



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS:

ANÁLISIS GEOMÉTRICO Y OPERACIONAL DE LA CONEXIÓN
ENTRE LA AV. EVITAMIENTO Y LA AV. VELASCO ASTETE Y
PROPUESTA DE SOLUCIÓN - 2020

Presentado por:

Vargas Cuito, Yohuan

Copacondori Muña, Edgar

Para optar al Título Profesional de Ingeniero
Civil

Asesor:

Mgt. Ing. Jean F. Pérez Montesinos

CUSCO – PERÚ

2020



DEDICATORIA

El presente trabajo lo dedico principalmente a Dios, por ser el inspirador y por darme fuerzas para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A mis padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, a mis hermanos por su apoyo incondicional, a mi familia y amigos que me aconsejaron, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí. Con mucho cariño, les dedico todo mi esfuerzo y trabajo puesto para la realización de esta tesis.

Yohuan

Esta investigación por el esfuerzo y la dedicación puesta está dedicada a mi familia, en especial a mis padres, hermanos y sobrinos por los consejos, las palabras de aliento y el buen ejemplo que me dieron para el desarrollo de mi formación personal y profesional.

Edgar



AGRADECIMIENTO

A nuestros docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Andina del Cusco, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de mi formación profesional, de manera especial agradecer al Mgt. Ing. Jean F. Pérez Montesinos por aceptar la tutoría de esta tesis de investigación quien ha guiado con paciencia.

Yohuan

Agradezco a Dios por guiarme a lo largo de mi formación profesional, ser el apoyo y fortaleza en momentos difíciles.

Mi profundo agradecimiento a mis padres y hermanos por ser los inspiradores de este sueño que hoy en día se hace realidad gracias a ellos.

Edgar



RESUMEN

Debido al crecimiento acelerado del parque automotor y las políticas de gobierno actuales, todos los proyectos viales tendrán como componente de los estudios definitivos un estudio de tráfico vehicular, verificando de esta forma el posible impacto que pueda generar esta infraestructura en la vialidad y circulación de su entorno. En el caso de la implementación de nueva infraestructura vial se evaluarán las condiciones nuevas versus la demanda a presente y a futuro.

De acuerdo al tráfico verificado, la zona en estudio es muy transitada por vehículos de movilidad mixta, es decir vehículos particulares locales y vehículos pesados de origen interprovincial e interdistrital. La presencia de centros de atracción nuevos debe ser evaluada para la implementación de propuestas que regulen el flujo vehicular a través de acciones de mitigación, mostrada en el presente estudio.

La metodología utilizada para dicho estudio inicia con la determinación del área de estudio y el área de influencia, así como de los puntos de aforos y la recolección de información del área de estudio.

Los resultados del análisis operacional producto del modelamiento del corredor nos ayudaran a evitar problemas a futuro con los corredores viales.

En el presente estudio se analizará una propuesta de conectividad entre la Av. Velasco Astete y la avenida Evitamiento, desde el sector de Agua Buena y en colindancia con el río Huatanay. Al permitir la división del tránsito pesado del liviano nos permitirá optimizar las vías existentes y mejorar su capacidad vial. La presente investigación se desarrollará con el fin de establecer respuestas al diseño vial de un bypass o paso a desnivel y su conexión a la Av. Velasco Astete para seleccionar la mejor opción.



ABSTRACT

Due to the growth acceleration of the automotive fleet and current government policies, all road projects will have as a component of the definitive studies a traffic study, thus verifying the possible impact that this infrastructure can generate on the road and circulation of its surroundings. In the case of the implementation of new road infrastructure, the new conditions will be evaluated versus the present and future demand

According to the verified traffic, the area under study is heavily traveled by mixed mobility vehicles, that is, local private vehicles and heavy vehicles of interprovincial and interdistrict origin. The presence of new attraction centers must be evaluated for the implementation of proposals that regulate traffic flow through mitigation actions, presented in this study.

The methodology used for this study begins with the determination of the study area and the area of influence, as well as the gauging points and the collection of information from the study area.

The results of the operational analysis product of the corridor modeling will help us avoid future problems with road corridors.

In this study, a connectivity proposal between la Av. Velasco Astete and Av. Evitamiento avenue, from the Agua Buena sector and adjacent to the Huatanay river will be analyzed. By allowing the division of heavy traffic from light, it will allow us to optimize existing roads and improve their road capacity. The present investigation will be developed in order to establish responses to the road design of a Bypass or overpass and its connection to Av. Velasco Astete to select the best option.



INTRODUCCIÓN

Esta tesis la realizamos debido a la congestión vehicular que es uno de los principales problemas urbanos que afectan a una ciudad, es por eso que hoy en día la planificación vial y urbanística es de suma importancia.

En el presente estudio se analiza una propuesta de conectividad entre la Av. Velasco Astete y la Av. Evitamiento, desde el sector de Agua Buena y en colindancia con el río Huatanay. Al permitir la división del tránsito pesado del liviano nos permitirá optimizar las vías existentes y mejorar su capacidad vial.

Es por eso que la presente investigación se desarrollará con el fin establecer respuestas al diseño vial de un paso a desnivel y su conexión a la Av. Velasco Astete para seleccionar la opción que sea más adecuada.



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
RESUMEN.....	II
ABSTRACT.....	III
INTRODUCCIÓN	IV
ÍNDICE GENERAL.....	v
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	x
CAPÍTULO I - PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
1.1. Identificación del problema.....	13
1.1.1. Descripción del problema	13
1.1.2. Formulación interrogativa del problema:.....	17
1.2. Justificación e importancia de la investigación:	18
1.2.1. Justificación técnica.....	18
1.2.2. Justificación social	18
1.2.3. Justificación por viabilidad	19
1.2.4. Justificación por relevancia	19
1.3. Limitaciones de la investigación.....	19
1.3.1. Limitaciones por espacio:	19
1.3.2. Limitaciones por tiempo:.....	19
1.3.3. Limitaciones por datos:.....	20
1.3.4. Limitaciones por fuente de base:	20
1.3.5. Limitaciones por especialidad:	20
1.4. Objetivo de la investigación.....	20
1.4.1. Objetivo general.....	20
1.4.2. Objetivos específicos.....	20
CAPÍTULO II - MARCO TEÓRICO DE LA TESIS.....	22
2.1. Antecedentes de la tesis:.....	22
2.1.1. Antecedentes a nivel nacional:.....	22
2.1.2. Antecedentes a nivel internacional:.....	23
2.2. Bases teórico – científicas:.....	24
2.2.1. Análisis de flujo vehicular - variables relacionadas con el flujo.....	24
2.2.2. Variables relacionadas con la velocidad	25
2.2.3. Variables relacionadas con la densidad.....	25



2.2.4.	Capacidad	26
2.2.5.	Niveles de servicio	27
2.2.6.	Cálculo de la capacidad	28
2.2.7.	Intersecciones a nivel y desnivel.....	30
2.2.8.	Procedimiento general para el diseño de una intersección vial	30
2.2.9.	Metodología del HCM (CAPÍTULO 18 - INTERSECCIONES SEMAFORIZADAS) .	35
2.2.9.1.	Paso 1: Determinar grupo de movimientos y grupo de carriles	35
2.2.9.2.	Paso 2: Determinar la tasa de flujo de grupo de movimientos.....	36
2.2.9.3.	Paso 3: Determinar la tasa de flujo de grupo de carriles	36
2.2.9.4.	Paso 4: Determinar los ajustes de la tasa de flujo de saturación:	37
2.2.9.4.1.	Flujo de saturación base:	38
2.2.9.4.2.	Factor de ajuste por ancho de carril:	38
2.2.9.4.3.	Factor de ajuste por vehículos Pesados:	38
2.2.9.4.4.	Factor de ajuste por pendiente:	39
2.2.9.4.5.	Factor de ajuste para estacionamiento	40
2.2.9.4.6.	Factor de ajuste para bloqueo de buses	41
2.2.9.4.7.	Factor de ajuste por tipo de área.....	41
2.2.9.4.8.	Factor de ajuste por el carril Utilizado	42
2.2.9.4.9.	Factor de ajuste por giros a la derecha	43
2.2.9.4.10.	Factor de ajuste por giros a la izquierda.....	43
2.2.9.4.11.	Factor ajuste para peatones y bicicletas	44
2.2.9.5.	Paso 5: Determinar la proporción que llegan durante el verde	44
2.2.9.6.	Paso 6: Determinar la duración de la fase de señal	45
2.2.9.7.	Paso 7: Determinar la capacidad y la relación de volumen y capacidad.....	46
2.2.9.7.1.	Relación de Volumen y capacidad del grupo de carriles.....	46
2.2.9.8.	Paso 8: Determinar demoras	47
2.2.9.8.1.	Demora uniforme	47
2.2.9.8.2.	Demora incremental.....	48
2.2.9.8.3.	Demora de la cola inicial.....	49
2.2.9.9.	Paso 9. Determinar el nivel de servicio.....	50
2.3.	Hipótesis	51
2.3.1.	Hipótesis general	51
2.3.2.	Sub hipótesis.....	51
	Sub Hipótesis:	51
2.4.	Definición de variables	52
	Variables Dependientes:	52
	Indicadores de Variables Dependientes:	52



Variables independientes:	53
Indicadores de variables independientes:.....	53
2.4.1. Cuadro de operacionalización de variables	54
CAPÍTULO III - METODOLOGÍA	55
3.1. Metodología de la investigación:.....	55
3.1.1. Enfoque de la investigación:.....	55
3.1.2. Nivel de investigación:.....	55
3.1.3. Método de investigación:.....	55
3.2. Diseño de la investigación:.....	55
3.2.1. Diseño metodológico:	55
3.3. Población y muestra.....	58
3.3.1. Población	58
3.3.2. Muestra	58
3.3.3. Criterios de inclusión:	59
3.4. Instrumentos:.....	60
3.4.1. Instrumentos metodológicos o instrumentos de recolección de datos:.....	60
3.4.2. Instrumentos de ingeniería:.....	64
3.4.3. Software utilizado:	64
3.5. Procedimientos de recolección de datos:	64
3.5.1. Codificación de movimientos vehiculares	64
3.5.2. Análisis operacional.....	66
3.5.3. Tráfico actual sin proyecto.....	75
3.5.4. Estudio de condiciones futuras sin proyecto.....	88
3.5.5. Análisis operacional.....	92
3.5.6. Estudio de condiciones futuras con proyecto	98
3.5.7. Determinación de tráfico del proyecto.....	98
3.5.8. Determinar el Tráfico futuro (proyectado) con proyecto.....	99
3.5.9. Detalles del proyecto vial nuevo.....	100
3.5.10. Análisis operacional:.....	100
CAPÍTULO IV - RESULTADOS	105
CAPÍTULO V - DISCUSIÓN	111
GLOSARIO.....	113
CONCLUSIONES	115
CONCLUSIONES	115
Conclusión general:.....	115



Conclusiones específicas:	115
RECOMENDACIONES	116
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	117



ÍNDICE DE TABLAS

tabla 1 : Factores de corrección para el cálculo de la intensidad de saturación	30
tabla 2 : Factores de ajuste	38
tabla 3 :Niveles de servicio	50
tabla 4 : Formato de conteo vehiculares.....	61
tabla 5 : Ficha de características semaforicas de la via	62
tabla 6 :Ficha de caracteriscas geometricas de la via formato de entrada general para analisis de la interseccion	63
tabla 7 : Valores para vehiculos equivalentes (upc).....	66
tabla 8 : Condiciones geometricas y de circulo	69
tabla 9: Resumen de cantidad personal y vehiculares	88
tabla 10 : Trafico proyectado interseccion 01	89
tabla 11 : Trafico proyectada a futuro interseccion 02	90
tabla 12 : Trafico proyectado interseccion 03.....	90
tabla 13 :Trafico proyectado interseccion 04.....	91
tabla14 : Trafico proyectado interseccion 05.....	91
tabla 15 : Trafico proyectado interseccion 06.....	92
tabla 16: Resultados de la modelacion a futuro sin proyecto.....	98
tabla 17 : Resultado con el nuevo modelo con nuevos conectores	104
tabla 18 : Cuadro comparativo de resultador	106



ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: La demanda vehicular supera la oferta vial.....	14
Ilustración 2 Codificación de movimiento vehicular	65
Ilustración 3 Se visualiza los puntos de aforo.	67
Ilustración 4 Salida del aeropuerto.Velasco Astete.....	68
Ilustración 5 Afloramiento vehicular interseccion calle begonias con Via Evitamiento.	70
Ilustración 6 Afloramiento de la interserccion de ingreso de agua buena con calle begonia..	71
Ilustración 7 Punto de conflicto entre Via Evitamiento y salida Urb. Agua Buena.....	72
Ilustración 8 Punto de conflicto en el carril de subida de la Via de Evitamiento.	73
Ilustración 9 Determinación de ciclo semaforico.....	74
Ilustración 10 Flujo vehicular Av. Velasco Astete	75
Ilustración 11 Flujo vehicular Av. Velasco Astete.....	76
Ilustración 12 Flujo vehicular de calle las Gardenias.....	77
Ilustración 13 Flujo vehicular Av. Velasco Astete con calle Las Begonias.....	78
Ilustración 14 Flujo vehicular entre salida de la Urb. Agua Buena con Av. Evitamiento.	80
Ilustración 15 Geometría del sitema vial del modelamiento	81
Ilustración 16 Generación de viajes al colegio la Salle en el software Synchro.....	81
Ilustración 17 Volúmenes vehiculares en el colegio la Salle en el año 2019.....	84
Ilustración 18 Demoras en las intersecciones del sistema actual.	85
Ilustración 19 Niveles de servicio en las intersecciones del sistema actual.....	86
Ilustración 20 Relación de saturación v/c en las intersecciones del sistema actual 2019.	87
Ilustración 21 Día pico AM. volúmenes vehiculares a futuro sin proyecto.	93
Ilustración 22 Día pico AM. niveles de servicio futuro sin impacto vial año 2039	95
Ilustración 23 Demoras en las intersecciones en el año futoruo 2039.	96
Ilustración 24 ICU % indice de capacidad de las interseccioens-futuro sin proyecto.	97
Ilustración 25 Relación de saturación v/c-en el año futuro 2039.....	98
Ilustración 26 Día pico-niveles de servicio a futuro con conector en el futuro 2039.....	101
Ilustración 27 Día pico-demoras para un futuro con conector vial en el año futuro 2039....	102
Ilustración 28 Día pico-relacion v/c para trafico a futuro en el año futuro 2039.....	103



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Área de influencia de la Tesis	14
Figura 2: Propuesta de una nueva infraestructura conexion	14
Figura 3:Propuesta de una nueva bypass en la inteseccion de Agua Buena	14
Figura 4:Detalle nuevo bypass dara conexión a Av Velasco astete crusando rio Huatanay	14
Figura 5:Esquema base interseccion a desnivel tipo “Trompeta” en conectores no divididas	14
Figura 6:Esquema base interseccion a desnivel tipo “Trompeta” en conectores divididas	32
Figura 7:Esquema base interseccion a desnivel tipo “Trebol” en conectores no divididas ...	33
Figura 8:Esquema base interseccion a desnivel tipo “Trebol” en conectores divididas	33
Figura 9:Movimiento de tráfico de vehiculos y peatones	36



ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfico 1: Representación de demoras.....	107
Gráfico 2: ICU % de Utilización.....	108
Gráfico 3: Representación de Volumen/Capacidad.	109



CAPÍTULO I - PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Identificación del Problema

1.1.1. Descripción del Problema

En la actualidad es común encontrar problemas de atascos y colas de vehículos a lo largo de la Av. Evitamiento y Agua Buena y vías aledañas, el tráfico cruzado genera demoras innecesarias, ya que esta avenida sirve de acceso a la ciudad a través de los distritos de Wánchaq y Santiago. Los vehículos que ingresan a la ciudad tienen bastantes dificultades por la cantidad de vehículos en su circulación por esta ruta.

Las calles que inciden en la congestión de la avenida Velasco Astete, las cuales serán objeto de estudio:

- Av. Vía de evitamiento con Ca. Begonias
- Av. Velasco Astete con Ca. Begonias
- Av. Velasco Astete con Ca. Gardenias
- Av. Velasco Astete con ingreso al Aeropuerto
- Av. Velasco Astete con salida del Aeropuerto
- Av. Velasco Astete con acceso Ticapata (paradero quiosco)

Es importante proponer respuestas para la continuidad de calles para asegurar la facilidad de la transitabilidad hacia ciudad del Cusco.

1.1.1.1. Ubicación Geográfica:

La tesis actual tiene como zona geográfica de impacto el sistema de vías entre el inicio de la Avenida Evitamiento donde ubicamos las intersecciones críticas que son objeto de estudio a lo largo de la Av. Velasco y calles aledañas.

La investigación se hará explícitamente en:

- Departamento: Cusco.
- Provincia: Cusco.
- Distrito: Wanchaq.



Figura 1: Área de influencia de la Tesis

Fuente: Google Earth

Es necesario mejorar la circulación del corredor vial entre las vías Av. Evitamiento y la Av. Velasco Astete del Cusco. Teniendo un tráfico que supera su capacidad. La construcción de un paso nuevo a desnivel puede ser la solución a este problema, logrando conectar estas dos vías con una nueva infraestructura vial paralela al rio Huatanay.



Ilustración 1: La demanda vehicular supera la oferta vial.

En la actualidad es usual encontrar problemas de embotellamientos y colas de vehículos en las intersecciones de las avenidas 28 de Julio, Av. Velasco Astete, Av. Evitamiento. Las cuales, con nuevos atractores de tráfico como el Colegio la Salle y el aeropuerto con mayor cantidad de viajes nacionales, constituyen una zona de alto tránsito y poca capacidad vial.

Es necesario evaluar nuevas rutas que den continuación a la avenida denominada Av. de Evitamiento, la misma que lleva el tránsito de vehículos pesado al corazón de la ciudad del Cusco.

Un nuevo diseño geométrico y el análisis operacional darán una idea de la tangibilidad del proyecto a futuro.

Existen espacios para el desarrollo geométrico de vías de conexión entre la AV. Evitamiento y la Av. Velasco Astete, la solución técnica consiste en desarrollar esta propuesta de nueva vía que conectaría la salida de Agua Buena con Av. Velasco Astete, sin pasar por el sector del Aeropuerto, donde se concentra la mayor cantidad de tráfico. Parte de la solución consiste en dividir el tráfico pesado lento del tráfico liviano que sería llevado por la nueva infraestructura.

La presencia del Colegio La Salle, considerará un análisis de la cantidad de tráfico que este desarrolla, como impacto que genera a la vialidad existente. Así también los aforos reflejarán el acceso a los usuarios que residen en la zona. Se realizarán estimación de la generación de viajes producidas por el colegio en época escolar, el mismo que se considerará en el análisis de tráfico.



El aporte a la investigación será la aplicación de una metodología reconocida por el MTC, a un entorno local de la ciudad del Cusco, así mismo de buscar soluciones con nuevas vías y geometría para mejorar la capacidad vial y reducir la congestión, mediante el desarrollo de una nueva infraestructura.



Figure 2: Propuesta de una nueva infraestructura de conexión.



Figure 3: Propuesta de un nuevo bypass en la intersección de agua buena



Figure 4: Detalle del nuevo Bypass que dará conexión a la Av. Velasco Astete cruzando el rio Huatanay.

En la figura se muestra la propuesta geométrica a ser analizada operacionalmente. Se considerará también el flujo que ocasiona el colegio la Salle, el mismo que podrá ser llevada directamente hacia Av. Velasco Astete.

1.1.2. Formulación Interrogativa del Problema:

1.1.2.1. Formulación Interrogativa del Problema General

¿Cuál es la diferencia de la capacidad vial y nivel de servicio de las intersecciones del entorno a la nueva Av. Evitamiento antes y después de construir su conexión con la Av. Velasco Astete?

1.1.2.2. Formulación Interrogativa de los Problemas Específicos

Problema específico N°1: ¿Cómo varían las condiciones de tráfico que influyen en la capacidad vial de las intersecciones semaforizadas del entorno a la nueva vía de Evitamiento antes y después de construir su conexión a la Av. Velasco Astete?

Problema específico N°2: ¿Cuál es la diferencia de las condiciones geométricas que influyen en la capacidad vial de las intersecciones semaforizadas del entorno a la nueva vía de Evitamiento antes y después de construir su conexión a la Av. Velasco Astete?

Problema específico N°3: ¿Cuál es el estado de las condiciones semaforizadas que influyen



en la capacidad vial de las intersecciones semaforizadas del entorno a la nueva Av. Evitamiento antes y después de construir su conexión a la Av. Velasco Astete?

Problema específico N°4: ¿Cuál es la diferencia de los tiempos de demora que influyen en el nivel de servicio de las intersecciones semaforizadas del entorno a la nueva Av. Evitamiento antes y después de su conexión a la Av. Velasco Astete?

Problema específico N°5: ¿Qué relación V/C de las intersecciones semaforizadas del entorno a la nueva Av. Evitamiento antes y después de construir su continuación?

1.2. Justificación e Importancia de la Investigación:

1.2.1. Justificación Técnica

Es posible proponer una nueva infraestructura para la conexión directa entre la Av. Evitamiento y Av. Velasco Astete, existe los espacios físico suficientes para desarrollar una nueva vía. Las metodologías de diseño geométrico, así como el análisis operacional del tráfico demostrarán su viabilidad.

Aplicando la metodología que nos ofrece el HCM, las aportaciones técnicas de esta investigación serán:

- Determinación de la capacidad vial y nivel de servicio de las intersecciones en estudio y comparación con el nivel servicio y capacidad de la infraestructura vial a desnivel.
- Determinación del diseño de la infraestructura vial más eficiente para que los usuarios ahorren en tiempo de viaje. La eficiencia se medirá a través del tiempo de viaje y la reducción de demoras.
- Hallazgo de las respuestas, direcciones y lineamientos que promuevan y encaminen a soluciones y diseño de un nuevo proyecto.

1.2.2. Justificación Social

Los usuarios que se movilizan por las avenidas tienen demoras debido a la congestión diaria indicada, estas avenidas no tienen capacidad suficiente de respuesta a la demanda, el usuario necesita reducir sus tiempos de viaje para llegar a su destino en un menor tiempo, disminuir el estrés provocado por la congestión que se presenta en horas punta y días críticos. Es decir que las vías puedan brindarle un mejor servicio de transporte.



