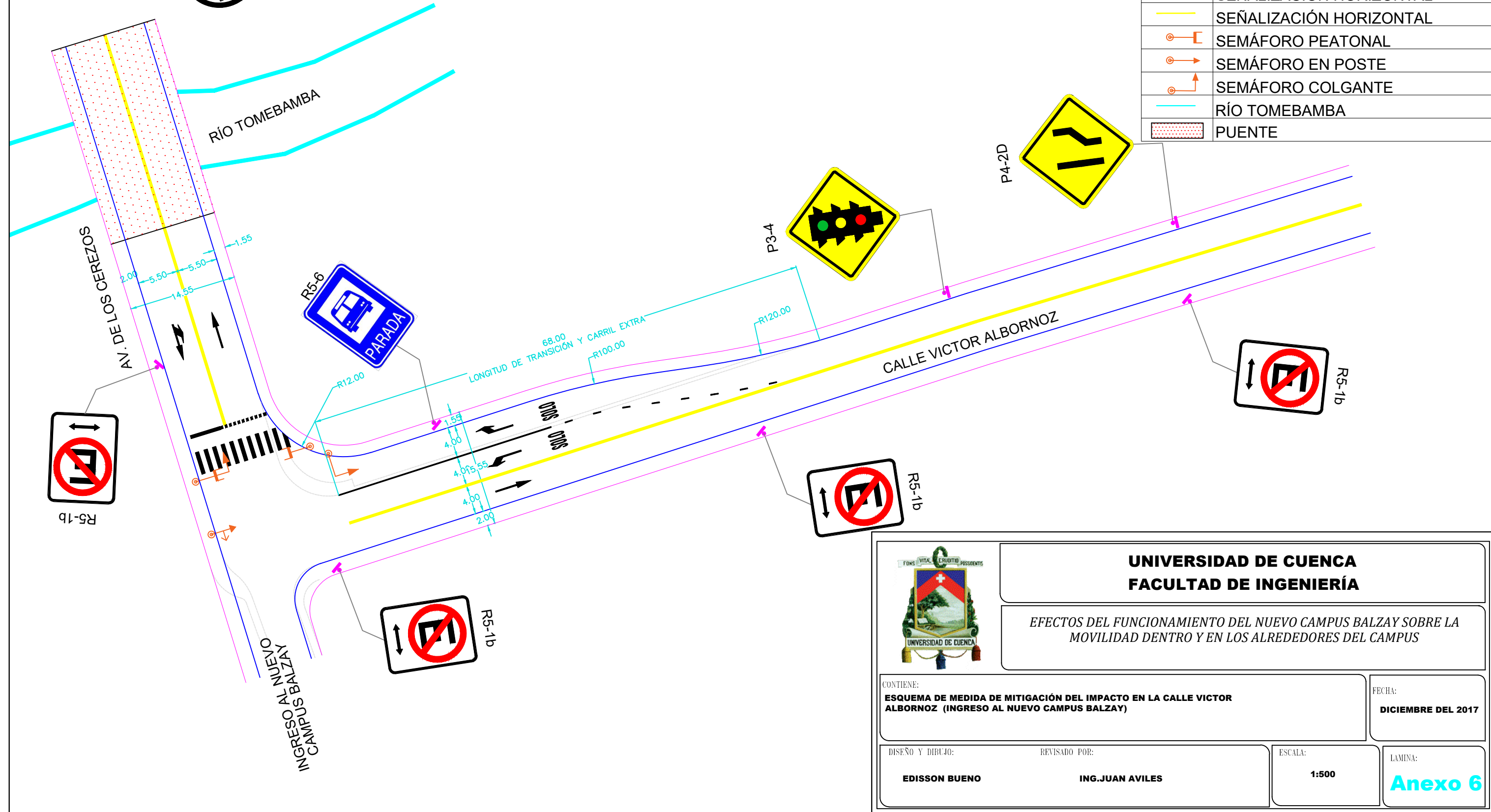
Esquema de medida de mitigación del impacto en la intersección Av. Ordoñez Lasso y Av. De Los Cerezos


Anexo 8

Esquema de mitigación del impacto en la intersección General Escandón y Francisco Cisneros



SIMBOLOGIA	
	BORDILLO PROPUESTO
	BORDILLO ACTUAL
	LÍNEA DE FABRICA
	SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL
	SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL
	SEMÁFORO PEATONAL
	SEMÁFORO EN POSTE
	SEMÁFORO COLGANTE
	RÍO TOMBAMBA
	PUENTE