Esta tesis tiene la finalidad mejorar los niveles de servicio y disminuir las demoras.

1.2.3. Justificación por Viabilidad

La presente investigación es viable porque contamos con los siguientes datos:

- Acceso a la zona de investigación.
- Conocimiento de la metodología del HCM, SYNCHRO 8.0 estos están al alcance y disposición de cualquier técnico.
- Predisposición para realizar esta investigación por ser un aporte a la colectividad.

1.2.4. Justificación por Relevancia

El tema de investigación es de gran importancia ya que aportaría a conocer técnicamente una futura alternativa para la mejora de los niveles de servicio que se observan en la actualidad las intersecciones a estudiar son de las más transitadas en la ciudad del Cusco, y en la que se presentan ciertos problemas de circulación. Por esta razón que al conocer el nivel de servicio y la capacidad vial propondremos respuestas, direcciones y lineamientos que promuevan y encaminen a la solución y diseño de nuevos proyectos. La zona en estudio representa un sector de tránsito alto y cuellos de botella prolongados, por lo que es gran interés público para todos los usuarios de la vía y su entorno.

1.3. Limitaciones de la Investigación

1.3.1. Limitaciones por Espacio:

La presente investigación y análisis se realizará en las intersecciones ubicadas en el sistema vial de la Avenida Velasco Astete y Av. Vía de Evitamiento, acceso al colegio la Salle y Agua Buena del distrito de San Sebastián.

1.3.2. Limitaciones por Tiempo:

Esta investigación se hace el año 2020, observando una cuestión tan obvia en el atasco de la hora punta como es la congestión de vehículos, las bajas velocidades de circulación, los cuellos de botella en las intersecciones a estudiar, debido al incremento del flujo de vehículos y el mayor porcentaje de vehículos ligeros y pesados, la investigación de análisis



de capacidad vial y niveles de servicio debe hacerse cada año, es importante hacer referencia a que las tasas extraordinarias de incremento, variación de la capacidad vial y niveles de servicio en dichas vías.

1.3.3. Limitaciones por datos:

La ausencia de información actualizada con respecto a los volúmenes de tránsito. La información adquirida en esta investigación superó la información obtenida con la ayuda de estrategias topográficas y fotogramétricas y se completó el trabajo de campo, por ejemplo, los aforos manuales en campo y los inventarios de la información obtenida en los semáforos.

No se está considerando aforos peatonales por la cantidad de intersecciones que se está manejando. No se está considerando en los aforos las motocicletas.

1.3.4. Limitaciones por Fuente de Base:

En nuestro país no existe una metodología diseñada para obtener los niveles de servicio y capacidad vial, por lo que se utiliza la metodología establecida por el North American Highway Capacity Manual (HCM 2010), ya que es la recomendada por el Manual de Diseño Geométrico DG-2018. En la página 120 de dicho manual.

1.3.5. Limitaciones por especialidad:

Nuestra tesis se limita a un análisis operacional y de demanda vehicular, desde la perspectiva de la ingeniería de transportes.

1.4. Objetivo de la Investigación

1.4.1. Objetivo General

Analizar la capacidad vial y nivel de servicio de las intersecciones semaforizada del entorno de la nueva vía de Evitamiento antes y después de construir su conexión con la Av. Velasco Astete.

1.4.2. Objetivos Específicos

Objetivo específico N°1: Determinar la desigualdad de las condiciones de tráfico que influyen en la capacidad vial de las intersecciones semaforizadas del entorno a la nueva Av. de Evitamiento antes y después de construir su conexión.



Objetivo específico N°2: Determinar la diferencia de las condiciones geométricas que influyen en la capacidad vial de las intersecciones semaforizadas del entorno a la nueva Av. de Evitamiento antes y después de construir su conexión.

Objetivo específico N°3: Determinar el estado de las condiciones semaforicas que influyen en la capacidad vial las intersecciones semaforizadas del entorno a la nueva Av. de Evitamiento antes y después de construir su conexión.

Objetivo específico N°4: Comparar los tiempos de demora que influyen en el nivel de servicio de las intersecciones semaforizadas del entorno a la nueva Av. de Evitamiento antes y después de construir su conexión.

Objetivo específico N°5: Determinar qué relación V/C de las intersecciones semaforizadas del entorno a la nueva Av. de Evitamiento antes y después de construir su conexión.



CAPÍTULO II - MARCO TEÓRICO DE LA TESIS

2.1. Antecedentes de la Tesis:

2.1.1. Antecedentes a nivel Nacional:

2.1.1.1. TITULO.

Análisis para la determinación del nivel de servicio y demora en intersecciones viales semaforizadas

- AUTOR: Ing. Gonzalo A. Ramírez Vélez
- AÑO : Lima, 2004
- UNIVERSIDAD: Universidad Nacional de Ingeniería
- RESUMEN: El presente trabajo desea proporcionar una herramienta para el análisis y determinación del nivel de servicio y demora en una intersección semaforizada, aplicable a las condiciones de tráfico urbano que impera en nuestro país.

El procedimiento que se presenta en este trabajo hace referencia a la capacidad, nivel de servicio de las aproximaciones que conforman las intersecciones, y el nivel de servicio de la intersección como un todo. La capacidad es evaluada en términos de la relación de la tasa de flujo de demanda (volumen) y la capacidad, es decir la relación v/c , mientras que el nivel de servicio es evaluado basándose en el promedio de demora por vehículo (segundos por vehículo).

CONCLUSIONES Y APOORTE A LA TESIS

La tesis muestra el uso de la metodología de capacidad vial del manual americano HCM 2010, el mismo que se basa en la aplicación de análisis de la capacidad por intersecciones, siendo este ámbito de carácter urbano y arterial, corresponde usar la misma metodología.

Los valores adicionales como la relación de volumen/capacidad también nos muestran que la metodología considera un análisis de saturación que será necesario abordar en esta investigación.



2.1.1.2. TITULO.

Análisis del Flujo Vehicular - de los Óvalos Libertadores, Garcilaso y Tacna - Intersecciones Giratorias en comparación con el comportamiento de intersección semaforizadas sometidas a la misma demanda

- AUTOR: Jimmy Carol Challco Castillo
- AÑO: Cusco, 2015
- UNIVERSIDAD: Universidad Andina del Cusco
- RESUMEN: La presente tesis estudia el análisis de la capacidad vial de las intersecciones giratorias (glorietas, rotondas) en comparación con el modelamiento de intersecciones viales Semaforizadas (ramales Múltiples) sometidas a la misma demanda de la ciudad del Cusco, determinando la capacidad Vial y/o nivel de servicio de las intersecciones viales giratorias y simulando un sistema vial semaforizada que compara dicho nivel de servicio de las intersecciones de estudio.

Esta tesis se elaboró con la finalidad de entender las características y el comportamiento del tránsito de las glorietas o rotondas en comparación de las intersecciones viales semaforizadas, la cual permite optimizar la funcionalidad de las intersecciones de estudio bajo los principios de eficiencia, seguridad y modernidad que todo tipo de infraestructura vial tiene que contar para su optima funcionalidad.

CONCLUSIONES Y APORTE A LA TESIS

La tesis detalla la aplicación de la metodología del HCM 2010, a un entorno local, demostrando la factibilidad del uso y considerando valores locales que serán considerados en la investigación.

Se detalla paso a paso el cálculo manual y la aplicación del software SYNCHRO como parte del cálculo indicando la validez del uso de este paquete para un sector urbano como el que se pretende analizar.

2.1.2. Antecedentes a nivel Internacional:

2.1.2.1. TITULO

Análisis de la Capacidad y nivel de servicio de la vía Loja – Vilcabamba (tramo de estudio Loja – Landangui) aplicando la metodología del HCM- 2010

- AUTOR: Martínez Aldean Diego Fernando
- AÑO : Ecuador, 2014



- UNIVERSIDAD: Universidad Técnica Particular de Loja
- RESUMEN: En el presente estudio se detalla el proceso de investigación del análisis de la vía Loja Vilcabamba , en el tramo Loja –Landangui , con el fin de determinar su capacidad y nivel de servicio , aplicando la metodología propuesta por el Highway Capacity Manual 2000 , se escogió la vía que conecta la ciudad de Loja con las ciudades de Vilcabamba y Malacatos , esta vía presenta una gran cantidad de flujo vehicular debido a que son unos de los principales puntos de atracción turística en la provincia de Loja.

Este trabajo investigado detalla cada una de las etapas ejecutadas, desde el levantamiento de información de campo (aforo de vehículos y medición de las características geométricas), tabulación de datos y análisis de resultados.

CONCLUSIONES Y APOORTE A LA TESIS

La tesis detalla la aplicación de la metodología del HCM 2010, a un entorno internacional, mostrando los pasos necesarios para recolección de la información, así como la metodología para el tratamiento de la información necesaria y su procesamiento para el cálculo de parámetros como tasa de saturación, capacidad de las intersecciones y vías.

Los valores de calibración serán comparados con los valores locales obtenidos, mostrando la flexibilidad de la metodología a usar.

2.2. Bases Teórico – Científicas:

2.2.1. Análisis de Flujo Vehicular - Variables relacionadas con el flujo

Las variables relacionadas con el flujo son la tasa de flujo, el volumen el intervalo simple entre vehículos consecutivos y el intervalo promedio entre varios vehículos.

2.2.1.1. Tasa del flujo (q) y volumen (Q)

La tasa de flujo q es la frecuencia a la cual pasan los vehículos por un punto 0 sección transversal de un carril o calzada. La tasa de flujo es pues el número de vehículos N que pasan durante un intervalo de tiempo T a una hora, expresada en veh / min. No obstante, la tasa de flujo también puede ser expresada en veh / hora, teniendo cuidado con su interpretación, pues no se trata del número de vehículos que efectivamente pasan durante una hora completa o volumen horario q . La tasa de flujo se calcula entonces con la siguiente expresión:



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

2.2.1.2. Intervalo simple (h_i)

Es el intervalo de tiempo entre el paso de los vehículos consecutivos, generalmente expresado en segundos y medido entre puntos homólogos del par de vehículos.

2.2.1.3. Intervalo promedio \bar{h}

Es el promedio de todos los intervalos simples h_i existente entre diversos vehículos que simulan por una vialidad. Por tratarse de un promedio se expresa en segundos por vehículo y se calcula mediante la siguiente expresión:

$$\bar{h} = \sum_{i=1}^{N-1} h_i / N - 1$$

Donde:

h : intervalo promedio (s/veh)

N : Numero de vehículos (veh)

$N-1$: Numero de intervalos (veh)

h_i : intervalo simple entre el vehículo i y el vehículo $i + 1$

Las unidades de intervalo promedio \bar{h} (s/veh) son las unidades inversas de la tasa de flujo q (veh/s), por lo que se plantea la siguiente ecuación.

$$\bar{h} = \frac{1}{q}$$

2.2.2. Variables relacionadas con la velocidad

Las variables del flujo vehicular relacionadas con la velocidad son la velocidad de punto, la velocidad instantánea, la velocidad de marcha temporal, la velocidad media espacial, la velocidad de recorrido.

2.2.3. Variables relacionadas con la densidad

Las variables de flujo vehicular relacionadas con la densidad son la densidad o concentración, el espaciamiento simple entre vehículos consecutivos y el espaciamiento promedio entre varios vehículos.

2.2.3.1. Densidad o concentración (K)

Es el numero N de vehículos que ocupan una longitud específica a , de una vialidad en un momento dado. Generalmente se expresa en vehículos por kilómetro (veh / km), ya sea referido a un carril o a todos los carriles de una calzada, se calcula como:



$$K = \frac{N}{a}$$

2.2.3.2. Espaciamiento simple(s_i)

La distancia entre el paso de dos vehículos consecutivos, usualmente expresada en metros y medida entre sus defensas traseras.

2.2.3.3. Espaciamiento promedio (\bar{s})

Es el espaciamento de todos los espaciamentos simples s_i existentes entre los diversos vehículos que circulan por una vialidad. por tratarse de un promedio se expresa en metros por vehículo (m/ veh) y se calcula, mediante a la siguiente expresión:

$$\bar{s} = \sum_{i=1}^{N-1} s_i / N - 1$$

Donde:

S : espaciamento promedio (m/veh)

N : número de vehículos (veh)

N-1 : número de espaciamentos (veh)

s_i : Espaciamento simple entre el vehículo i y el vehículo $i+1$

Las unidades del espaciamento promedio \bar{s} (m/veh) son las unidades inversas de la densidad K (veh/m) por lo que también se puede plantearse la siguiente relación:

$$\bar{s} = \frac{1}{K}$$

2.2.4. Capacidad

Se define como capacidad de una infraestructura de transporte al “flujo máximo horario al que se puede razonablemente esperar que las personas o vehículos atraviesen un punto o sección uniforme de un carril o calzada durante un periodo de tiempo dado, bajo condiciones prevalecientes de la vía, del control y del tránsito”. De la definición anterior se infieren las siguientes consideraciones:

La capacidad puede expresarse en términos de vehículos o en términos de personas.

La capacidad se refiere a un punto o sección uniforme de la infraestructura; por tanto, segmentos o puntos con diferentes características tendrán diferentes capacidades.

La capacidad se refiere a una tasa de flujo vehicular o personas durante un período de tiempo que muy a menudo es el periodo de 15 minutos pico. La capacidad no se refiere al máximo volumen al que puede darse servicio durante una hora. Esta definición contempla la posibilidad



de variaciones significativas del flujo dentro de una hora.

La capacidad se define sobre la base de una “esperanza razonable”. No es la máxima tasa de flujo absoluta jamás observada en el tipo de infraestructura analizada. Debe tenerse en cuenta que se consideran condiciones promedio, y que las características de los conductores, los vehículos y ambientales, puede diferir de una región a otra.

La capacidad está dada bajo condiciones prevalecientes de la vía (características geométricas, tipo de sección, pendientes, dimensiones de carriles, bermas, etc.), del control (dispositivos de control de tránsito como semáforos, señales, movimientos permitidos), y del tránsito (composición vehicular, velocidad, características del flujo vehicular).

2.2.5. Niveles de servicio

El HCM 2000 ha creado una medida cualitativa para definir los diferentes tipos o capacidades de servicio que tiene una vía a los cuales se denomina niveles de servicio (LOS).

El HCM denomina a los niveles de servicio como “una medida de calidad que describe las condiciones de funcionamiento dentro de un flujo de tráfico, por lo general en términos de medidas de servicio tales como la velocidad y el tiempo de viaje, la libertad de maniobra, las interrupciones de tráfico, la comodidad y conveniencia.

Según el HCM especifica que hay 6 diferentes niveles de servicio a los cuales los designa con las letras A hasta la F, siendo el nivel “A” el que presta mejores condiciones de funcionamiento y la “F” el de peor.

(highway capacity manual , 2000)

En el libro de ingeniería de carreteras volumen I de Carlos Kraemer se describe cada uno de los de los niveles de servicio los cuales se presenta a continuación

2.2.5.1. Nivel de servicio A

La velocidad de los vehículos es prácticamente igual a la que libremente elegirían sus conductores si no se vieran obligados a modificarla a causa de otros vehículos. Cuando un vehículo alcanza a otro más lento puede adelantarle con facilidad sin sufrir ninguna demora. Este nivel corresponde a unas condiciones de circulación libre.

2.2.5.2. Nivel de servicio B

La velocidad de los vehículos, especialmente la de los más rápidos, se ve influenciada por otros vehículos, y puede verse demorados durante ciertos intervalos por otros más lentos, pero no llegan a formarse colas. Este nivel corresponde a unas condiciones de circulación estable.



2.2.5.3. Nivel de servicio C

La mayor parte de los conductores deberán ajustar su velocidad teniendo en cuenta la de los vehículos que les preceden, porque las posibilidades de adelantamiento son reducidas y se forman grupos de vehículos que circulan a la misma velocidad. La circulación sigue siendo estable, porque las perturbaciones debidas a los cambios de velocidad se suelen disipar sin llegar a producir una detención total.

2.2.5.4. Nivel de servicio D

Todos los vehículos deben regular su velocidad teniendo en cuenta la marca de los vehículos precedentes. La velocidad media se reduce y se forman largas caravanas, ya que resulta difícil adelantar a otros vehículos. La circulación se aproxima a la inestabilidad, y cualquier incremento en la intensidad del tráfico puede dar lugar a la detención de la circulación.

2.2.5.5. Nivel de servicio E

La velocidad media de todos los vehículos es prácticamente igual, y se forman largas caravanas con separaciones muy pequeñas entre vehículos, ya que es imposible rebasar. Son frecuentes las detenciones bruscas debidas a cualquier tipo de accidente. La intensidad alcanza la capacidad de la carretera.

2.2.5.6. Nivel de servicio F

Corresponde a congestión, se ira formando una cola de vehículos que avanzaran muy lentamente. La velocidad media es muy baja e incluso en ocasiones nula. La situación resulta completamente impecable. (Kraemer) .

2.2.6. Cálculo de la capacidad

En este capítulo se dedica un primer apartado a describir muy brevemente el cálculo de la capacidad que propone el Highway Capacity Manual para las intersecciones semaforizadas, para pasar posteriormente a describir los procesos utilizados en esta tesina para llegar a determinar la capacidad de un tramo a partir de la relación fundamental del tráfico y las intensidades reales registradas. (highway capacity manual , 2000)

2.2.6.1. Capacidad de intersecciones semaforizadas SEGÚN HCM 2000

El método de cálculo de la capacidad más conocido y utilizado es el expuesto en el Highway Capacity Manual preparado en estados unidos por el Transportation Research Board. Este método está basado en estudios realizados en este país desde 1935 y ha sido objeto de cinco ediciones, la última en el año 2000. Aunque algunos países han desarrollado métodos de cálculo de la capacidad con técnicas diferentes, en otros muchos, se ha empleado el manual americano



con las modificaciones que la experiencia ha ido aconsejando para su adaptación a las circunstancias locales.

El Highway Capacity Manual, en su versión del año 2000, define los siguientes

Conceptos:

V: Duración de la fase verde (se permite el paso de vehículos) [seg]

R: Duración de la fase roja (no se permite el paso de vehículos) [seg]

T: Ciclo del semáforo = V + R [seg]

Mientras el semáforo esté en su fase de verde podrá pasar por el acceso un número máximo de vehículos hora, que constituye lo que se denomina intensidad de saturación.

Multiplicando esta intensidad de saturación por la relación entre la duración de la fase de verde y la del ciclo se obtiene el máximo número de vehículos que pueden pasar en una hora (capacidad).

$$C = S * \frac{V}{T}$$

Siendo:

C: Capacidad (vehículos/hora)

S: Intensidad de saturación (vehículos/hora)

V: Duración de la fase de verde (segundos)

T: Duración del ciclo (segundos)

Si en un tramo existen carriles reservados para determinados movimientos, como giros a la izquierda o a la derecha, se estudian separadamente de los demás carriles del acceso. Se forman así dentro de un mismo tramo varios grupos de carriles que se analizan separadamente. El procedimiento para el cálculo de la intensidad de saturación para cada grupo es el siguiente:

$$S = 1900 N f_a f_{vp} f_i f_e f_b f_z f_{gd} f_{gi}$$

Siendo:

S: Intensidad de saturación (vehículos/hora)

N: Número de carriles

fa, fvp, fi, fe, fb, fz, fgd, fgi: Factores de corrección



Tabla 1 : Factores de corrección para el cálculo de la intensidad de saturación

Factores de corrección			
f_i	Corrección por	Fórmula	Variable
f_a	Anchura del carril	$(5.4+A)/9$	A: anchura del carril (m)
f_p	Vehículos pesados	$100/(100+P)$	P: Porcentaje de pesados (%)
f_i	Inclinación de la rasante	$1-P/100$	I: Inclinación de la rasante
f_e	Estacionamiento	$1-(0.1+M/20)/N$	M: Movimientos de estacionamiento en una hora
f_b	Paradas autobuses	$1-B/(250N)$	B: Autobuses que paran por hora
f_s	Situación	$(0.9+I)$	En centro urbano 0.9; en otras zonas 1
f_d	Giros a la derecha	$1-0.15P$	P: Proporción de vehículos que giran a la derecha
f_l	Giros a la izquierda	$1/(1+0.05P)$	P: Proporción de vehículos que giran a la izquierda

Referencia: fuente HCM 2000

A pesar que no se disponen de los datos necesarios para la validación del modelo, sí que es cierto que se encuentran a faltar parámetros como la presencia o no de carril bus o la consideración de las paradas en doble fila. (highway capacity manual , 2000)

2.2.7. Intersecciones a nivel y desnivel

La solución de una intersección vial depende de una serie de factores asociados fundamentalmente a la topografía del sitio, a las características geométricas de las carreteras que se cruzan y a las condiciones de su flujo vehicular. Como generalmente existen varias soluciones, los ingenieros deben proponer alternativas para ser evaluadas y con sus resultados seleccionar la más conveniente. En el presente Manual no se restringen los tipos de solución para una intersección dada. Los ingenieros, con su creatividad y buen juicio, podrán proponer las alternativas que consideren adecuadas para las condiciones particulares del proyecto. Solo con el propósito de presentar en forma ordenada los criterios geométricos básicos requeridos para el diseño de los diferentes elementos que integran una intersección, como son las isletas, carriles de aceleración, desaceleración y giro a la izquierda, entrecruzamiento, ramales, etc., se ofrecen algunos diseños típicos frecuentes en carreteras.

2.2.8. Procedimiento general para el diseño de una intersección vial

El enfoque general recomendado para atender el diseño geométrico de una intersección presenta una serie de actividades secuenciales, así:



- Estudio de tránsito de la intersección y análisis de la situación existente, utilizando, si se requieren, programas de computador apropiado.
- Formulación de alternativas de funcionamiento.
- Selección de la alternativa más conveniente.
- Diseño definitivo de la solución adoptada.