FORN VITA ERIGITIO POSSIDENTIS
UNIVERSIDAD DE CUENCA

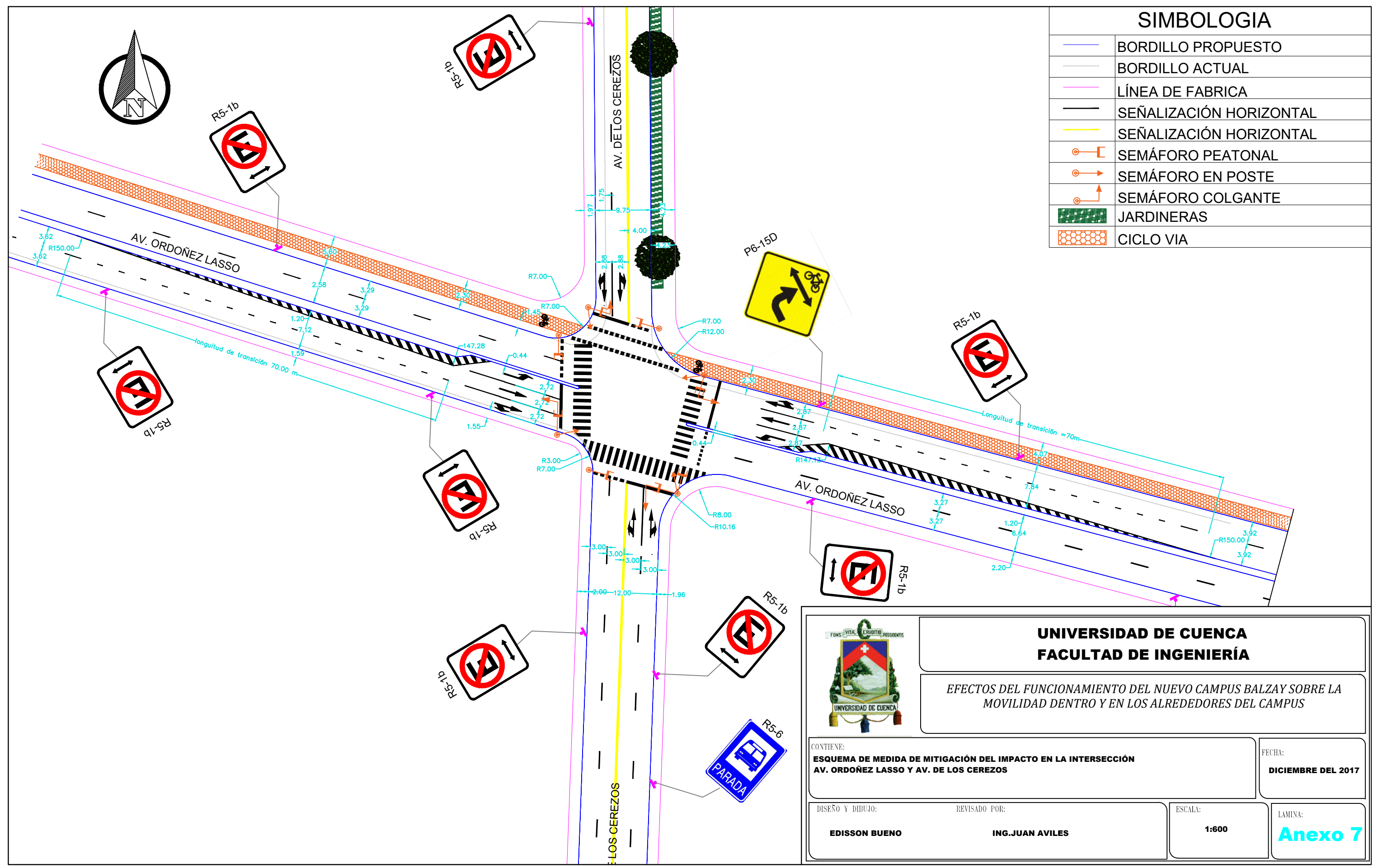
UNIVERSIDAD DE CUENCA
FACULTAD DE INGENIERÍA

EFEITOS DEL FUNCIONAMIENTO DEL NUEVO CAMPUS BALZAY SOBRE LA MOVILIDAD DENTRO Y EN LOS ALREDEDORES DEL CAMPUS

CONTIENE: ESQUEMA DE MEDIDA DE MITIGACIÓN DEL IMPACTO EN LA CALLE VICTOR ALBORNOZ (INGRESO AL NUEVO CAMPUS BALZAY)		FECHA: DICIEMBRE DEL 2017
DISEÑO Y DIBUJO: EDISSON BUENO	REVISADO POR: ING. JUAN AVILES	ESCALA: 1:500
		LAMINA: Anexo 6

SIMBOLOGIA

	BORDILLO PROPUESTO
	BORDILLO ACTUAL
	LÍNEA DE FABRICA
	SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL
	SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL
	SEMÁFORO PEATONAL
	SEMÁFORO EN POSTE
	SEMÁFORO COLGANTE
	JARDINERAS
	CICLO VIA