2.2.8.1. Criterios generales

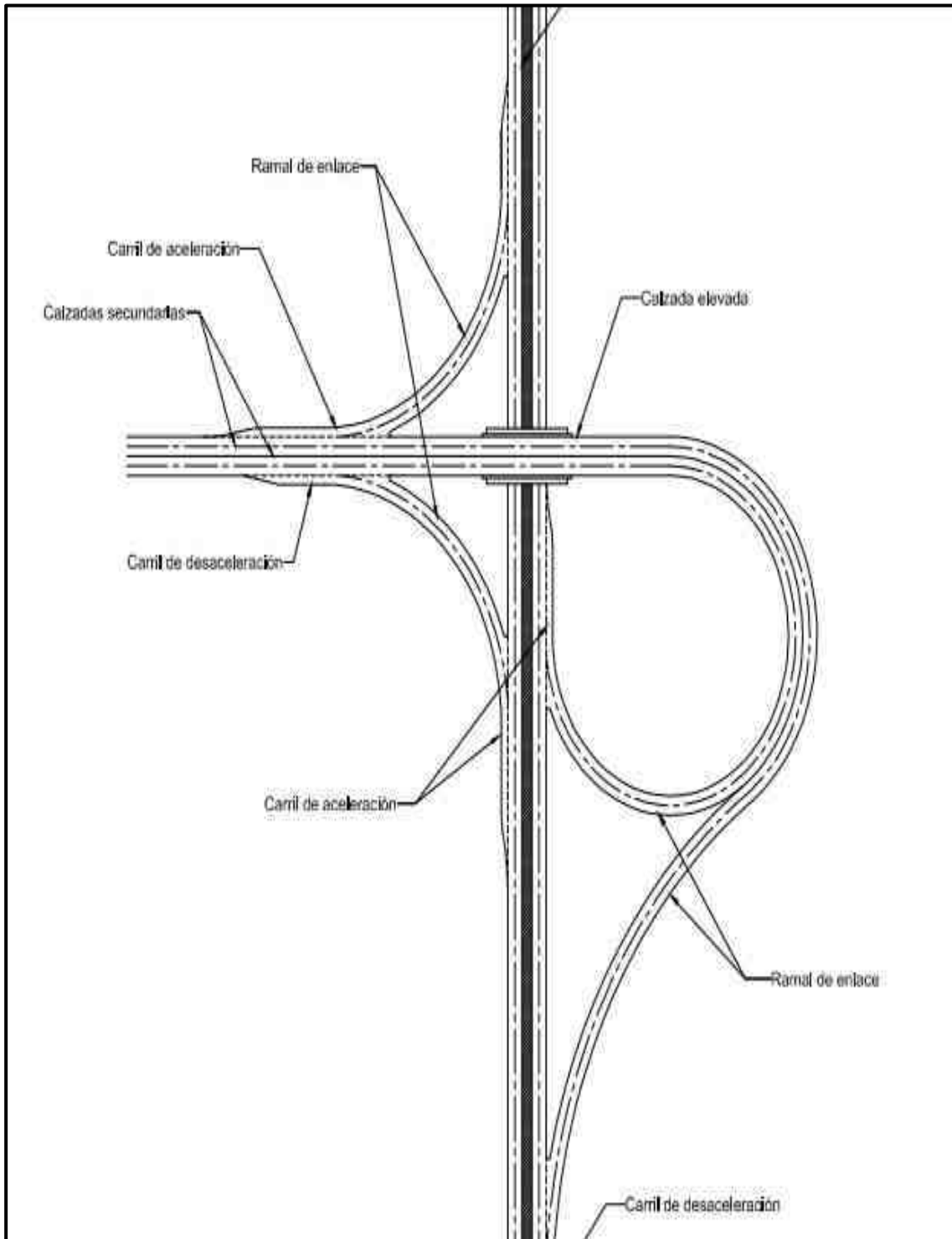
Con la finalidad de obtener el diseño más conveniente, se presentan los siguientes criterios generales, destacando que se debe optar por la solución más sencilla y comprensible para los usuarios.

Priorización de los movimientos. Los movimientos más importantes deben tener preferencia sobre los secundarios. Esto obliga a limitar los movimientos secundarios con señales adecuadas, reducción de ancho de vía e introducción de curvas de Radio pequeño. Eventualmente, convendría eliminarlos totalmente. - Consistencia con los volúmenes de tránsito. La mejor solución para una intersección vial es la más consistente entre el tamaño de la alternativa propuesta y la magnitud de los volúmenes de tránsito que circularán por cada uno de los elementos del complejo vial.

- Sencillez y claridad. Las intersecciones que se prestan a que los conductores duden son inconvenientes; la canalización no debe ser excesivamente complicada ni obligar a los vehículos a movimientos molestos o recorridos demasiado largos.
- Separación de los movimientos. A partir de los resultados de ingeniería de tránsito, según los flujos de diseño determinados para cada caso, puede ser necesario dotar algunos movimientos con vías de sentido único, completándola con carriles de aceleración o desaceleración si fuera necesario. Las isletas que se dispongan con este objeto permiten la colocación de las señales adecuadas. Las grandes superficies pavimentadas invitan a los vehículos y peatones a movimientos erráticos, que promueven accidentes y disminuyen la capacidad de la intersección.
- Visibilidad. La velocidad de los vehículos que acceden a la intersección debe limitarse en función de la visibilidad, incluso llegando a la detención total. Entre el punto en que un conductor pueda ver a otro vehículo con preferencia de paso y el punto de conflicto debe existir, como mínimo, la distancia de parada.
- Perpendicularidad de las trayectorias. Las intersecciones en ángulo recto son las que proporcionan las mínimas áreas de conflicto. Además, disminuyen los posibles choques



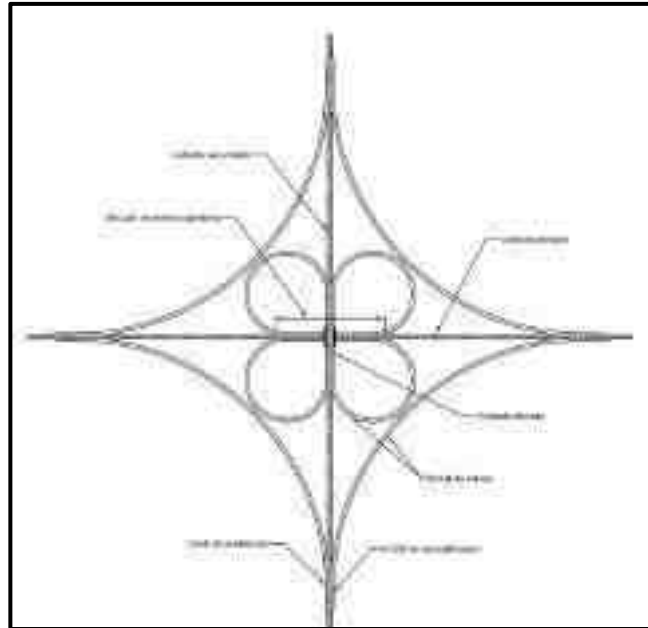
Figura 6: Esquema base intersección a desnivel tipo “Trompeta” en carreteras divididas.



Referencia: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras

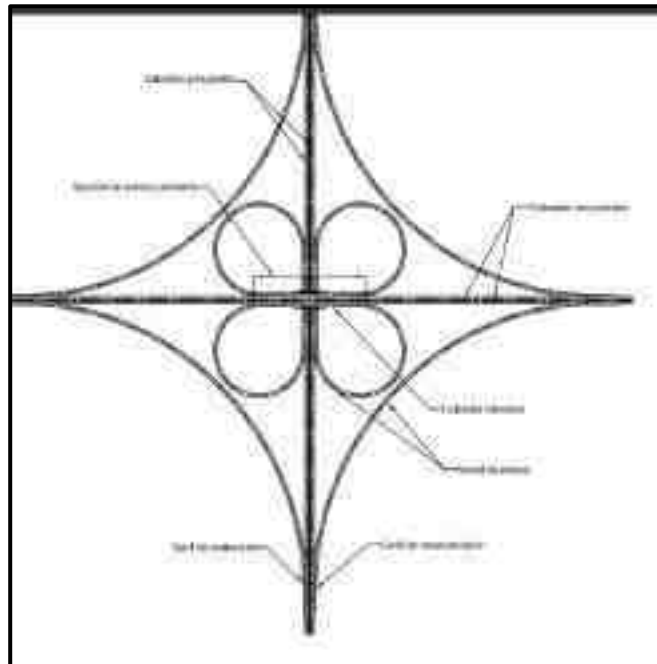


Figura 7: Esquema base intersección a desnivel tipo “Trébol” en carreteras no divididas.



Referencia: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras

Figura 8: Esquema base intersección a desnivel tipo “Trébol” en carreteras divididas.



Referencia: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras



2.2.9. Metodología del HCM (CAPÍTULO 18 - INTERSECCIONES SEMAFORIZADAS)

2.2.9.1. Paso 1: Determinar grupo de movimientos y grupo de Carriles

A. Grupo de carriles y Grupo de movimientos

Un carril o grupo de carriles designados para separar el análisis se conoce como un grupo de carril. En general, un separado grupo de carril está establecido para (a) Cada carril (o combinación de carriles adyacentes), que sirve exclusivamente a un movimiento y (b) cada carril compartidos por dos o más movimientos.

El concepto de los grupos del movimiento también se establece para facilitar la entrada de datos. Un independiente grupo de movimiento está establecido para (a) Cada movimiento de giro con uno o más carriles de giro exclusivo y (b) a través del movimiento (incluyendo cualquier vuelta movimientos que comparten un carril).

(Highway Capacity Manual HCM, 2010)

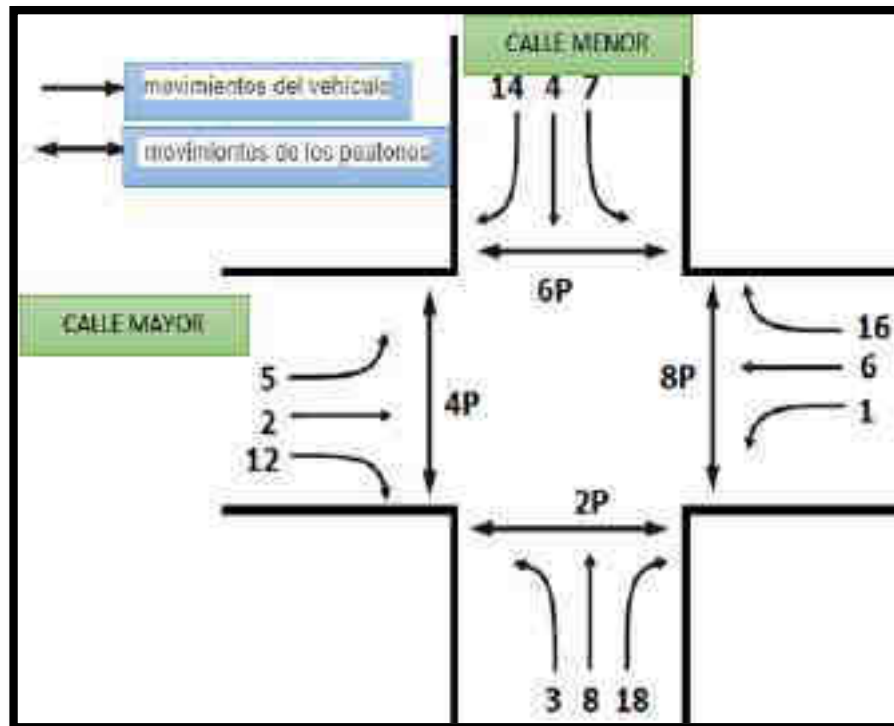
B. Movimiento y Numeración de la fase

Los movimientos de tráfico de vehículos y peatones en una intersección de cuatro piernas. Tres movimientos de tráfico vehicular y un movimiento de tráfico peatonal se muestran para cada intersección. Para facilitar la discusión, a cada movimiento se le asigna un único número o un número y combinación de letras. La letra P denota un movimiento peatonal.

(Highway Capacity Manual HCM, 2010)



Figura 9: Movimiento de tráfico de vehículos y peatones



Fuente: Elaboración Propia

2.2.9.2. Paso 2: Determinar la tasa de flujo de Grupo de Movimientos

La tasa de flujo de cada grupo de movimiento es determinada en este paso. Si un movimiento de giro sirve para una o más carriles exclusivos y no carriles compartidos, entonces cada tasa de flujo de movimiento es asignada a un grupo de movimiento. Cualquiera de los flujos de enfoque que aún no se ha asignado para un grupo de movimiento es asignado a un grupo de movimiento.

2.2.9.3. Paso 3: Determinar la tasa de Flujo de Grupo de Carriles

La tasa de flujo del grupo de carriles es determinada en este paso. Si no hay carriles compartidos en la intersección enfocada, o el enfoque tiene solo un carril, hay una correspondencia uno a uno entre los grupos de carriles y grupo de movimientos. En esta situación, la tasa de flujo del grupo de carril es igual a la tasa de flujo del grupo de movimiento.



2.2.9.4. Paso 4: Determinar los Ajustes de la Tasa de Flujo de Saturación:

El ajuste de la tasa de flujo de saturación para cada carril de cada grupo de carriles es calculado en este paso. La tasa de flujo de saturación base proporcionada como una variable de entrada es usada en este cálculo.

El cálculo del flujo de saturación es referido como el “ajuste” de tasa de flujo de saturación porque este refleja la aplicación de varios factores de ajuste a la tasa de flujo de saturación base a las condiciones específicas presentes en la intersección enfocada.

$$S = S_0 f_w f_{HV} f_g f_p f_{bb} f_a f_{LU} f_{LT} f_{RT} f_{Lpb} f_{Rpb}$$

Donde

S = Ajuste de la tasa de flujo de saturación.

S₀ = Tasa de flujo de saturación base. (pc/h/ln)

f_w = Factor de Ajuste por ancho de carril

f_{HV} = Factor de Ajuste por Vehículos Pesados:

f_g = Factor de Ajuste por Pendiente:

f_p = Factor de Ajuste para Estacionamiento

f_{bb} = Factor de Ajuste para bloqueo de buses

f_a = Factor de Ajuste por tipo de área

f_{LU} = Factor de Ajuste por el carril utilizado

f_{LT} = Factor de Ajuste por giros a la derecha

f_{RT} = Factor de Ajuste por giros a la izquierda

f_{Lpb} = Factor de Ajuste para peatones

f_{Rpb} = Factor de Ajuste para bicicletas
(Highway Capacity Manual HCM, 2010)



2.2.9.4.1. Flujo de Saturación Base:

La Tasa de flujo de Saturación representa el máximo caudal de una vía de circulación, medida en la línea de parada durante la indicación verde. La tasa de flujo de saturación de base representa la saturación del caudal para un carril de tráfico que es de 12 pies de ancho y no tiene vehículos pesados, grado plano, no hay estacionamiento, no hay autobuses que paran en la intersección, incluso la utilización de carril, y no hay giro de vehículos. Normalmente, una tasa base es seleccionado para representar a todas las intersecciones señalizadas en la jurisdicción (o de área), dentro del cual se encuentra la intersección.

Cuando la intersección se encuentre en un área metropolitana con **250.000 habitantes o más**, la saturación base es de **1900** automóviles/carril/hora, y en otras ciudades **1750**.

(Higway Capacity Manual HCM, 2010)

2.2.9.4.2. Factor de Ajuste por ancho de carril:

Factor de Ajuste por ancho de carril f_w cuenta el impacto negativo del carril estrecho en la tasa de flujo de saturación y permite un incremento de tasa de flujo en carriles anchos.

Tabla 2: Factores de ajuste

Average Lane Width (ft)	Adjustment Factor (f_w)
<10.0'	0.96
≥10.0–12.9	1.00
>12.9	1.04

Fuente: (Higway Capacity Manual HCM, 2010)

2.2.9.4.3. Factor de Ajuste por Vehículos Pesados:

Un vehículo pesado se define como cualquier vehículo con más de cuatro neumáticos tocando el pavimento. Los autobuses locales que paran en el área de intersección no se incluyen en el recuento de vehículos pesados. El porcentaje de vehículos pesados



representa el número de vehículos pesados que llegan durante el período de análisis, dividido por el número total de vehículos contados para el mismo período. Este porcentaje se proporciona para cada intersección a la circulación del tráfico; sin embargo, un valor representativo para todos los movimientos puede ser utilizado para un análisis de la planificación.

El factor de ajuste por vehículos pesados fHV cuenta es espacio adicional ocupado por los vehículos pesados y por la diferencia en su capacidad operativa, comparado con carros de pasajeros. Este. Este factor no se refiere a la parada de buses locales en el área de intersección.

$$f_{HV} = \frac{100}{100 + P_{HV}(E_T - 1)}$$

Donde

P_{HV} : proporción de vehículos pesados.

E_T : equivale al número de autos para cada vehículo pesado.

(Highway Capacity Manual HCM, 2010)

2.2.9.4.4. Factor de Ajuste por Pendiente:

El factor de ajuste por pendiente explica los efectos de la pendiente de aproximación en el rendimiento del vehículo.

$$f_g = 1 - \frac{P_g}{200}$$

Donde:

P_g : es la pendiente de aproximación para el correspondiente grupo de movimiento. (%)

Este factor aplica para pendientes que va desde 6.0% to +10.0%. Una cuesta arriba tiene un valor positivo y una cuesta abajo tiene un valor negativo.



2.2.9.4.5. Factor de Ajuste para Estacionamiento

El factor de ajuste de estacionamiento f_p tiene en cuenta el efecto friccionante de un carril de estacionamiento sobre el flujo del grupo de carriles adyacente al carril de estacionamiento. Esto también representa el bloqueo ocasional de un carril adyacente por los vehículos que circulan dentro y fuera de la zona de estacionamiento. Si el estacionamiento no está presente, entonces este factor tiene un valor de 1,00. Si el estacionamiento está presente, entonces el valor de este factor se calcula con la ecuación:

$$f_p = \frac{N - 0.1 - \frac{18N_m}{3,600}}{N} \geq 0.050$$

Donde:

N_m : tasa de maniobra de estacionamiento adyacente al grupo de carriles
(maniobras/h)

N : número de carriles en un grupo de carriles (LN).

La tasa de maniobra de estacionamiento corresponde a las áreas de estacionamiento directamente adyacente al grupo de carriles y dentro de 250 pies antes de la línea de parada. Un límite práctico de 180 maniobras/h debe ser mantenido con la ecuación. Un valor mínimo de f_p de esta ecuación es de 0,050. Cada maniobra (dentro o fuera) se asume para bloquear el tráfico en el carril adyacente a la maniobra de estacionamiento para un promedio de 18 s.

El factor sólo se aplica al grupo de carriles que es adyacente al estacionamiento. En una calle de un solo sentido con un solo carril de grupo de carriles, el número de maniobras utilizadas es el total de ambos lados de la pista. En una calle de un solo sentido con dos o más grupo de carriles, el factor se calcula por separado para cada grupo de carriles y se basa en el número de maniobras adyacente al grupo de carriles. Las Condiciones de estacionamiento con cero maniobras tienen un impacto diferente que el de una situación de no estacionamiento.

(Highway Capacity Manual HCM, 2010)



2.2.9.4.6. Factor de Ajuste para bloqueo de buses

El factor de ajuste de bloqueo de autobuses f_{bb} tiene en cuenta el impacto de autobuses de tránsito local que paran para descargar o recoger pasajeros en una cercana o lejana parada de buses dentro de los 250 pies de la línea de parada (anterior o posterior). Los valores de este factor se calculan con la ecuación:

$$f_{bb} = \frac{N - \frac{14.4N_b}{3,600}}{N} \geq 0.050$$

Donde

N: Es el número de carriles en un grupo de carriles (ln)

N_b: Es la tasa de parada de buses en el sujeto enfocado (buses/h).

Este factor debe usarse sólo cuando la parada de autobuses bloquea el flujo del tráfico en el grupo de carriles. Un límite práctico de 250 buses/h debe ser sustentado con la ecuación. Un mínimo valor de f_{bb} de esta ecuación es de 0,050. El factor utilizado aquí asume un promedio de tiempo de bloqueo de 14,4 s durante una indicación verde.

2.2.9.4.7. Factor de Ajuste por tipo de área

El factor de tipo de área se utiliza para indicar si la intersección está en un distrito central de negocios (CBD).

El factor de tipo de área f_a tiene en cuenta la ineficiencia de las intersecciones en **CBDs** (zonas comerciales) en comparación a aquellas situadas en otras ubicaciones. Cuando se utiliza, tiene un valor de 0,90.

El uso de este factor debe ser determinado en caso de base de casos. Este factor no es limitado para determinadas zonas **CBD**, tampoco es necesario utilizarse para todas las zonas **CBD**. En lugar de ello, este debería utilizarse en zonas donde el diseño geométrico y el tráfico o flujos peatonales, o ambos, son tales que los avances de los



vehículos son significativamente incrementados.

2.2.9.4.8. Factor de Ajuste por el Carril Utilizado

Factor de ajuste por la utilización del carril cuenta para la desigualdad en la distribución del tráfico entre los carriles de circulación en aquellos grupos con más de un carril exclusivo. Este factor proporciona un ajuste a la tasa de flujo de saturación base para la cuenta de uso desigual de los carriles. Esto no se utiliza a menos que un grupo de movimiento tenga más de un carril exclusivo. Se calcula con la ecuación:

$$f_{LU} = \frac{v_g}{N_e v_{g1}}$$

f_{LU} : Factor de ajuste por utilización de carril

v_g : Tasa de flujo de demanda para el grupo de movimiento (veh/h),

N_e : Tasa de flujo de demanda en el único carril exclusivo con la mayor tasa de flujo de todos los carriles exclusivos en el grupo de movimiento (veh/h/ln), y

v_{g1} : Número de carriles exclusivos en grupo de movimiento (LN).

Un factor de utilización de un carril de 1,0 se utiliza cuando una distribución del tráfico uniforme puede ser asumida en todos los carriles exclusivos en el grupo de movimiento o cuando un grupo de movimiento sólo tiene un carril. Los valores inferiores a 1,0 se aplican cuando el tráfico no está distribuido uniformemente. Enfoques como la demanda de capacidad, el factor de utilización de carril es a menudo más cerca de 1.0 porque los conductores tienen menos oportunidad de seleccionar su carril. En algunas intersecciones, los conductores pueden elegir uno por encima de otro carril en anticipación del giro en una intersección posterior. Cuando este tipo de "pre posicionamiento" ocurre, una evaluación más precisa será obtenida cuando la actual tasa de flujo para cada carril enfocado es medida en el campo y siempre como una aportación a la metodología. El factor de ajuste de la utilización del carril de entrada se utiliza para estimar la tasa de flujo de saturación de un grupo de carriles con más de un carril exclusivo. Si el grupo de carriles tiene un carril compartido o uno exclusivo, este factor es de 1,0.



(Highway Capacity Manual HCM, 2010)

2.2.9.4.9. Factor de Ajuste por Giros a la Derecha

El factor de ajuste de giro derecha f_{RT} está destinado principalmente para reflejar el efecto de la geometría de la ruta de giro a la derecha en la tasa de flujo de la saturación.

El valor de este factor de ajuste es calculado con la ecuación:

$$f_{RT} = \frac{1}{E_R}$$

Donde:

E_R : Es el equivalente al número de carros para un giro a la derecha protegida de vehículo (= 1.18).

Si el movimiento de giro a la derecha comparte un carril con otro movimiento o ha permitido la operación, entonces el procedimiento descrito en el capítulo 31 debe utilizarse para calcular el ajuste de tasa de flujo de saturación para el carril compartido del grupo de carriles. El efecto de peatones y bicicletas en la tasa de flujo de saturación de giro a la derecha es considerado en un factor de ajuste separado.

(Highway Capacity Manual HCM, 2010)

2.2.9.4.10. Factor de Ajuste por giros a la izquierda

El factor de ajuste de giro a la izquierda f_{LT} está destinado principalmente para reflejar el efecto de la geometría de la ruta de giro a la izquierda en la tasa de flujo de la saturación. El valor de este factor de ajuste es calculado con la ecuación 18-11.

$$f_{LT} = \frac{1}{E_L}$$

Donde:

E_L : Es el equivalente al número de carros para un giro a la izquierda protegido de vehículo (= 1,05).



Si el movimiento de giro a la izquierda comparte un carril con otro movimiento o ha permitido la operación, entonces el procedimiento descrito en el capítulo 31 debe utilizarse para calcular el ajuste de tasa de flujo de saturación para el carril compartido del grupo de carriles. El efecto de los peatones en la tasa del flujo de saturación de giro a la izquierda es considerado en un factor de ajuste separado.

2.2.9.4.11. Factor Ajuste para Peatones y Bicicletas

El procedimiento para determinar el factor de ajuste de giro a la izquierda de bicicletas y peatones f_{Lpb} y el factor de ajuste de giro a la derecha de bicicletas y peatones f_{Rpb} se basa en el concepto de ocupación de la zona de conflicto, el cual tiene en cuenta el conflicto entre el giro de vehículos, peatones y bicicletas. La ocupación correspondiente de la Zona de Conflicto toma en cuenta si el flujo vehicular oponente, también está en conflicto con el movimiento de giro a la izquierda. El porcentaje de tiempo en verde en el cual la zona de conflicto es ocupada se determina en función de la ocupación correspondiente y el número de carriles receptores del giro de vehículos.

2.2.9.5. Paso 5: Determinar la Proporción que Llegan Durante el Verde

La demora de control y el tamaño de la cola en una intersección señalizada dependen en gran medida de la proporción de vehículos que llegan durante el verde y la indicación de señal rojo. La demora y el tamaño de la cola son menores cuando una larga proporción de vehículos llegan durante la indicación verde.

$$P = R_p (g / C)$$

Esta ecuación requiere conocimiento del tiempo efectivo en verde g y la duración del ciclo C . Estos valores son conocidos por la operación pre programado.



2.2.9.6. Paso 6: Determinar la Duración de la Fase de Señal

La duración de la fase de señal depende del tipo de control que se utiliza en el tema de la intersección. Si la intersección tiene un control pre programado, entonces la duración de la fase es una entrada y este paso es omitido.

La duración de una fase activada está compuesta de cinco períodos de tiempo. El primer período representa el tiempo perdido mientras la cola reacciona al cambio de la señal de indicación a verde. El segundo intervalo representa el tiempo necesario para despejar la cola de vehículos. El tercer período representa el tiempo de indicación verde extendido por vehículos que ingresan al azar. Termina cuando existe una abertura en el tráfico (es decir, hueco) o el verde se extiende hasta el límite máximo (es decir, Max). El cuarto período representa el intervalo de cambio de color amarillo, y el quinto período representa el intervalo de separación de color rojo. La duración de una fase activada está definida por la ecuación:

$$D_p = l_1 + g_s + g_e + Y + R_c$$

Donde:

D_p = duración de fase (s)

L₁ = pérdida de tiempo de arranque = 2.0 (s)

G_S = tiempo de servicio de cola (s)

G_e = tiempo de extensión verde (s)

Y = el intervalo de cambio Amarillo (s)

R_c = intervalo de separación rojo (s).



El Tiempo efectivo verde para la fase se calcula con la siguiente ecuación:

$$g = D_p - l_1 - l_2 = g_s + g_e + e$$

Donde:

L_2 = tiempo perdido de despeje = $Y + Rc - e$ (s)

e = extensión del verde efectivo $e = 2.0$ (s)

Y todas las demás variables están previamente definidas.

2.2.9.7. Paso 7: Determinar la capacidad y la relación de volumen y capacidad

2.2.9.7.1. Relación de Volumen y capacidad del grupo de carriles

La capacidad de un determinado grupo de carriles sirve a un movimiento de tráfico, y para los cuales no están permitidos movimientos de giro a la izquierda, es definido por la ecuación:

$$c = N s \frac{g}{C}$$

Donde C es la capacidad (veh/h) y las otras variables están previamente definidas. Esta ecuación no puede usarse para calcular la capacidad de un carril compartido de un grupo de carriles o un grupo de carriles con operación de giro a la izquierda permitido porque estos grupos de carriles tienen otros factores que afectan a su capacidad

La relación de volumen y capacidad para un grupo de carriles es definida como el

$$X = \frac{v}{c}$$



volumen del grupo de carriles sobre su capacidad. Se calcula mediante la ecuación:

Donde:

X = relación del volumen y capacidad

v = demanda del índice de flujo (veh/h),

c = capacidad (veh/h).

2.2.9.8. Paso 8: Determinar Demoras

La demora calculada en este paso representa el control promedio de demoras experimentadas por todos los vehículos que llegan durante el período de análisis. Incluye cualquier demora por estos vehículos que están todavía en la cola después de que finalice el periodo de análisis. El control de demora para un determinado grupo de carriles se calcula utilizando la ecuación:

$$\bar{d} = d_1 + d_2 + d_3$$

Donde:

d = control de demora (s/veh)

d1 = demora uniforme (s/veh)

d2 = demora incremental (s/veh)

d3 = demora de cola inicial (S/veh).

(Highway Capacity Manual HCM, 2010)

2.2.9.8.1. Demora Uniforme

La siguiente ecuación representa una forma para calcular la demora cuando las llegadas son asumidas aleatoriamente a lo largo de todo el ciclo. También asume un período verde efectivo durante el ciclo y una tasa de flujo de saturación durante este período. Esto se basa en el primer término de la ecuación de demora presentada en otro lugar (6).



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

Todas las variables están previamente definidas. El procedimiento de cálculo de demoras utilizado en esta metodología es consistente con la ecuación

(Higway Capacity Manual HCM, 2010)

2.2.9.8.2. Demora Incremental

El término de demora incremental toma en cuenta la demora debido a la variación aleatoria en el número de llegadas en un ciclo por ciclo base. Esto también toma en cuenta la demora causada por exceso de demanda a la capacidad durante el período de análisis. La cantidad por la que la excede demanda a la capacidad durante el período de análisis se denomina aquí como demanda insatisfecha. La ecuación de demora incremental fue derivada mediante el uso de una hipótesis de una cola no inicial debido a la demanda insatisfecha en el anterior período de análisis. Ecuación de 18 a 45 años, con la ecuación 18-46, son usadas para calcular la demora incremental.

(Higway Capacity Manual HCM, 2010)

$$d_2 = 900 T \left[(X_A - 1) + \sqrt{(X_A - 1)^2 + \frac{8 k T X_A}{c_A T}} \right]$$
$$X_A = v/c_A$$

Donde X_A es la relación de volumen y capacidad promedio y las otras variables están previamente definidas.



2.2.9.8.3. Demora de la Cola Inicial

Si ningún grupo de carriles tiene una cola inicial, entonces la demora de la cola inicial d_3 es igual a 0.0 s/veh. Si una cola inicial está presente para cualquier grupo de carriles en la intersección, entonces la ecuación A mediante la ecuación B son usadas para calcular la demora de la cola inicial para cada grupo de carriles.

(Higway Capacity Manual HCM, 2010)

$$d_3 = \frac{3,600}{vT} \left(t_A \frac{Q_b + Q_e - Q_{eo}}{2} + \frac{Q_e^2 - Q_{eo}^2}{2c_A} - \frac{Q_b^2}{2c_A} \right)$$

$$Q_e = Q_b + t_A(v - c_A)$$

If $v \geq c_A$, then

$$Q_{eo} = T(v - c_A)$$

$$t_A = T$$

If $v < c_A$, then

$$Q_{eo} = 0.0 \text{ veh}$$

$$t_A = Q_b / (c_A - v) \leq T$$

Donde

TA = duración ajustada de la demanda insatisfecha en el periodo de análisis (h).

Qe = cola al final del período de análisis (veh).

Qeo = cola al final del período de análisis cuando $v \geq c_A$ y

QB = 0.0 (veh), Y otras variables previamente definidas.



2.2.9.9. Paso 9. Determinar el Nivel de Servicio

La tabla N°3 se utiliza para determinar el nivel de servicio para cada grupo de carriles, cada enfoque y la intersección como un todo. El Nivel de Servicio es una indicación de la aceptabilidad de los niveles de demora para automovilistas en la intersección. También puede indicar una operación sobresaturada inaceptable para grupos de carriles individuales.

Tabla 3: Niveles de servicio

Control Delay (s/veh)	LOS by Volume-to-Capacity Ratio ^d	
	≤1.0	>1.0
≤10	A	F
>10–20	B	F
>20–35	C	F
>35–55	D	F
>55–80	E	F
>80	F	F

Fuente: (Highway Capacity Manual HCM, 2010)

2.2.11.3. Microsimulación con SYNCHRO 8.0

La microsimulación permite evaluar el comportamiento del flujo vehicular en un área determinada de la red vial. A partir de esta se obtienen indicadores representativos del funcionamiento del tránsito que circula. Por lo anterior es de gran utilidad para analizar la conveniencia o no de realizar alguna intervención en un proyecto de una obra vial, una intersección o sobre algún punto de la red vial (Blair y Guevara, 2012).

Los modelos de simulación microscópica describen con detalle el comportamiento de los vehículos en una vía o red viaria (Llopís, 2012).

Para los procesos de análisis, evaluación y optimización de redes viales actualmente se están utilizando programas de cómputo especializados, como el SYNCHRO, que aplica el método HCM 2010. Debido a que es comúnmente utilizado por organismos e instituciones internacionales, no se entrará mucho en detalle acerca de su funcionamiento en el presente marco teórico. Se establecerán las siguientes ventajas:

- Optimización de longitudes de ciclo y repartos de tiempos de verde por fase, eliminando la necesidad de realizar múltiples ensayos de planes y de tiempos en búsqueda de la solución óptima.



- Generación de planes de tiempo óptimos en menos tiempo que cualquier otro programa existente hoy en día.
- Interacción, de tal manera, que cuando se efectúan cambios en los datos de entrada, los resultados se actualizan automáticamente, y los planes de operación son mostrados en diagramas de tiempo-espacio de fácil interpretación.
- Aplicación en redes de hasta 300 intersecciones con bastante éxito, pudiéndose desagregar redes mayores para luego unir las.
- Simulación y evaluación del comportamiento mezclado de intersecciones sin semáforos y con semáforos, ofreciendo análisis y resultados de ambas en una misma plataforma de estudio y bajo el mismo formato. SYNCHRO será usado en la presente investigación para dar el sustento técnico a las mejoras planteadas. Se emitirán reportes técnicos en Anexos donde se podrá notar los volúmenes ingresados, diagrama de fases del semáforo, tipo de control, dispositivos accionados por el tránsito, modificaciones en la geometría, resultados del análisis, comparación con otras alternativas, etc.

2.3. Hipótesis

2.3.1. Hipótesis General

La capacidad vial y nivel de servicio de las intersecciones semaforizadas del entorno a la nueva vía de Evitamiento antes de construir su continuación estará en el rango de E y F, mientras que después de construida esta entre C y D.

2.3.2. Sub hipótesis

Sub Hipótesis:

Sub Hipótesis 1: Las Condiciones de tráfico que influyen significativamente en la capacidad vial de las intersecciones a desnivel son mejores que las condiciones de tráfico de las intersecciones semaforizadas del entorno a la nueva vía de Evitamiento antes y después de construir su continuación.

Sub Hipótesis 2: Las Condiciones geométricas que influyen significativamente en la capacidad vial de las intersecciones a desnivel son más favorables con respecto a las intersecciones semaforizadas del entorno a la nueva vía de Evitamiento antes y después de construir su continuación.



Sub Hipótesis 3: Las Condiciones semafóricas que influyen significativamente en la capacidad vial de las intersecciones semaforizadas del entorno a la nueva vía de Evitamiento antes y después de construir su continuación.

Sub Hipótesis 4: Los tiempos de demora que influyen significativamente en el nivel de servicio de las intersecciones semaforizadas del entorno a la nueva vía de Evitamiento antes y después de construir su continuación.

Sub Hipótesis 5: La relación V/C de las intersecciones semaforizadas del entorno a la nueva vía de Evitamiento antes y después de construir su continuación. Son mayores a 1, mientras que después de construido están entre el rango de 0.5 y 0.9.

2.4. Definición de variables

Variables e Indicadores:

Variables Dependientes:

- Capacidad Vial
- Nivel de Servicio

Indicadores de Variables Dependientes:

- Control uniforme de demora
- Factor de ajuste de progresión uniforme de demora
- Componente incremental de demora
- Demora por demanda residual
- Vehículos Pesados (%)
- Estacionamiento
- Paradas de Autobús
- Circulación de Peatones y Ciclistas
- Intensidad Vehicular
- Capacidad Vial
- Número de Carriles
- Anchura de Carril (m)
- Inclinación de la Rasante
- Tipo de área
- Duración de fase en verde(seg)
- Duración de fase en rojo(seg)



- Ciclo del Semáforo(seg)
- Giros a la Derecha
- Giros a la Izquierda
- Demora Uniforme
- Factor de ajuste de progresión uniforme
- Demora incremental
- Demora por demanda residual
- Relación Volumen/Capacidad

Variables Independientes:

- Intersecciones

Indicadores de Variables Independientes:

- Semáforos
- Geometría de la Intersección
- Demora por demanda residual
- Relación Volumen/Capacidad
- Condición de la estructura de la vía.
- Diseño geométrico de la vía.



OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES				
VARIABLE	DESCRIPCIÓN DE LA VARIABLE	NIVEL	INDICADORES	INSTRUMENTOS
VARIABLE INDEPENDIENTE				
X ₁ : Configuración de las intersecciones	Son todas las características geométricas, semaforicas, demandad, saturación de las intersecciones.	Antes de la construcción	-Demoras, demanda vehicular, geometría, semaforización existente.	HCM2010
		Después de la construcción	-Demoras, demanda vehicular, geometría, semaforización propuesta.	HCM2010
VARIABLE DEPENDIENTE				
Y ₁ : Capacidad vial	Máximo flujo posible en una facilidad de transporte, bajo condiciones prevalecientes.	Comodidad de adelantamientos	Número de Vehículos	HCM2010 SYNCHRO
		Velocidad		
Y ₂ : Nivel de servicio	Medida cualitativa que describe las condiciones de operación de un flujo vehicular.	Se describen en términos de factores tales como: la velocidad y el tiempo Libertad de maniobra Comodidad Seguridad vial	Niveles A, B, C, D, E y F	HCM 2010 SYNCHRO

2.4.1. Cuadro de Operacionalización de Variables

Fuente: Elaboración Propia



CAPÍTULO III - METODOLOGÍA

3.1. Metodología de la Investigación:

3.1.1. Enfoque de la Investigación:

En el enfoque cuantitativo se miden las variables en un determinado contexto; se analizan las mediciones obtenidas (con frecuencia utilizando métodos estadísticos), y se establece una serie de conclusiones respecto de la(s) hipótesis. (Roberto Hernandez Sampieri. Carlo Fernandez Collado, 2003, Pag. 4)

La tesis a presentar, por naturaleza del objeto de estudio, es de tipo Cuantitativa. Debido a que se recogió se procesó los datos obtenidos del trabajo en campo para la determinación de flujos viales críticos, capacidad vial y nivel de servicio.

3.1.2. Nivel de Investigación:

El nivel de estudio que se utilizó fue Descriptivo, porque describimos eventos, y especificamos las propiedades de la geometría de la vía, así como los anchos del carril, pendientes, capacidad vial y nivel de servicio. Nuestro propósito es de describir las características y propiedades de dichos fenómenos que influyen en los niveles de servicio del sistema vial, que dicho sistema se estudiara en distintos escenarios planteados.

3.1.3. Método de Investigación:

Aquella orientación que va de lo general a lo específico; es decir, que parte de un enunciado general del que se van desentrañando partes o elementos específicos. (Caballero Romero, 2008)

En el presente estudio se aplicó el método Deductivo, debido a que se recolecta datos de forma independiente de distintos puntos del área de estudio con la finalidad de cumplir los objetivos específicos para luego cumplir el objetivo general.

3.2. Diseño de la Investigación:

3.2.1. Diseño Metodológico:

El diseño de la investigación es de tipo no experimental, consideramos este tipo, debido a que no incluye ninguna modificación, ni manipulación de las variables y observamos los fenómenos en condiciones reales.



Diseño de Ingeniería

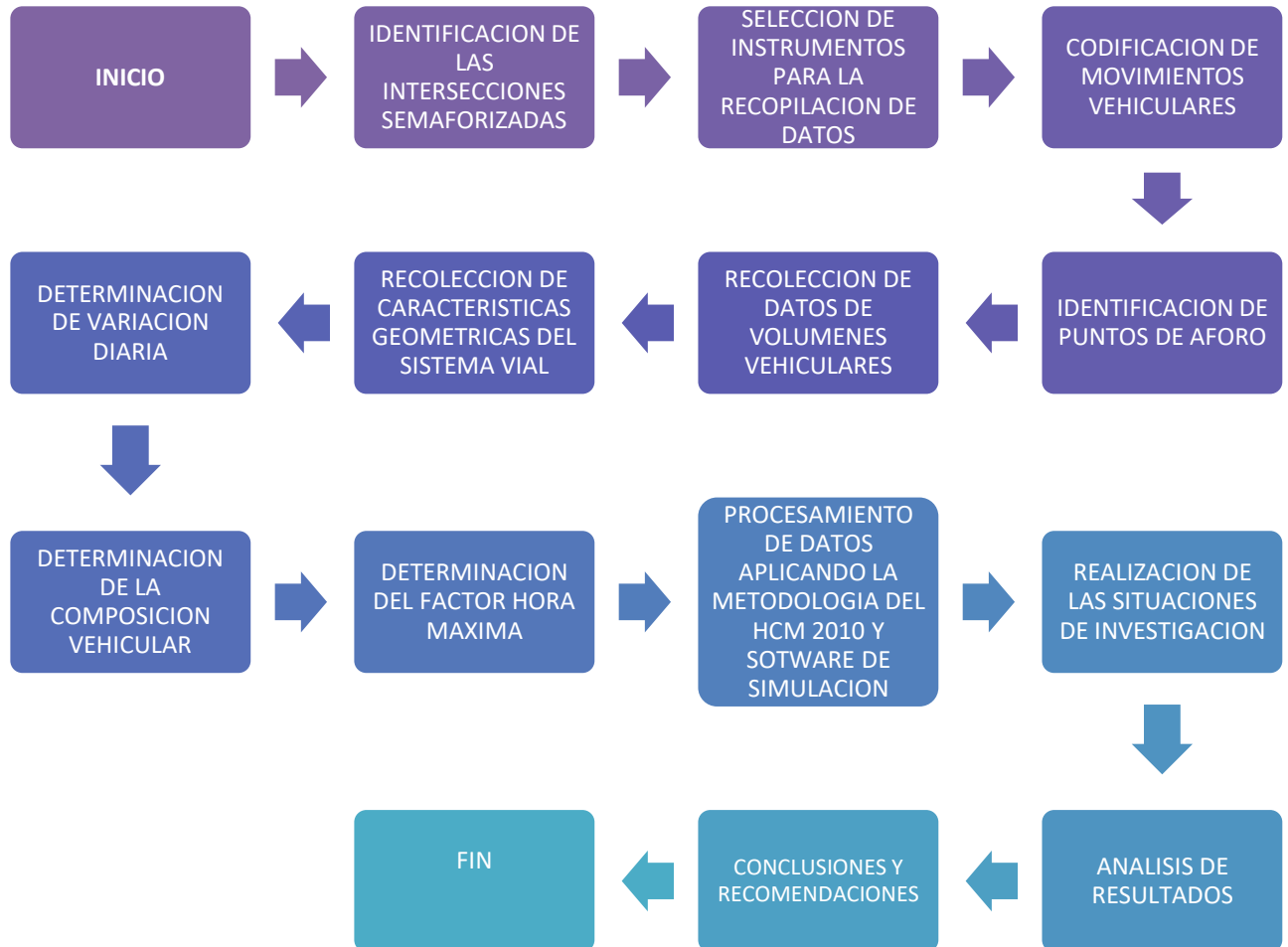
ANALISIS GEOMETRICO Y OPERACIONAL DE LA
CONECCION ENTRE LA AV. EVITAMIENTO Y LA AV. VELASCO
ASTETE Y PROPUESTA DE SOLUCION"



Flujo grama del Diseño de Investigación
Fuente: Elaboración propia



ACTIVIDADES A REALIZARSE PARA EL DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN



Flujo grama de las actividades de la Investigación
Fuente: Elaboración propia



3.3. Población y Muestra

3.3.1. Población

3.3.1.1. Descripción de la Población

La población constituye las intersecciones semaforizadas y no semaforizadas existentes en la Av. Velasco Astete y la Av. Vía de evitamiento en la ciudad del Cusco, las cuales son de gran importancia y requieren un mayor estudio.