UNIVERSIDAD DE CUENCA
FACULTAD DE INGENIERÍA

EFFECTOS DEL FUNCIONAMIENTO DEL NUEVO CAMPUS BALZAY SOBRE LA MOVILIDAD DENTRO Y EN LOS ALREDEDORES DEL CAMPUS

CONTIENE:
ESQUEMA DE MEDIDA DE MITIGACIÓN DEL IMPACTO EN LA INTERSECCIÓN AV. ORDOÑEZ LASSO Y AV. DE LOS CEREZOS

FECHA:
DICIEMBRE DEL 2017

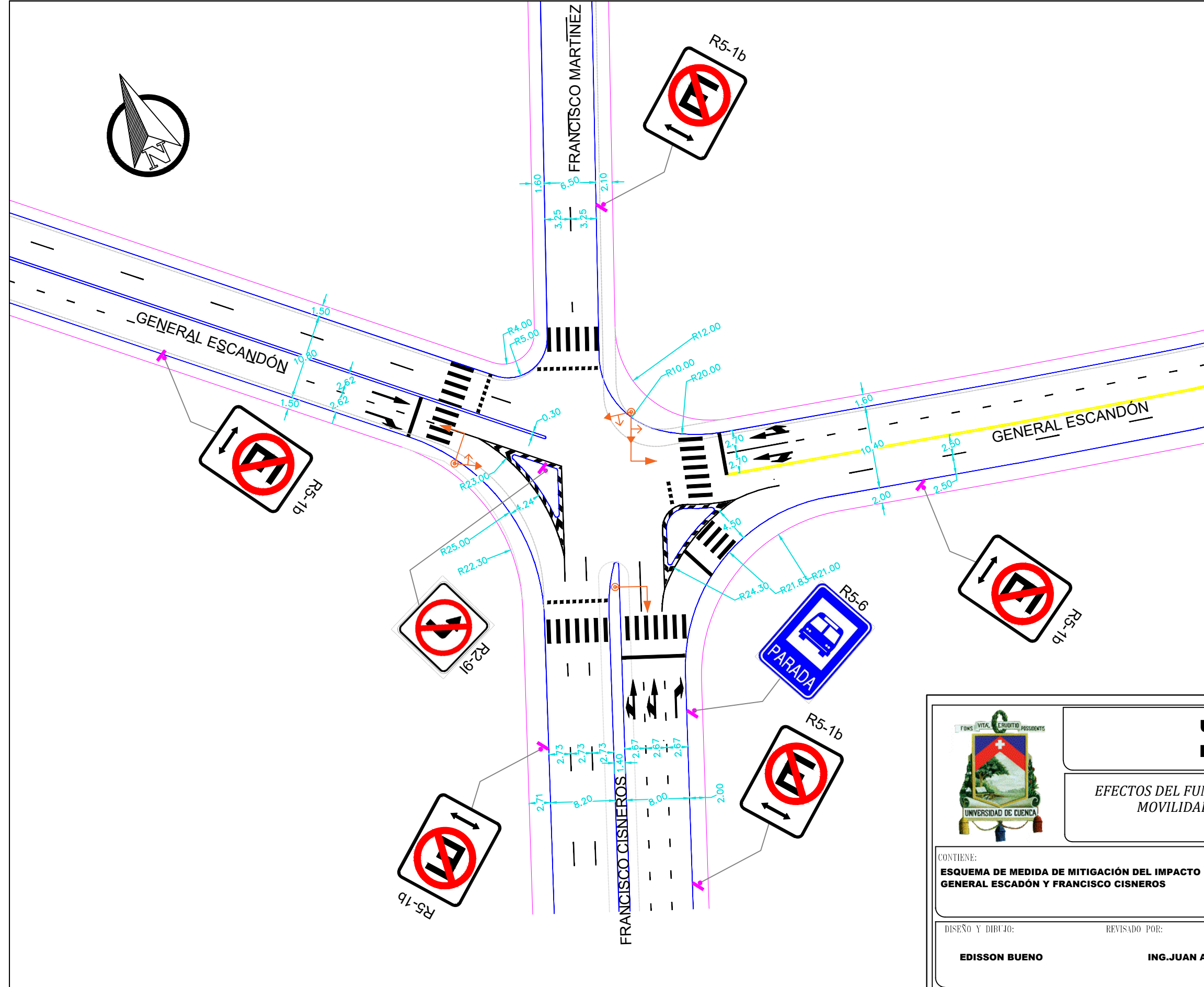
DISEÑO Y DIBUJO:
EDISSON BUENO


REVISADO POR:
ING. JUAN AVILES

ESCALA:
1:600

LAMINA:
Anexo 7

SIMBOLOGIA	
	BORDILLO PROPUESTO
	BORDILLO ACTUAL
	LÍNEA DE FABRICA
	SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL
	SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL
	SEMÁFORO PEATONAL
	SEMÁFORO EN POSTE
	SEMÁFORO COLGANTE





UNIVERSIDAD DE CUENCA
FACULTAD DE INGENIERÍA

EFEITOS DEL FUNCIONAMIENTO DEL NUEVO CAMPUS BALZAY SOBRE LA MOVILIDAD DENTRO Y EN LOS ALREDEDORES DEL CAMPUS

CONTIENE: ESQUEMA DE MEDIDA DE MITIGACIÓN DEL IMPACTO EN LA INTERSECCIÓN GENERAL ESCANDÓN Y FRANCISCO CISNEROS		FECHA: DICIEMBRE DEL 2017
DISEÑO Y DIBUJO: EDISSON BUENO	REVISADO POR: ING. JUAN AVILES	ESCALA: 1:500
		LAMINA: Anexo 8