3.3.1.2. Cuantificación de la Población

La población está constituida por todas las intersecciones a lo largo del sistema vial en estudio, en total tenemos 6 intersecciones en los ambos sistemas viales comprendidos entre calles y avenidas que lo conforman, tanto de la Av. Velasco como de la Av. Evitamiento.

3.3.2. Muestra

3.3.2.1. Descripción de la Muestra

La muestra seleccionada son las intersecciones semaforizadas y no semaforizadas con mayor incidencia y alto tránsito en el sistema vial de estudio. Las intersecciones son parte del sistema de como componentes de paso. Todas las intersecciones fueron analizadas en cuanto a sus niveles de servicio. Nuestra muestra a estudiar es determinada por:

Sus características de tránsito y circulación, los cuales son obtenidos mediante el aforo manual de 24 horas mediante el cual se determinó la hora punta para el aforo del resto de intersecciones en estudio los realizamos una hora en el sistema vial para determinar el volumen, velocidad, composición y distribución direccional del tránsito.

Las características físicas son obtenidas en base a pendientes, número de carriles, ancho de carriles.

Las características de los sistemas de control son las que se tiene en el sistema vial que regulan la circulación vehicular y que estas serán modificadas en la fase de situaciones futuras para evaluar las condiciones del tiempo de circulación en dicho sistema.



3.3.2.2. Cuantificación de la Muestra:

En nuestro caso la muestra no coincidió con la población. Trece áreas de estudio, cada intersección semaforizada y no semaforizada se detallan a continuación:

- Av. Vía de Evitamiento con Ca. Begonias
- Av. Velasco Astete con Ca. Begonias
- Av. Velasco Astete con Ca. Gardenias
- Av. Velasco Astete con ingreso al aeropuerto
- Av. Velasco Astete con salida del aeropuerto
- Av. Velasco Astete con acceso Ticapata (paradero quiosco)

3.3.2.3. Método de Muestreo:

El método es no probabilístico, ósea el muestreo será intencional o de conveniencia según el criterio del investigador.

- Con la finalidad de tener un perfil de tráfico y determinar las horas puntas.
- Se tomaron en cuenta las intersecciones que forman parte del corredor vial de la Av. Vía de Evitamiento y la Av. Velasco Astete, que forman parte del sistema como componente de paso.
- Se tomaron los datos de vehículos que se encontraban circulando en las vías.
- Se tomaron datos de las características físicas de todo el tramo de vía contenido entre las intersecciones citadas.

3.3.2.4. Criterios de Evaluación de Muestra:

Evaluamos las 06 intersecciones en base a la metodología Highway Capacity Manual 2010 (HCM 2010)

- Determinación de las características del tránsito.
- Determinación de las características semafóricas.
- Determinación de las características geométricas.

3.3.3. Criterios de Inclusión:

Los criterios que tomamos en cuenta para la inclusión son los siguientes:

- Intersecciones viales que estén dentro de la tipología de intersecciones semaforizadas.



- Intersecciones viales que enlace los sistemas viales más importantes de la ciudad del Cusco.
- Intersecciones viales con gran flujo vehicular (demanda).
- Intersecciones viales que ofrezcan mayor infraestructura vial (oferta).

3.4. Instrumentos:

3.4.1. Instrumentos Metodológicos o Instrumentos de Recolección de Datos:

3.4.1.1. Ficha de aforo vehicular

Con esta ficha se determinó el número de vehículos que circulan en las intersecciones para lograr su clasificación.



Tabla 4: Formato de Conteo Vehicular

HORA		SENTIDO	AUTOS	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER			
DIAGRA. VEHL.									>=3 E bus icon"/>							>= 3S3 icon"/>				>=3T3 icon"/>
07:30	07:45	OESTE -ESTE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
07:45	08:00	OESTE -ESTE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
08:00	08:15	OESTE -ESTE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
08:15	08:30	OESTE -ESTE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PARCIAL:			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración Propia



3.4.1.2. Ficha de Características Semafóricas de la vía

Con esta ficha se determinó las características semafóricas que poseen las intersecciones en estudio.

Tabla 5: Ficha de Características Semafóricas de la Vía

FICHA DE CARACTERISTICAS SEMAFORICAS DE LA VIA		
TESIS:		
ELABORADO POR:		
INTERSECCION:		
DIA:		
TIEMPO DE SEMAFORIZACION	ROJO	
	AMBAR	
	VERDE	



Fuente: Elaboración Propia

3.4.1.3. Ficha de Características Geométricas de la vía

Con esta ficha se determinó las características geométricas que poseen los ramales de cada intersección en estudio.



Tabla 6: Ficha de Características Geométricas de la Vía formato de Entrada General para el análisis de las intersecciones.

 FORMATO DE ENTRADA 									
TESIS		CONDICIONES GEOMETRICAS DE CIRCULACION							
		ACCESO HACIA EL	NUMERO DE CARRIL	ANCHO DE CARRIL					
ELABORADO POR	INTERSECCION	NORTE							
INTERSECCION		SUR							
		ESTE							
		OESTE							
		ACCESO HACIA EL	Nº CARRILES	PENDIENTE (%)					
		NORTE							
		NORTE							
		SUR							
		SUR							
		ESTE							
		ESTE							
		OESTE							
		OESTE							
		ACCESO HACIA EL	Nº CARRILES	MOV.	CICLO SEMAFORICO				
		NORTE			VERDE	AMBAR	ROJO	PERMITIDO	EXCLUSIVO
		NORTE							
		SUR							
		SUR							
		ESTE							
		ESTE							
		OESTE							
		OESTE							

Fuente: Elaboración Propia



3.4.2. Instrumentos de Ingeniería:

Instrumentos de Campo

Los instrumentos de campo usados en la investigación se tienen el siguiente:

- ✓ Equipo topográfico GPS Diferencial, trípode, GPS Navegador, wincha, cámara fotográfica.

Instrumentos de Gabinete.

Para la investigación se utilizó herramientas y equipos necesarios para realizar los cálculos y procesamiento de datos que son lo siguiente:

- ✓ Libretas de campo.
- ✓ Laptops.
- ✓ Calculadoras
- ✓ Software

3.4.3. Software Utilizado:

Synchro 8.0:

Este software nos permitió modelar, optimizar, gestionar y simular los tiempos de semáforos en intersecciones y arterias viales a un nivel macroscópico.

AutoCAD 2019

Herramienta que nos permitió dibujar las intersecciones.

Civil 3D

Herramienta que nos permitió el diseño geométrico de la propuesta vial

3.5. Procedimientos de Recolección de Datos:

3.5.1. Codificación de Movimientos Vehiculares

Identificamos los sentidos de circulación de las intersecciones a estudiar, esto se realizó con fin de codificar los ramales y así unificar los movimientos de los vehículos.

A continuación, se muestran el flujo gramas para las tres intersecciones principales del sistema. Siendo estas intersecciones de mayor conflicto y donde posiblemente sean necesarios dispositivos de control de tránsito.

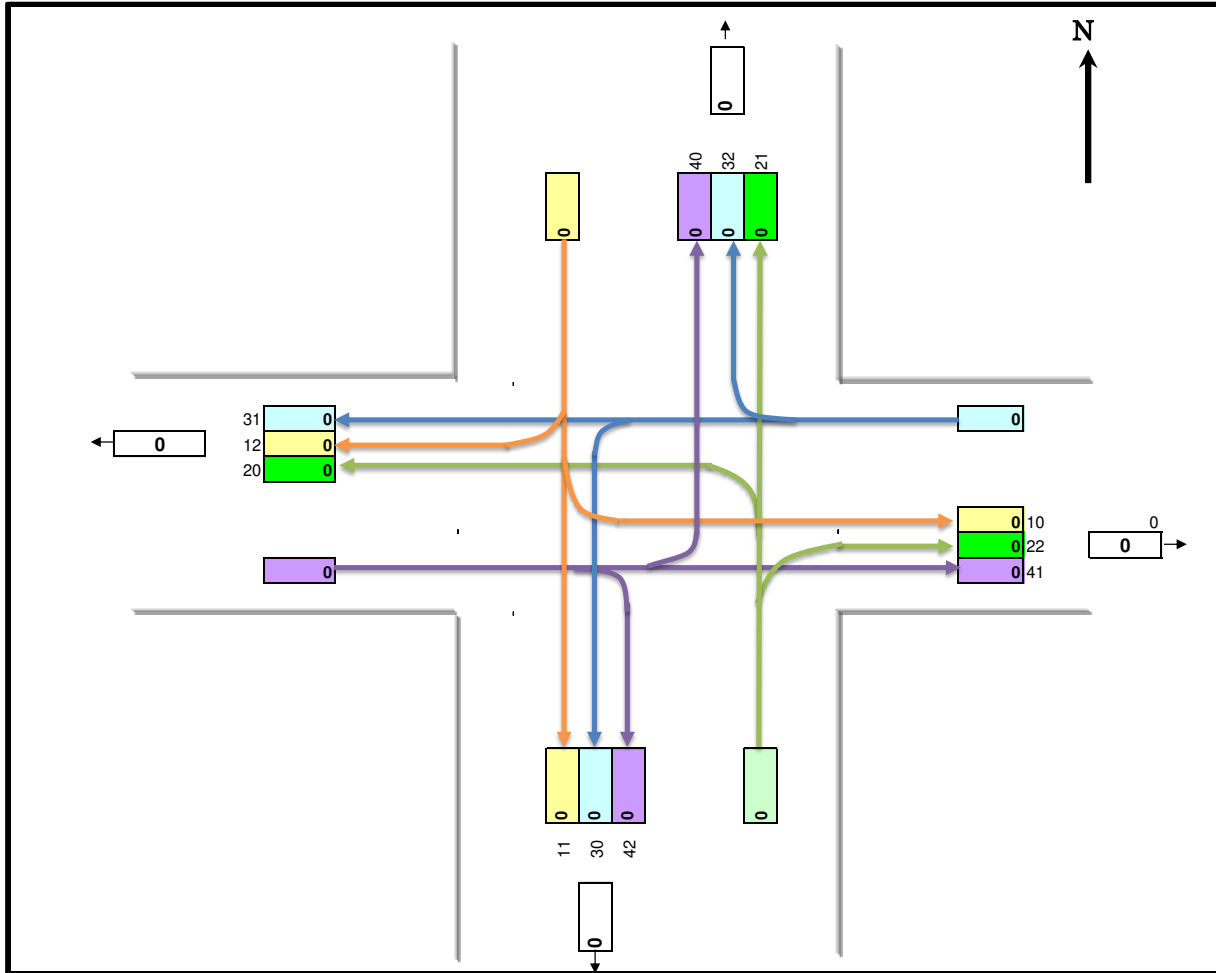


Ilustración 2 Codificación de movimientos vehiculares.

Accesos:

<ul style="list-style-type: none"> - Hacia el sur 10: Norte – Sureste 11: Norte – Sur 12: Norte – Suroeste 	<ul style="list-style-type: none"> - Hacia el Norte: 20: Sur – Noreste 21: Sur – Norte 22: Sur – Noroeste
<ul style="list-style-type: none"> - Hacia el Oeste: 30: Este – Suroeste 31: Este – Oeste 32: Este – Noroeste 	<ul style="list-style-type: none"> - Hacia el Este: 40: Oeste – Noreste 41: Oeste – Este 42: Oeste – Sureste



Hora Pico del Sistema

Para la evaluación de tráfico se determinó el día de mayor demanda vehicular, la hora pico del sistema se determinó entre las 7:30 a 8:30 en la mañana. Los aforos vehiculares se convirtieron a valores Unidad Coche patrón (UPC) utilizando los valores de la siguiente tabla. Tal conversión se realiza para tomar en consideración el efecto del crecimiento de vehículos de pasajeros afectado por la tasa poblacional correspondiente al área de influencia y vehículos de carga o comerciales afectados por una tasa de crecimiento del PBI.

Tabla 7: Valores para vehículos equivalentes (UPC)

Tipo de Vehículo	Factor UCP
Automóvil o	1.00
Camión	2.50
Camión de 2 ejes o	3.50
Microbús	2.00
Ómnibus	3.00
Articulados	4.00
Camionetas rurales	1.25

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Los flujos existentes calculados por movimiento en valor de unidad coche patrón (UPC) se muestran en la Tabla N° 06. Tales valores son los que se utilizaron para la evaluación de las condiciones operacionales existentes del sistema.

3.5.2. Análisis Operacional

El análisis operacional se realizó a las vías e intersecciones dentro del área de estudio durante la hora pico, este análisis fue realizado siguiendo las metodologías del Manual de Capacidad de Carreteras (HCM 2010) y utilizando el programa de simulación SYNCHRO 8.0 con el que se analizó los indicadores como: Demoras, Volumen/Capacidad, Nivel de Servicio.

La siguiente figura presenta el sistema vial analizado – configuración de intersecciones – numeración de nodos y flujo de la situación actual.



Se realizó la identificación de las estaciones de aforo en las intersecciones semaforizadas en estudio. Tomando en cuenta una posición estratégica para una adecuada toma de datos. Las estaciones de aforo se detallan a continuación:



Ilustración 3: Se visualiza los puntos de aforo.



PROCEDIMIENTO

Codificación De Movimientos Vehiculares

En la intersección de estudio se identificaron los sentidos de circulación con el fin de unificar los movimientos vehiculares y codificar los ramales de ingreso a la intersección, esto facilito el procesamiento de datos. La nomenclatura utilizada se observa en los gráficos.

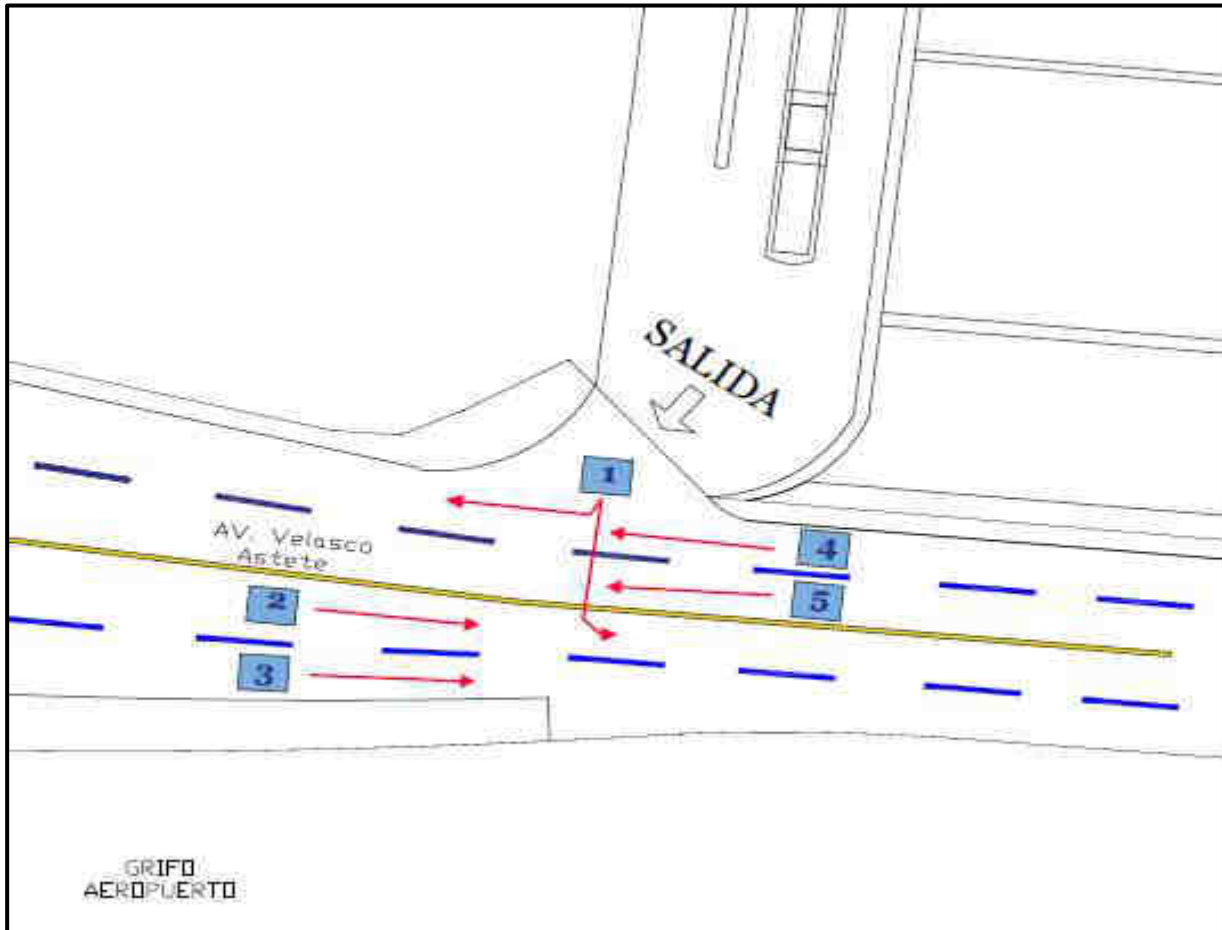


Ilustración 4: SALIDA DEL AEROPUERTO

RECOLECCIÓN DE VOLÚMENES VEHICULARES

La finalidad de los aforos de los volúmenes vehiculares fue establecer la capacidad vial y el nivel de servicio que presentan las intersecciones semaforizadas y no semaforizadas de la presente Tesis; por medio de estos aforos se obtuvo:

- Clasificación vehicular (livianos, pesados).
- Puntos de conflicto
- Movimientos direccionales en las intersecciones semaforizadas en intervalos de tiempo.
- Volúmenes vehiculares



Datos

Tabla de características geométricas de la vía

Tabla 8: Condiciones Geométricas y de Circulación.

CONDICIONES GEOMETRICAS Y DE CIRCULACIÓN					
ACCESO HACIA EL :		NUMERO DE CARRIL	ANCHO CARRIL (m)	% V. PESADOS	GIROS IZQ. (veh)
NORTE		-	-	-	-
SUR		1	5	0.5	42
ESTE		2	3.15	2.4	-
		3	3.15		
OESTE		4	3.15	0.70	-
		5	3.15		
ACCESO HACIA EL	PENDIENTE (%)	ESTACIONAMIENTO		PARADEROS	
		S o N	Nm	S o N	Autobuses
NORTE	-	-	-	-	-
SUR	1.50%	NO	0	NO	0
ESTE	-1.20%	NO	0	NO	0
OESTE	1.20%	NO	0	SI	61

Fuente: Elaboración propia

Recolección de datos de la intersección semaforizada Av. Velasco Astete- Entrada del Aeropuerto nacional Velasco Astete



Ilustración 5: Aforamiento vehicular intersecciones calle Las Begonias con la Vía Evitamiento.

Fuente: Elaboración propia

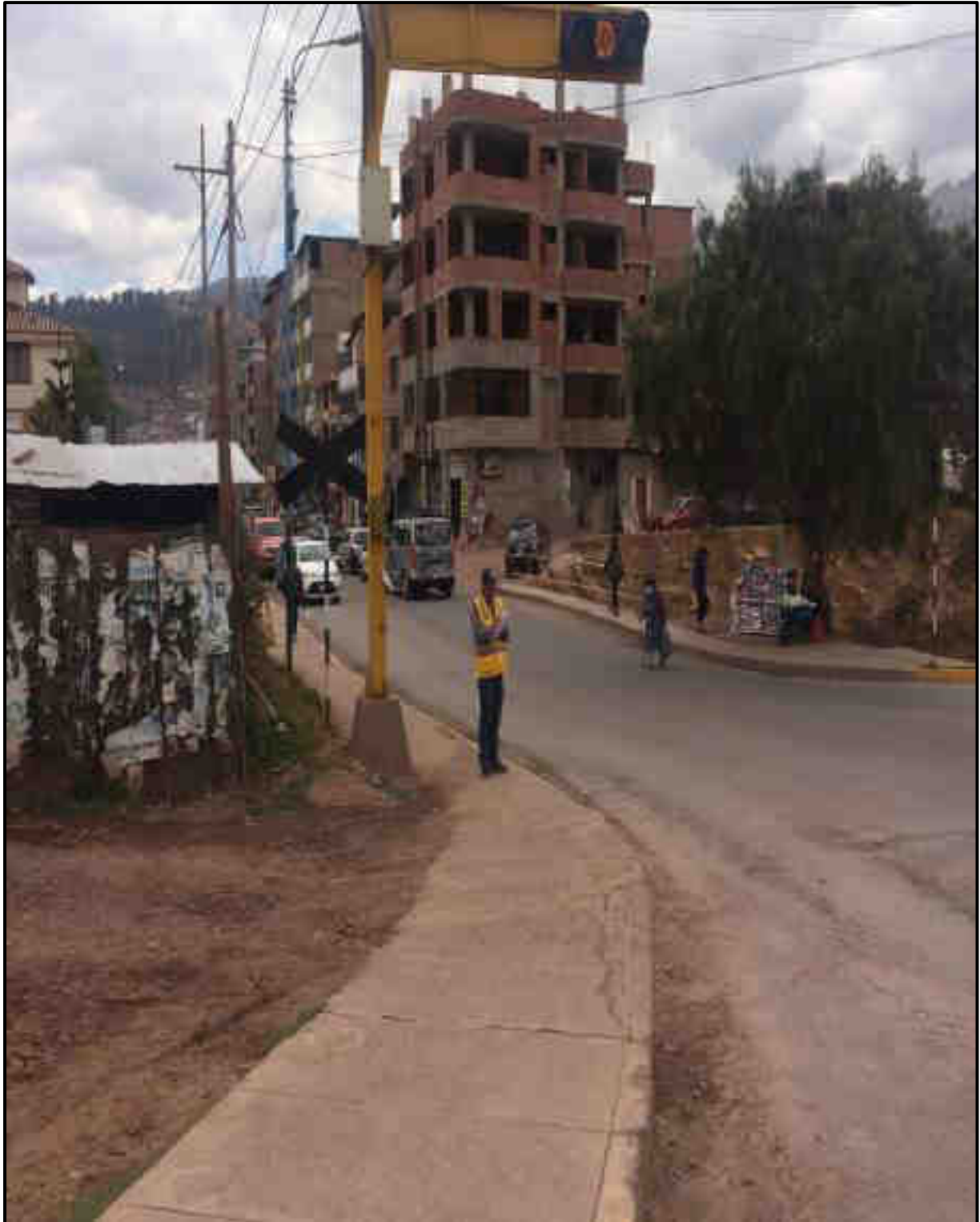


Ilustración 6: Aforamiento de la intersección de ingreso de Agua Buena con calle las Begonias.

Fuente: Elaboración propia



DATOS

Recolección de datos de la intersección no semaforizada Av. Velasco Astete- Calle Gardenias

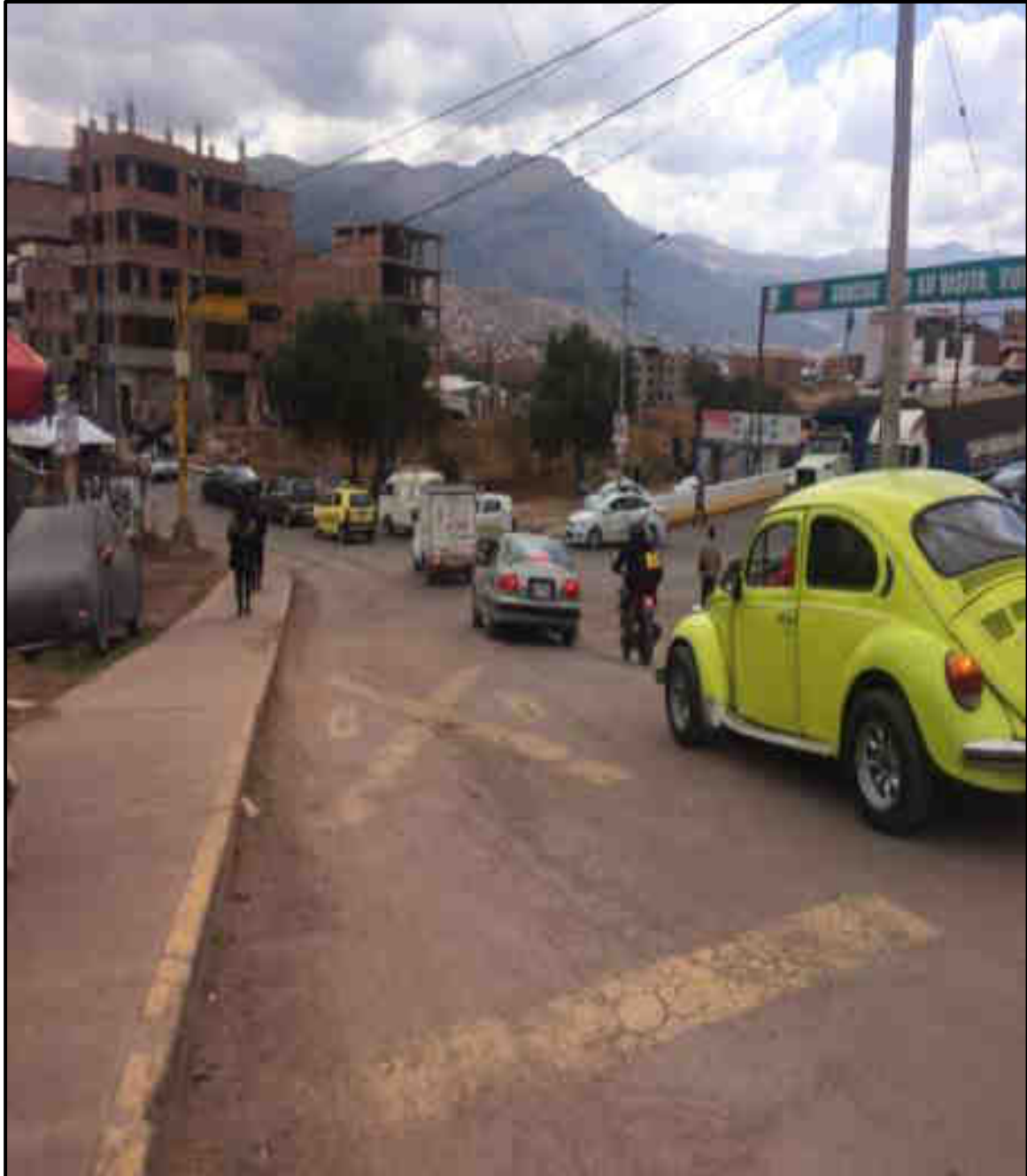


Ilustración 7: Punto de conflicto entre Vía Evitamiento, salida de la Urb. Agua Buena y calle Begonias.

Fuente: Elaboración propia



Datos

Recolección de datos de la intersección semaforizada Av. Velasco Astete- Calle los Rosales



Ilustración 08: Punto de conflicto en el carril de subida de la Vía de Evitamiento.

Fuente: Elaboración propia



Ilustración 09: Determinación de ciclo semafórico entre calle Begonias con la salida de Urb. Agua Buena.

Fuente: Elaboración propia



Datos

Recolección de datos de la intersección no semaforizada Av. Evitamiento- Urb. Agua Buena

3.5.3. Trafico Actual Sin Proyecto

Es el escenario en el cual se tiene las demoras y niveles de servicio para el año 2019 y sin considerar el impacto del proyecto.

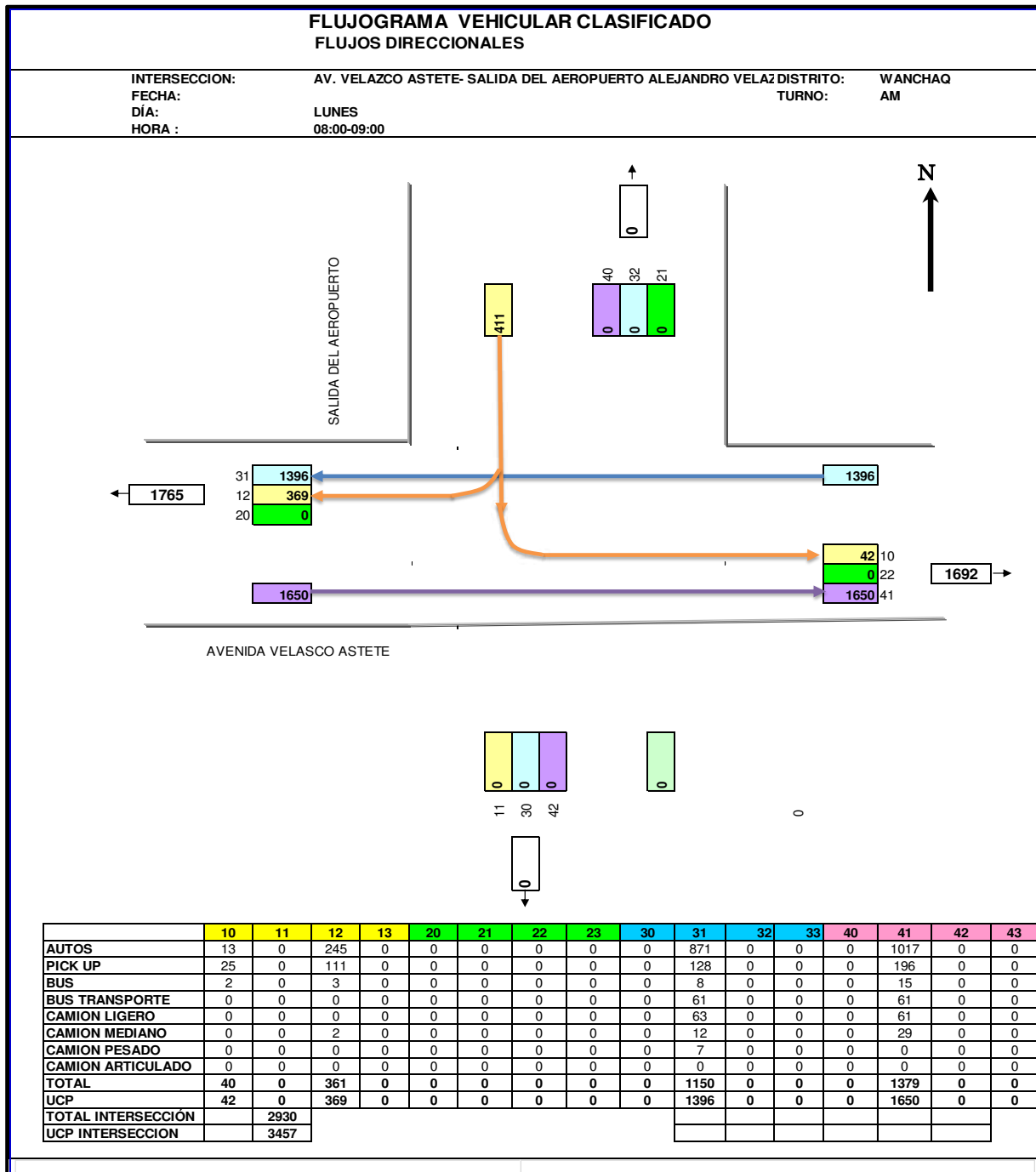


Ilustración 10: Flujo vehicular Av. Velazco Astete.



Fuente: Elaboración propia.

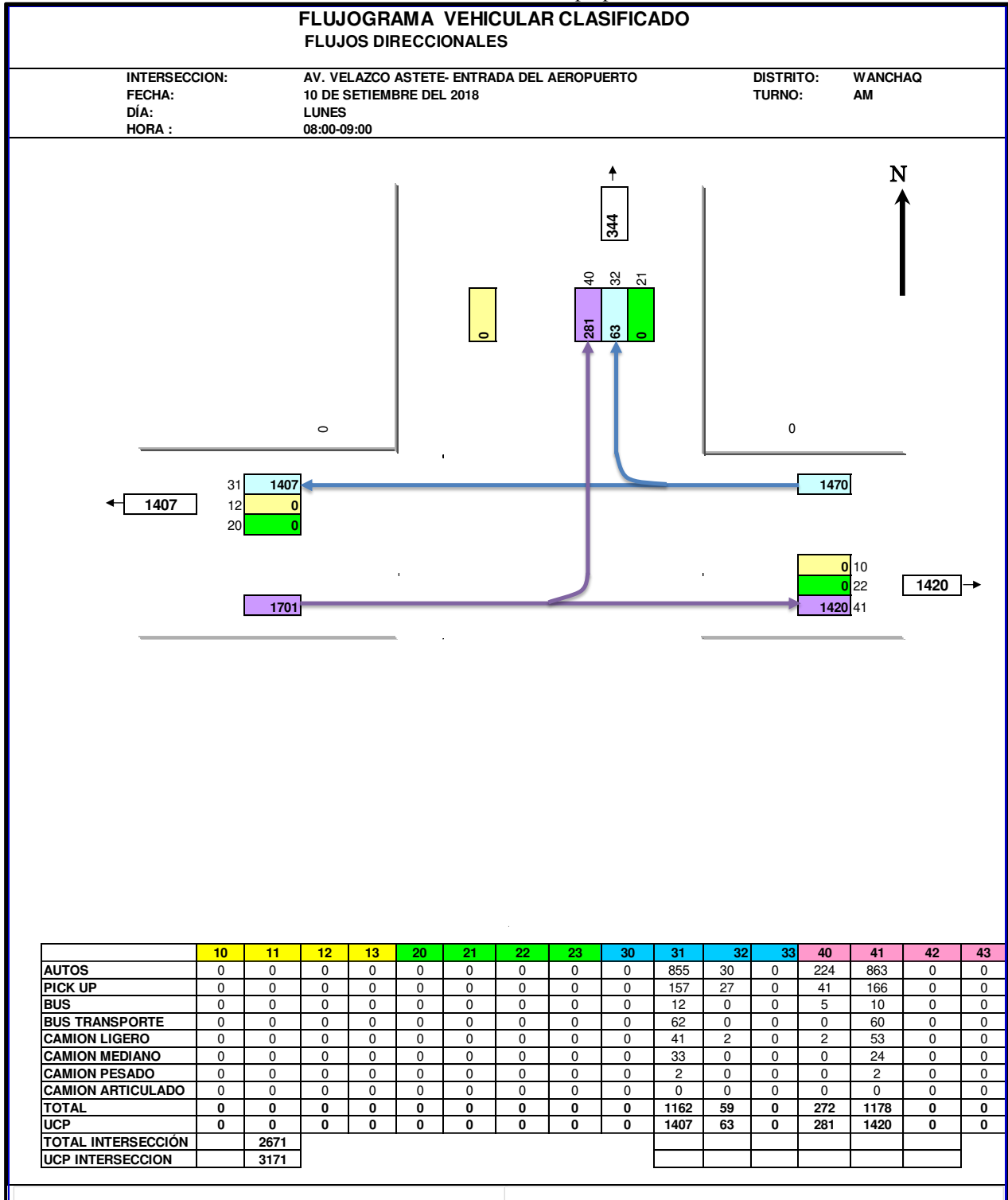


Ilustración 11: Flujo vehicular Av. Velazco Astete.

Fuente: Elaboración propia.

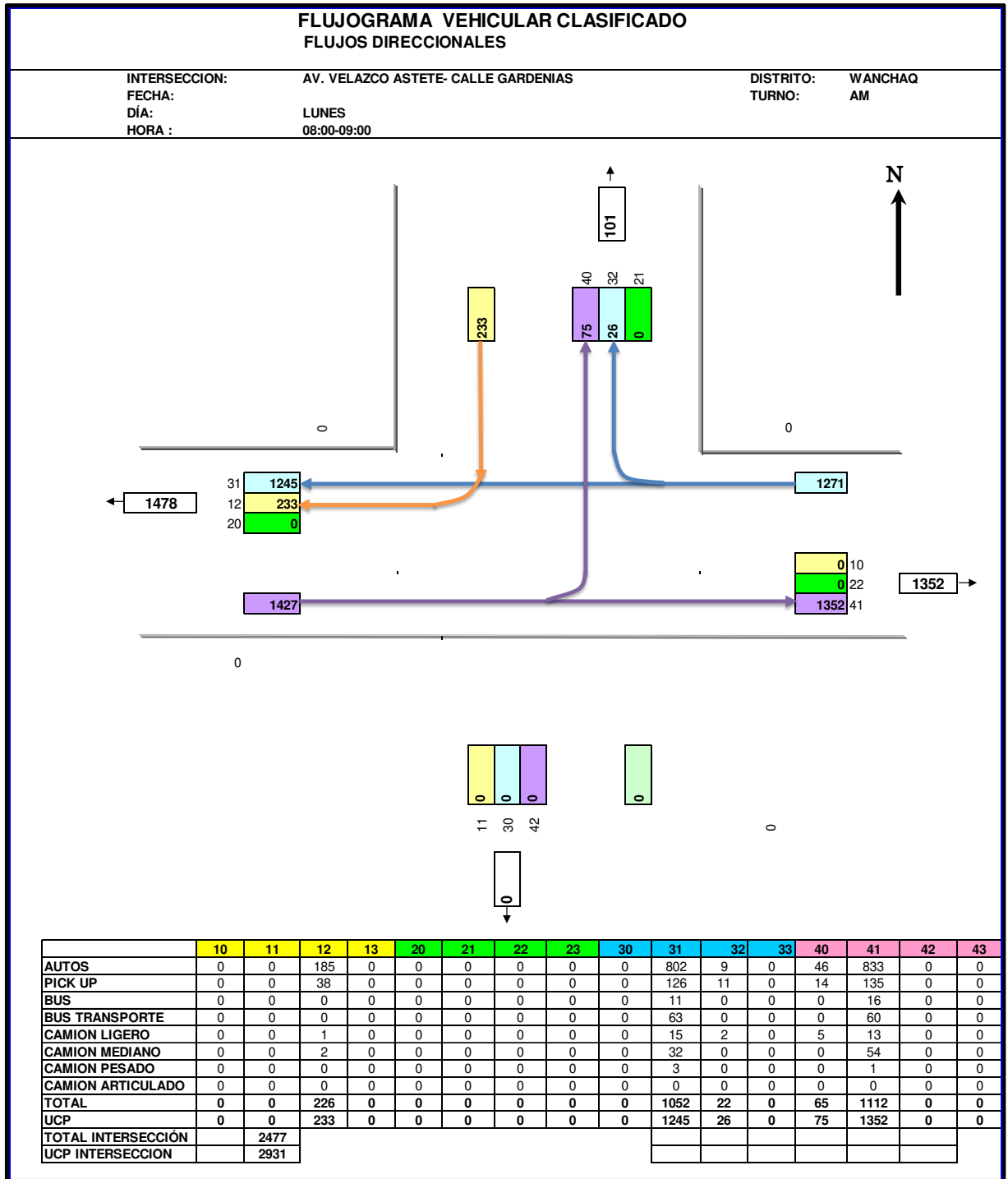


Ilustración 12: Flujo vehicular de calle las Gardenias.

Fuente: Elaboración propia.

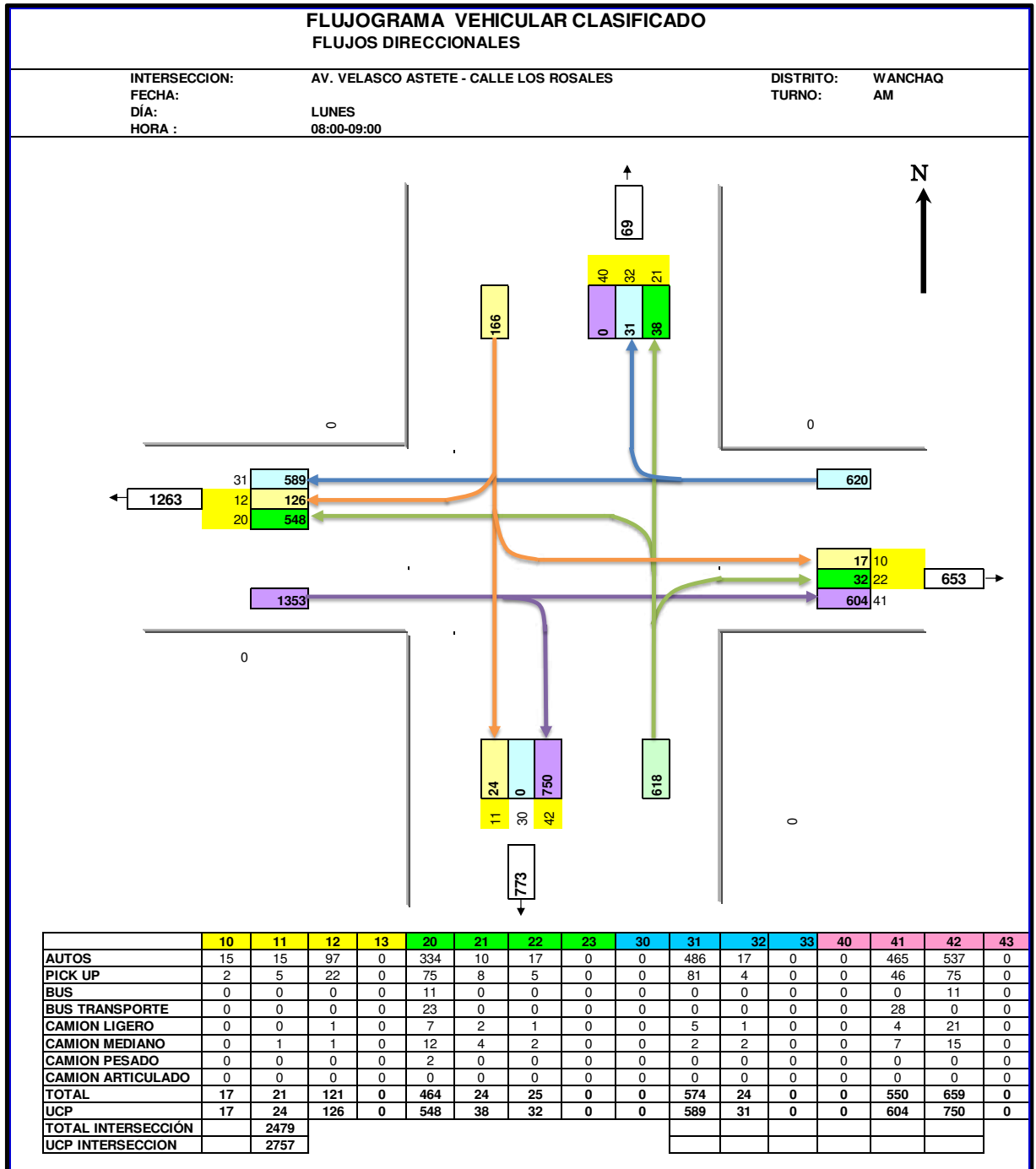


Ilustración 13: Flujo vehicular Av. Velasco Astete con calle las Begonias.

Fuente: Elaboración propia.

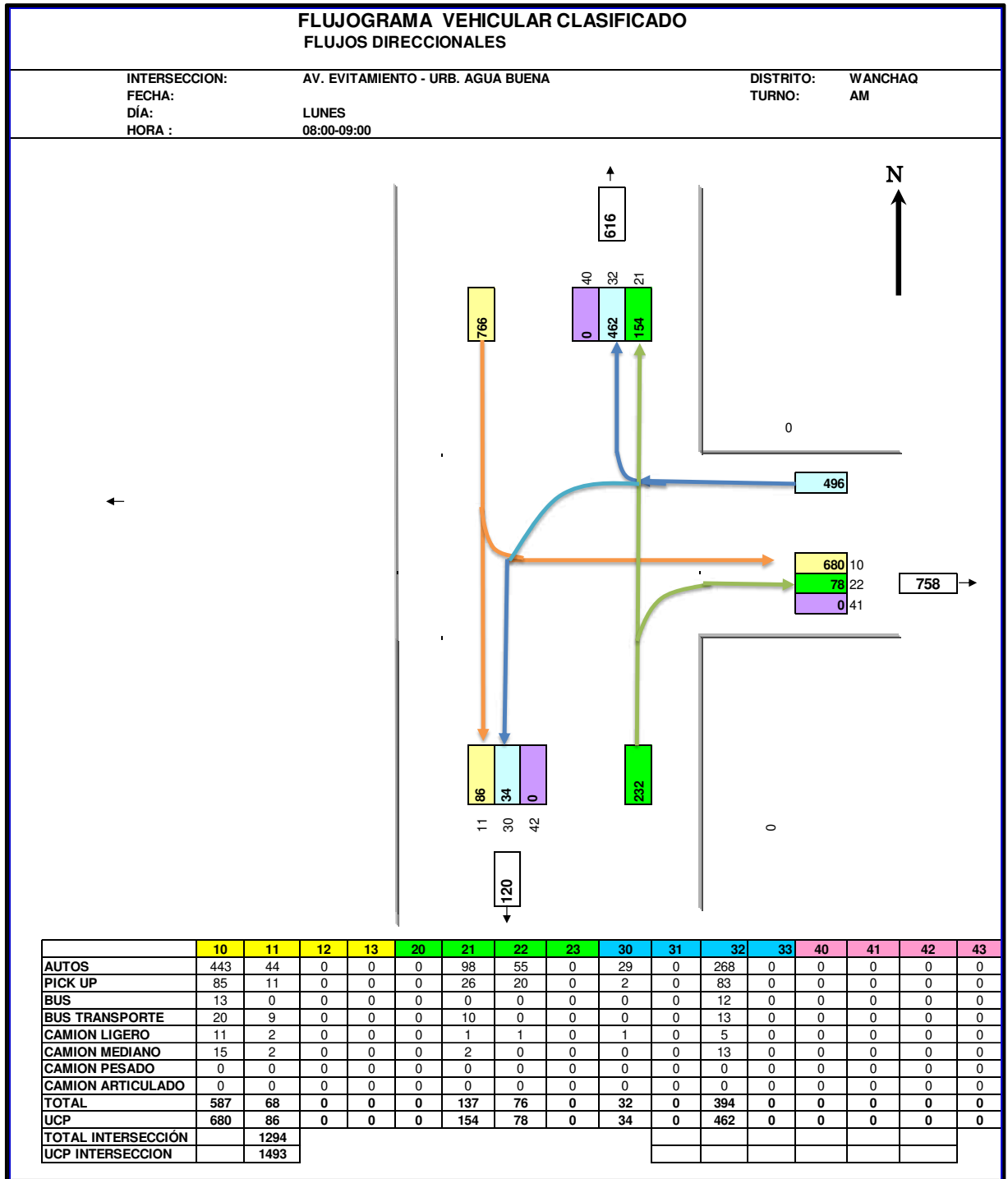


Ilustración 14: Flujo vehicular entre salida de la Urb. Agua Buena con la Av. Evitamiento.

Fuente: Elaboración propia.



Día Crítico en día de la Semana:



Ilustración 15: Geometría del sistema vial del modelamiento.

Fuente: SYNCHRO V 8.



Generación de viajes del Colegio la Salle

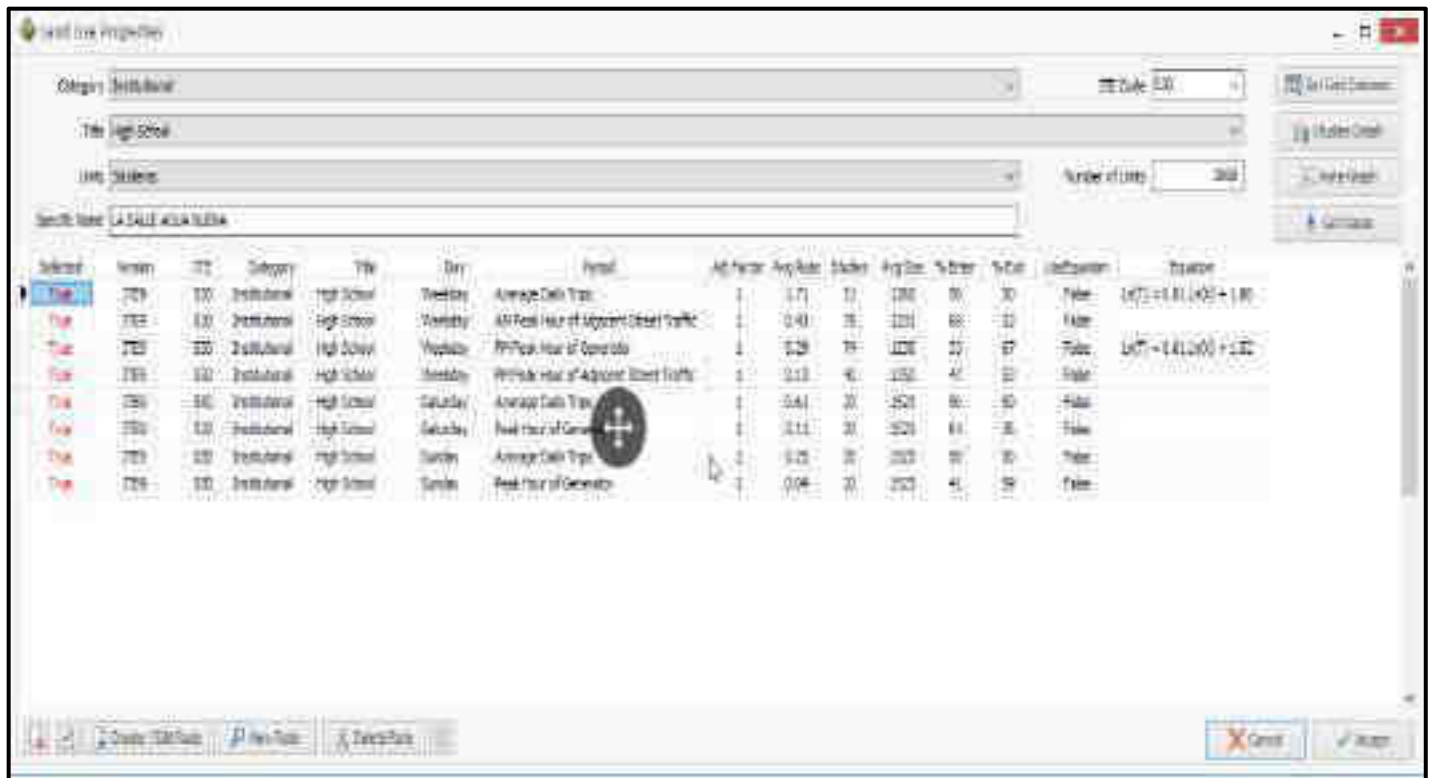


Ilustración 16: Generación de viajes al colegio la Salle en Synchro V.8

Fuente: Elaboración propia.

En total se han agregado 100 vehículos en base al manual de generación de viajes por la presencia del Colegio la Salle, sin embargo, por estudios de campo y teniendo condiciones locales del Perú, se han contado 1172 vehículos en total, dado que la mayoría de alumnos llegan en taxi o autos propios.

Cantidad De Alumnos Y Personal Administrativo

Tabla 8: Resumen de cantidad personal y vehículos.

KÍNDER	CANTIDAD DE ALUMNOS
Cuna 0-2 años	15
Cuna 2-3 años	15
Inicial 3 años (Blanco)	20
Inicial 3 años (Celeste)	20
Inicial 4 años (Anaranjado)	20
Inicial 4 años (Lila)	20
Inicial 4 años (Azul)	20
Inicial 5 años (Amarillo)	20
Inicial 5 años (Verde)	20
Inicial 5 años (Rojo)	20



NIVEL PRIMARIO	CANTIDAD DE ALUMNOS		
	A	B	C
SECCIONES			
1ro de Primaria	50	50	50
2do de Primaria	50	50	50
3ro de Primaria	50	50	50
4to de Primaria	50	50	50
5to de Primaria	50	50	50
6to de Primaria	50	50	50

NIVEL SECUNDARIO	CANTIDAD DE ALUMNOS		
	A	B	C
SECCIONES			
PRIMERO	45	45	45
SEGUNDO	45	45	45
TERCERO	45	45	45
CUARTO	45	45	45
QUINTO	45	45	45

	CANTIDAD DE PERSONAL
PERSONAL ADMINISTRATIVO	17
PERSONAL DOCENTE	86

	NUMERO DE ESTACIONAMIENTOS	
	CAJONES	VEHÍCULOS
ALUMNOS	82	1059
BUSES	15	10
ADMINISTRATIVO	20	103
ESTADIO	50	0
TEATRO	40	0
TOTAL	207	1172



TOTAL, DE ALUMNOS	
KÍNDER	190
PRIMARIA	900
SECUNDARIA	675
PERSONAL ADMINISTRATIVA	17
PERSONAL DOCENTE	86
TOTAL	1868

VEHÍCULOS	1162
-----------	------

Fuente: Elaboración propia.



Ilustración 18: Demoras en las intersecciones del Sistema actual.

Fuente: SYNCHRO 8.0



Ilustración 19: Niveles de Servicio en las Intersecciones del Sistema - Actual.

Fuente: SYNCHRO 8.0



Ilustración 20: Relación de Saturación V/C en las Intersecciones del Sistema Actual año 2019.

Fuente: SYNCHRO V.8



En resumen, se tiene la siguiente tabla que muestra las condiciones actuales en el año 2019.

Tabla 9: Resumen de cantidad personal y vehículos.

ESCENARIO 01: ACTUAL + COLEGIO					
#	INTERSECCIÓN	DEMORAS	NDS	ICU	V/C
		seg/veh	(A-F)	%	(Vol-Cap)
1	Acceso Ticapata	33.9	C	83	1.04
2	Av. Velasco con Salida Aeropuerto	1.6	A	121	0.78
3	Av. Velasco con Ingreso Aeropuerto	199	F	121	1.74
4	Av. Velasco con Ca. Gardenias	885	F	208	4.01
5	Av. Velasco con Ca. Rosales	239	F	136	1.86
6	Av. Rosales con Av. De evitamiento	285	F	190	2.25

Fuente: Elaboración propia.

Se puede observar que las intersecciones 3,4, 5, 6 están colapsadas en la actualidad con el tráfico presente, esto demuestra que se deben tomar acciones en intersecciones que no están semaforizadas o que ya no tiene capacidad.

3.5.4. Estudio de Condiciones Futuras sin Proyecto

Determinar el Tráfico Futuro (proyectado) sin proyecto

La metodología utilizada para determinar el tráfico futuro fue a través del crecimiento compuesto aplicando las tasas de crecimiento poblacional (1.0 %) y PBI (5.72%) para el crecimiento de vehículos de pasajeros y vehículos de carga respectivamente.

A continuación, los datos y formula de la demanda proyectada.

Demanda Proyectada:

$$T_n = T_0 (1 + r)^{(n-1)}$$

Para la proyección de la demanda se utiliza la siguiente fórmula:

Tn = Tránsito proyectado al año en vehículo por día

T0 = Tránsito actual (año base) en vehículo por día



n = año futuro de proyección

r = tasa anual de crecimiento de tránsito

Tasa de Crecimiento por Provincia en %:

r_{vp} = 1.0 Tasa de Crecimiento Anual para vehículos de pasajeros (Tasa según el INEI, crecimiento poblacional Cusco).

r_{vc} = 5.72 Tasa de Crecimiento Anual de para vehículos de carga. (Tasa según el PBI, desarrollo de la actividad económica Cusco)

Para el desarrollo la fórmula de crecimiento compuesto se utilizó como base el tráfico actual aforado, proyectándose con un horizonte de 20 años y aplicando la tasa de crecimiento de acuerdo al tipo de vehículo de pasajero o de carga. A continuación, las tablas de resultados del crecimiento vehicular.

El nuevo tráfico generado es ingresado al modelo de simulación para la evaluación de las condiciones futuras en 2039 sin proyecto, es decir el crecimiento normal del tránsito.

Tabla 10: Tráfico Proyectado - intersección 01

VOLUME SETTINGS	←		←		←	
	EBT	EBR	WBL	WBT	NBL	NBR
Lanes and Sharing (#RL)	1 ↑ 1 ↓			4 ↑	3 ↓	
Traffic Volume (vph)	2450	35	24	2030	25	37
Conflicting Peds. (#/hr)	—	0	0	—	0	0
Conflicting Bicycles (#/hr)	—	0	—	—	—	0
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Growth Factor	1.21	1.21	1.21	1.21	1.21	1.21
Heavy Vehicles (%)	2	2	2	2	2	2
Bus Blockages (#/hr)	0	0	0	0	0	0
Adj. Parking Lane?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Parking Maneuvers (#/hr)	—	—	—	—	—	—
Traffic from mid-block (%)	0	—	—	0	0	—
Link OD Volumes	—	—	—	WB	—	—
Adjusted Flow (vph)	3222	46	32	2670	33	49
Traffic in shared lane (%)	—	—	—	—	—	—
Lane Group Flow (vph)	3268	0	0	2702	82	0

Fuente: SYNCHRO V.8



Tabla 11: Trafico Proyectado a Futuro - intersección 02

VOLUME SETTINGS	EBL	EBT	WBT	WBR	SWL	SWR
Lanes and Sharing (#RL)		↑↑	↑↑		↑	↑
Traffic Volume (vph)	0	2450	1701	0	42	369
Conflicting Peds. (#/hr)	0	—	—	0	0	0
Conflicting Bicycles (#/hr)	—	—	—	0	—	0
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Growth Factor	1.21	1.21	1.21	1.21	1.21	1.21
Heavy Vehicles (%)	8	8	8	8	1	1
Bus Blockages (#/hr)	0	0	0	0	0	0
Adj. Parking Lane?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Parking Maneuvers (#/hr)	—	—	—	—	—	—
Traffic from mid-block (%)	—	0	0	—	0	—
Link OD Volumes	—	EB	WB	—	—	—
Adjusted Flow (vph)	0	3222	2237	0	55	485
Traffic in shared lane (%)	—	—	—	—	—	—
Lane Group Flow (vph)	0	3222	2237	0	55	485

Fuente: SYNCHO 8.0

Tabla 12: Tráfico Proyectado - Intersección 03

VOLUME SETTINGS	EBL	EBT	WBT	WBR	SBL	SBR
Lanes and Sharing (#RL)		↑	↑↑			
Traffic Volume (vph)	281	2220	1705	63	0	0
Conflicting Peds. (#/hr)	0	—	—	0	0	0
Conflicting Bicycles (#/hr)	—	—	—	0	—	0
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Growth Factor	1.21	1.21	1.21	1.21	1.21	1.21
Heavy Vehicles (%)	1	8	8	3	2	2
Bus Blockages (#/hr)	0	0	0	0	0	0
Adj. Parking Lane?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Parking Maneuvers (#/hr)	—	—	—	—	—	—
Traffic from mid-block (%)	—	0	0	—	0	—
Link OD Volumes	—	EB	WB	—	—	—
Adjusted Flow (vph)	370	2920	2242	83	0	0
Traffic in shared lane (%)	—	—	—	—	—	—
Lane Group Flow (vph)	370	2920	2325	0	0	0

Fuente: SYNCHRO V.8



Tabla 13: Tráfico Proyectado - Intersección 04

VOLUME SETTINGS						
	WBL	WBR	SBL	SBR	NEL	NER
Lanes and Sharing (#RL)						
Traffic Volume (vph)	1602	26	1	233	75	2152
Conflicting Peds. (#/hr)	0	0	0	0	0	0
Conflicting Bicycles (#/hr)	—	0	—	0	—	0
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Growth Factor	1.21	1.21	1.21	1.21	1.21	1.21
Heavy Vehicles (%)	8	8	1	1	7	7
Bus Blockages (#/hr)	29	0	0	0	60	0
Adj. Parking Lane?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Parking Maneuvers (#/hr)	—	—	—	—	—	—
Traffic from mid-block (%)	0	—	0	—	0	—
Link OD Volumes	WB	—	—	—	NE	—
Adjusted Flow (vph)	2107	34	1	306	99	2830
Traffic in shared lane (%)	—	—	—	—	—	—
Lane Group Flow (vph)	2141	0	307	0	2929	0

Fuente: SYNCHRO V.8

Tabla 14: Tráfico Proyectado – Intersección 05

VOLUME SETTINGS												
	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Lanes and Sharing (#RL)												
Traffic Volume (vph)	0	604	1550	1	589	31	920	38	32	17	24	126
Conflicting Peds. (#/hr)	0	—	0	0	—	0	0	—	0	0	—	0
Conflicting Bicycles (#/hr)	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Growth Factor	1.21	1.21	1.21	1.21	1.21	1.21	1.21	1.21	1.21	1.21	1.21	1.21
Heavy Vehicles (%)	0	2	7	2	2	2	8	8	8	2	2	2
Bus Blockages (#/hr)	0	0	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Adj. Parking Lane?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Parking Maneuvers (#/hr)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Traffic from mid-block (%)	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—
Link OD Volumes	—	EB	—	—	—	—	—	NB	—	—	—	—
Adjusted Flow (vph)	0	794	2039	1	775	41	1210	50	42	22	32	166
Traffic in shared lane (%)	—	—	33	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Lane Group Flow (vph)	0	1467	1366	0	817	0	0	1260	42	0	220	0

Fuente: SYNCHRO V.8



Tabla 15: Tráfico Proyectado - Intersección 06

VOLUME SETTINGS	WBL	WBR	SBL	SBR	NEL	NER
Lanes and Sharing (#/RL)						
Traffic Volume (vph)	492	462	680	886	552	500
Conflicting Peds. (#/hr)	0	0	0	0	0	0
Conflicting Bicycles (#/hr)	—	0	—	0	—	0
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Growth Factor	1.21	1.21	1.21	1.21	1.21	1.21
Heavy Vehicles (%)	3	8	7	7	2	2
Bus Blockages (#/hr)	0	0	0	0	0	0
Adj. Parking Lane?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Parking Maneuvers (#/hr)	—	—	—	—	—	—
Traffic from mid-block (%)	0	—	0	—	0	—
Link OD Volumes	—	—	SB	—	NE	—
Adjusted Flow (vph)	647	608	894	1165	726	658
Traffic in shared lane (%)	—	—	—	—	—	—
Lane Group Flow (vph)	647	608	2059	0	1384	0

Fuente: SYNCHRO V.8.

3.5.5. Análisis Operacional.

A continuación, el análisis operacional de las vías e intersecciones dentro del área de estudio durante la hora pico este análisis es realizado siguiendo la metodología del Manual de Capacidad de Carreteras (HCM 2010 o su versión más reciente) utilizando programas de simulación SYNCHRO 8.0 y se analizó los indicadores de: Demoras, Volumen/Capacidad, Nivel de Servicio.

Día crítico en día de la semana:



Ilustración 21: Día pico AM-Volúmenes vehicu4ares a futuro sin Proyecto.

Fuente: SYNCHRO 8.0.



Ilustración 22: Día pico AM-Niveles de servicio futuro sin impacto vial, año 2039.

Fuente: SYNCHRO 8.0



Ilustración 23: Demoras en las intersecciones - En el año futuro 2039.

Fuente: SYNCHRO 8.0.



Ilustración 24: ICU% - índice de Capacidad de las Intersecciones - Futuro sin proyecto.

Fuente: SYNCHRO 8.0.



Ilustración 25: Relación de Saturación V/C - En el año Futuro 2039.

Fuente: SYNCHRO 8.0



En el futuro y sin PROYECTO alguno, las tasas de ocupación están por debajo del 100%. Sin embargo, hay intersecciones que están saturadas y tienen valores muy por encima del 100%.

Tabla 17: Resultados de la Modelación a Futuro sin Proyecto

ESCENARIO 02: FUTURO +20 AÑOS					
#	INTERSECCION	DEMORAS	NDS	ICU	V/C
		seg/veh	(A-F)	%	(Vol-Cap)
1	Acceso Ticapata	198	F	99	1.49
2	Av. Velasco con Salida Aeropuerto	34	D	145	1.83
3	Av. Velasco con Ingreso Aeropuerto	294	F	145	2.11
4	Av. Velasco con Ca. Gardenias	1212	F	250	5.03
5	Av. Velasco con Ca. Rosales	375	F	162	2.55
6	Av. Rosales con Av. De evitamiento	409	F	228	2.27

Fuente: Elaboración Propia.

El NDS de las intersecciones se mantiene en F para la mayoría, sin embargo, se han aumentado notablemente las demoras, generando mayor perjuicio a la fluidez vehicular y la circulación. Para el horizonte del proyecto en 20 años, tenemos así toda la red vial colapsada y es necesario tomar acciones de mejoramiento de la capacidad vial.

3.5.6. Estudio de Condiciones Futuras Con Proyecto

Se considera el crecimiento normal adicionando la existencia de zonas comerciales en un escenario de 20 años en el futuro. Se proyectaron los volúmenes vehiculares considerando el crecimiento poblacional y el PBI según el tipo de vehículo.

3.5.7. Determinación de Tráfico del Proyecto

Para ello se consideran tres tráficos:

- ✓ Tráfico normal futuro, es el tráfico actual proyectado a 20 años afectado a las tasas de crecimiento poblacional y PBI, de acuerdo al tipo de vehículo de pasajeros o de carga (comerciales), respectivamente.



- ✓ Tráfico esperado, es el tráfico que genera una edificación de tipo servicio de forma indirecta haciendo que crezca el tráfico a su alrededor.
- ✓ Tráfico generado, es el tráfico que produce la nueva vía por la presencia de peatones y autos, no es el caso de este estudio ya que es el mejoramiento de una vía.
- ✓ En este caso es necesario proyectar a futuro la cantidad de viajes obtenidos en el modelo de demanda.

3.5.8. Determinar el Tráfico Futuro (proyectado) con Proyecto.

La metodología utilizada para determinar el tráfico futuro fue a través del crecimiento compuesto aplicando las tasas de crecimiento poblacional (1.0%) y PBI (5.72%) para el crecimiento de vehículos de pasajeros y vehículos de carga respectivamente.

A continuación, los datos y formula de la demanda proyectada.

Demanda Proyectada

$$T_n = T_0 (1 + r)^{(n-1)}$$

Para la proyección de la demanda se utiliza la siguiente fórmula:

T_n = Tránsito proyectado al año en vehículo por día

T_0 = Tránsito actual (año base) en vehículo por día

n = año futuro de proyección

r = tasa anual de crecimiento de tránsito

Tasa de Crecimiento por Provincia en %

$r_{vp} = 1.0$ Tasa de Crecimiento Anual para
vehículos de pasajeros
(Fuente: INEI para la región Cusco)

$r_{vc} = 5.72$ Tasa de Crecimiento Anual para
vehículos de carga
(Fuente: PBI para la región Cusco)

Para el desarrollo la fórmula de crecimiento compuesto se utilizó como base el tráfico actual aforado, proyectándose con un horizonte de 20 años y aplicando la tasa de crecimiento de



acuerdo al tipo de vehículo de pasajero o de carga. A continuación, las tablas de resultados del crecimiento vehicular.

3.5.9. Detalles del Proyecto Vial nuevo.

Según el modelo de demanda, se tienen un total de 1239 viajes nuevos para el conector los cuales se distribuyen de la siguiente manera:

- Sentido este-oeste: 793 viajes
- Sentido oeste-este: 445 viajes

Es necesario proyectar este tráfico a al horizonte de proyecto, es decir a 20 años.

- Sentido este-oeste: 1014 viajes
- Sentido oeste-este: 568 viajes

Este tráfico será re direccionado del tráfico normal presentado en el escenario anterior.

3.5.10. Análisis Operacional:

A continuación, el análisis operacional de las vías e intersecciones dentro del área de estudio durante la hora pico este análisis es realizado siguiendo la metodología del Manual de Capacidad de Carreteras (HCM 2010 o su versión más reciente) utilizando programas de simulación SYNCHRO 8.0 y se analizó los indicadores de: Demoras, Volumen/Capacidad, Nivel de Servicio.



Ilustración 27: Día pico - Demoras para un futuro con conector vial, en el año futuro 2039

Fuente: SYNCHRO.V.8



Ilustración 28: Día pico - Relación V/C para tráfico a futuro, en el año futuro 2039.

Fuente: SYNCHRO 8.0



Tabla 17: Resultado con el Nuevo Modelo con NUEVOS CONECTORES

ESCENARIO 3: FUTURO CON PROYECTO Y SEMAFORIZACIÓN					
#	INTERSECCIÓN	DEMORAS	NDS	ICU	V/C
		seg/veh	(A-F)	%	(Vol-Cap)
1	Acceso Ticapata en Av. Velasco Astete	219	F	123	1.59
2	Av. Velasco con Salida Aeropuerto	3	A	77.8	0.73
3	Av. Velasco con Ingreso Aeropuerto	50	D	77.8	1.22
4	Av. Velasco con Ca. Gardenias	29.2	C	78.5	0.95
5	Av. Velasco con Ca. Rosales	117.8	F	104.1	1.26
6	Av. Rosales con Av. De evitamiento	28	C	95.8	0.91



CAPÍTULO IV - RESULTADOS



Tabla 18: Cuadro Comparativo de Resultados

#	INTERSECCIÓN	ESCENARIO 01: ACTUAL + COLEGIO				ESCENARIO 02: FUTURO + 20 AÑOS				ESCENARIO 03: FUTURO CON PROYECTO Y SEMAFORIZACIÓN + 20 AÑOS			
		DEMORAS	NDS	ICU	V/C	DEMORAS	NDS	ICU	V/C	DEMORAS	NDS	ICU	V/C
		seg/veh	(A-F)	%	(Vol-Cap)	seg/veh	(A-F)	%	(Vol-Cap)	seg/veh	(A-F)	%	(Vol-Cap)
1	Acceso Ticapata	33.9	C	83	1.04	198	F	99	1.49	219	F	123	1.59
2	Av. Velasco Salida Aeropuerto	1.6	A	121	0.78	34	D	145	1.83	3	A	77.8	0.73
3	Av. Velasco Ingreso Aeropuerto	199	F	121	1.74	294	F	145	2.11	50	D	77.8	1.22
4	Av. Velasco con Ca. Gardenias	885	F	208	4.01	1212	F	250	5.03	29.2	C	78.5	0.95
5	Av. Velasco con Ca. Rosales	239	F	136	1.86	375	F	162	2.55	117.8	F	104.1	1.26
6	Av. Rosales con Av. De Evitamiento	285	F	190	2.25	409	F	228	2.27	28	C	95.8	0.91

Fuente: Elaboración propia.

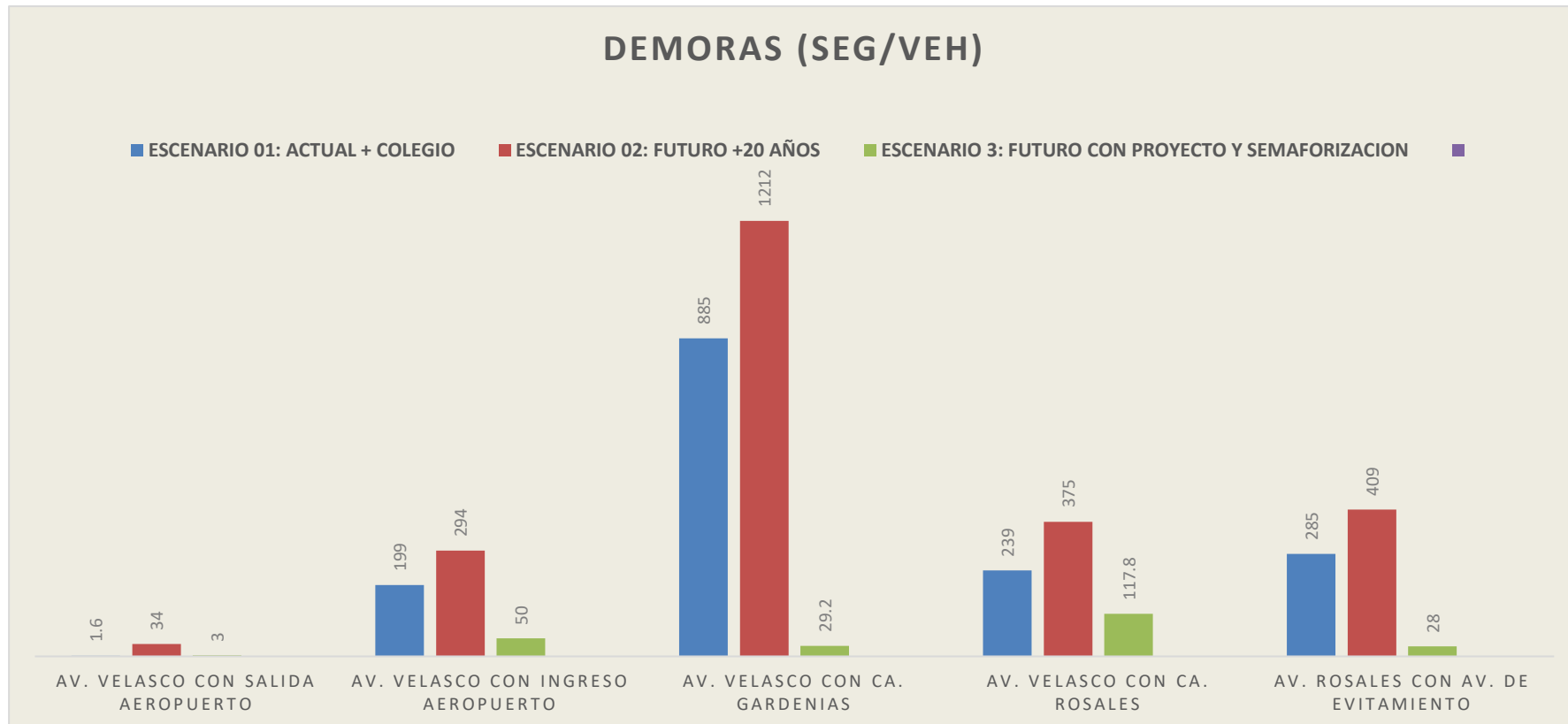


Gráfico 1: Representación de demoras.

Fuente: Elaboración propia.

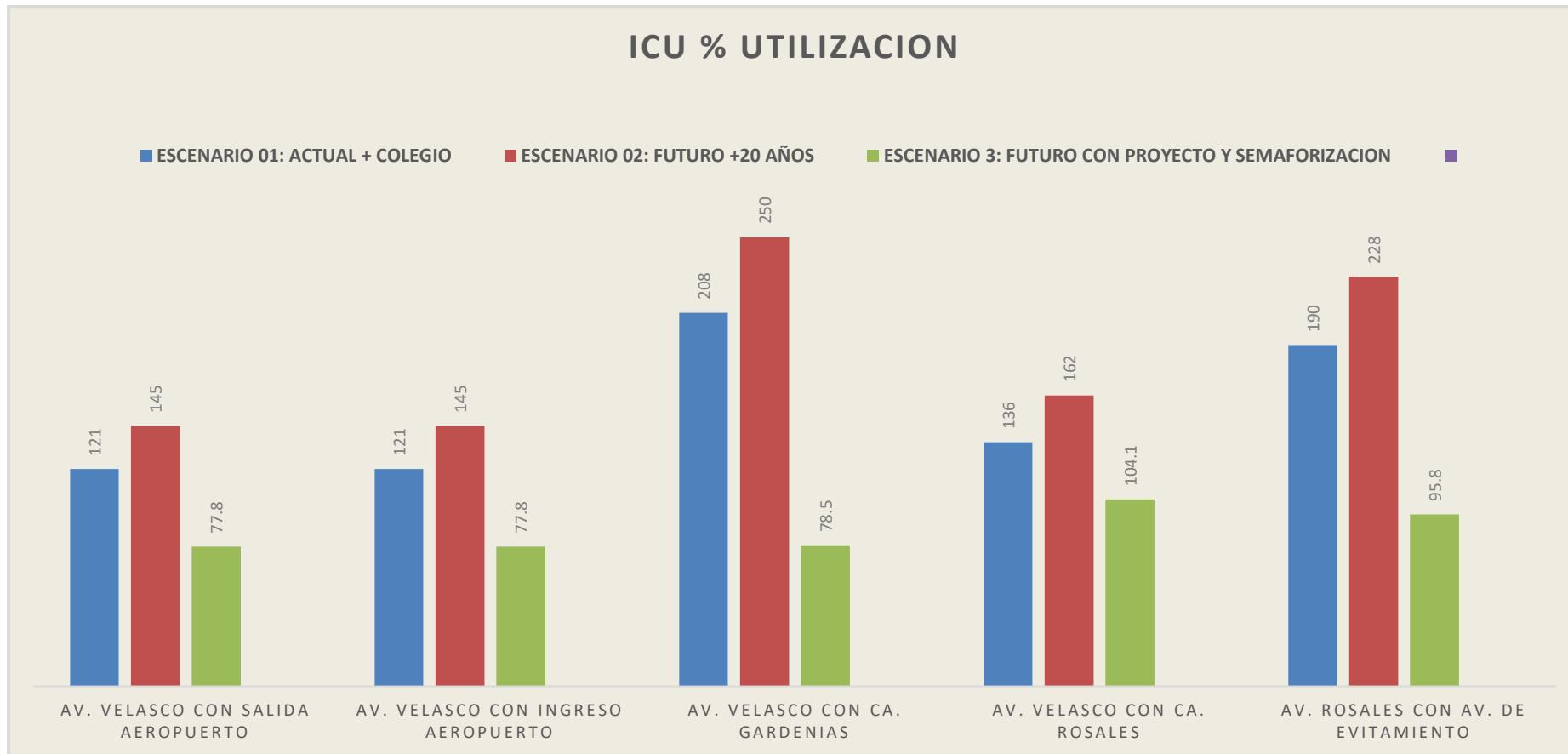


Gráfico 2: ICU % de Utilización

Fuente: Elaboración propia.

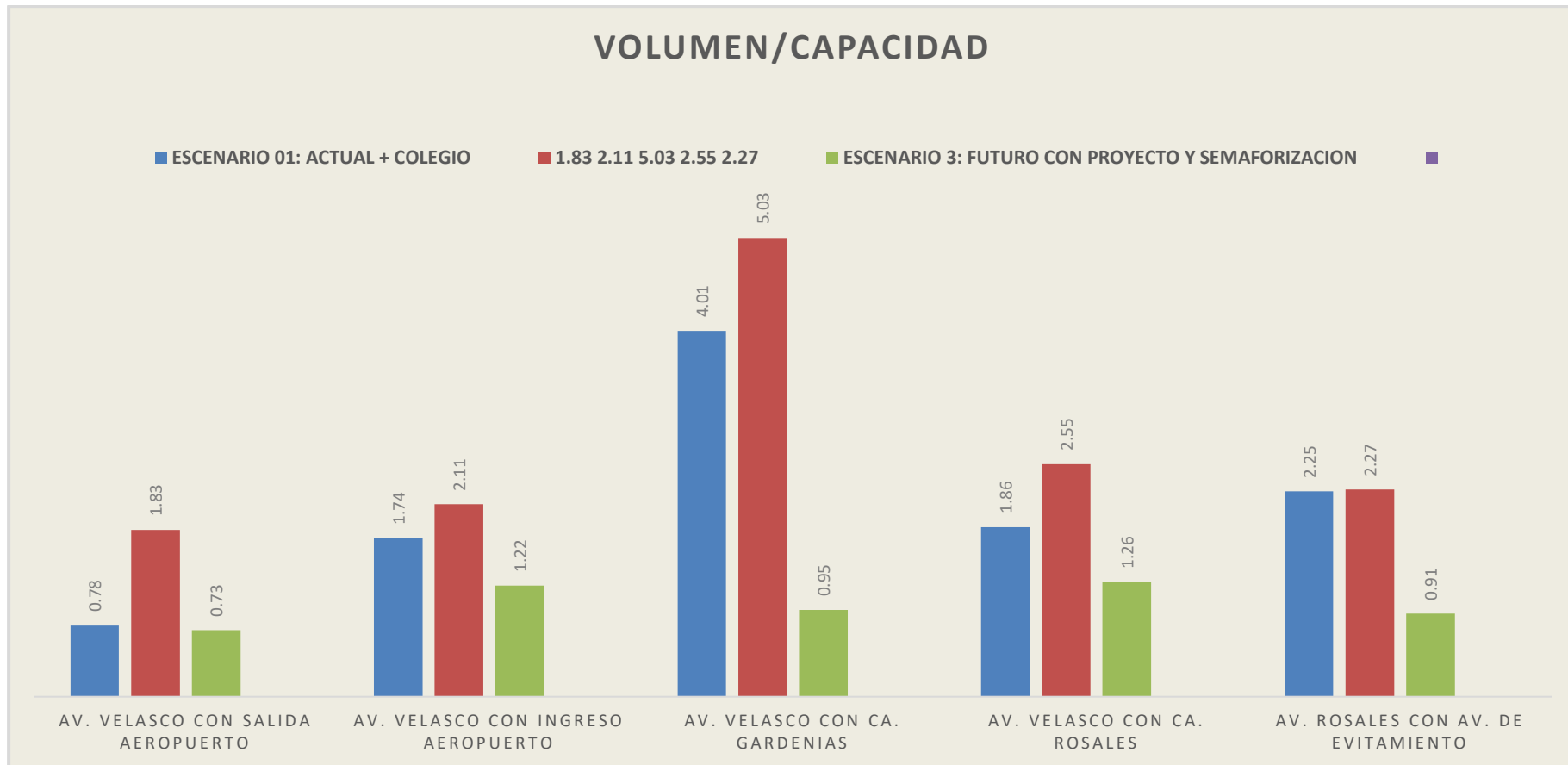


Gráfico 3: Representación de Volumen/Capacidad.

Fuente: Elaboración propia.



De la comparación de resultados para los escenarios:

- Actual 2019
- Futuro sin proyecto 2039

- Futuro con proyecto construido CONECTOR 2039

En los gráficos se observa que hay una mejora sustancial en cuanto a los niveles de servicio y relación de saturación. Demostrándose que una vez implementada la nueva infraestructura vial CONECTOR en Av. Velasco tiene un impacto positivo en la vialidad de todo el corredor.

La optimización semafórica y colocación de nuevos semáforos en todos los nodos semaforizados, así como la progresión semafórica.



CAPÍTULO V - DISCUSIÓN

Discusión 1:

¿La conexión nueva de la Av. Evitamiento hacia la Av. Velasco Astete modifica los niveles de servicio?

Si, dado que la nueva infraestructura generara nuevo tráfico atraído, nuevos vehículos con dirección hacia el colegio la Salle directamente, alterando los valores de demoras y la relación de volumen capacidad.

Discusión 2:

¿Es posible la adecuación de los métodos y aplicación de la metodología del HCM (Highway Capacity Manual) en el Perú?

Si, dado que es una metodología recomendada por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones en el capítulo de capacidad vial del Manual de Diseño Geométrico de vías DG – 2018. El mismo que describe una metodología con muchos parámetros de valores locales propios de la infraestructura de la Av. Evitamiento y Av. Velasco Astete, así como tráfico presente en la ciudad del Cusco.

Discusión 3:

¿Para los procesos de cálculos, análisis y evaluación de las intersecciones de estudio, es factible el uso del programa especializado SYNCHRO 8.0?

Si, dado que este programa basa sus estimaciones y cálculos de demoras usando la misma metodología del manual de capacidad vial norteamericana HCM 2010.

Discusión 4:

¿Porque cada uno de los accesos a la intersección de estudio posee diferente capacidad y nivel de servicio?

Cada una de la calles o accesos a las intersecciones del sistema Av. Evitamiento y Av. Velasco Astete tienen valores propios de geometría, tráfico y sistemas de control. Una



vez calculado las demoras para cada calle o acceso es necesario ponderarlas en función al volumen de circulación y así obtener un nivel de servicio de la intersección.

Discusión 5:

¿Cómo varía las condiciones de circulación vehicular, la construcción del conector entre las Av. Evitamiento y la Av. Velasco Astete?

El nuevo conector generara nuevos orígenes y destinos que no estaban presentes, por ejemplo, vehículos que utilizaran la Av. Evitamiento y Velasco Astete para llegar al colegio La Salle con gran cantidad de vehículos, lo podrán hacer directamente sin impactar la interacción de Agua Buena y frontis del aeropuerto.



GLOSARIO

Acceso:

Carril o grupo de carriles por el cual transita un flujo vehicular que colinda con otros accesos generando una intersección.

Calzada:

Parte de la carretera destinada a la circulación de Vehículos. Se compone de un cierto número de carriles

Capacidad Vial:

Máximo número de vehículos que tiene razonables probabilidades de pasar por una sección dada de una calzada o un carril durante un periodo de tiempo dado, bajo las condiciones prevalecientes de la carretera y tránsito.

Carril:

Franja longitudinal en que está dividida la calzada, delimitada o no por marcas viales longitudinales.

Ciclo o Longitud de Ciclo:

Tiempo necesario para una secuencia completa de todas las indicaciones del semáforo

Conductor:

Aquel sujeto que maneja el mecanismo de dirección o va al mando de un vehículo.

Infraestructura Vial:

Es todo el conjunto de elementos que permite el desplazamiento de vehículos en forma confortable, segura y eficiente desde un punto a otro en un sistema vial.

Intersecciones Viales:

Las intersecciones son áreas comunes a dos o más vías que se cruzan al mismo nivel o a desnivel.



Nivel de Servicio:

Medida cualitativa descriptiva de las condiciones de circulación de una corriente de tráfico.

Pendiente:

Inclinación de una rasante en el sentido de avance

Ramal:

Es un acceso a la intersección.

Semáforos:

Los semáforos son los elementos reguladores del tráfico por excelencia en las zonas urbanas

Transito:

Fenómeno ocasionado por la presencia de vehículos, personas y demás que circulan por una avenida, calle o autopista.

Vehículo:

Es el nexo entre el conductor que lo maneja y la vía que lo contiene

Velocidad:

Se define como la relación entre el espacio recorrido y el tiempo que se tarda en recorrerlo.

Volumen de Tránsito

Volumen de Vehículos y peatones que transitan por una vía



CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

Conclusión General:

La capacidad vial y nivel de servicio de las intersecciones semaforizadas del entorno a la nueva Av. de Evitamiento antes de construir su continuación está en el rango de E y F, mientras que después de construida esta entre C y D. se cumple parcialmente para la mayoría de las intersecciones.

Conclusiones específicas:

Conclusión específica 01: Las condiciones de tráfico que influyen significativamente en la capacidad vial de las intersecciones a desnivel son mejores que las condiciones de tráfico de las intersecciones semaforizadas del entorno a la nueva Av. de Evitamiento antes y después de construir su continuación. Se cumple para toda la red en estudio.

Conclusión específica 02: Las Condiciones geométricas que influyen significativamente en la capacidad vial de las intersecciones a desnivel son más favorables con respecto a las intersecciones semaforizadas del entorno a la nueva Av. de Evitamiento antes y después de construir su continuación. Se cumple para las intersecciones frente al aeropuerto y de Hilario Mendivil.

Sub Hipótesis 3: Las Condiciones semaforicas que influyen significativamente en la capacidad vial de las intersecciones semaforizadas del entorno a la Av. de Evitamiento antes y después de construir su continuación. Si se cumple, dado que los niveles de servicio y demoras son diferentes al ser optimizadas.

Sub Hipótesis 4: Los tiempos de demora que influyen significativamente en el nivel de servicio de las intersecciones semaforizadas del entorno a la nueva Av. de Evitamiento antes y después de construir su continuación. Si se cumple en todas las intersecciones del sistema.

Sub Hipótesis 5: La relación V/C de las intersecciones semaforizadas del entorno a la nueva Av. de Evitamiento antes y después de construir su continuación. Son mayores a 1, mientras que después de construido están entre el rango de 0.5 y 0.9. Se cumple parcialmente para la mayoría de las intersecciones.



RECOMENDACIONES

RECOMENDACIÓN N°1

El método aplicado a la presente tesis de investigación es recomendado por la normativa vial peruana, pero esta debería adaptarse a la realidad de nuestro país para un mayor asertividad en los resultados, ya que el comportamiento vial es distinto en los Estados Unidos. Para lo cual se recomienda tomar datos de campo para valores como la tasa de saturación base usada.

RECOMENDACIÓN N°2

Se recomienda que las autoridades competentes en materia de regulación del tráfico implementen estas modificaciones y construyan la nueva infraestructura que se presenta en esta tesis con el fin de eliminar zonas truncas en la red vial de Cusco, como es el caso de la Av. De Evitamiento y Velasco Astete.

RECOMENDACIÓN N°3

Se recomienda la optimización de los ciclos de los dispositivos de control de las intersecciones semaforizadas: del sistema vial Av. Evitamiento y Av. Velasco Astete, para una mejora de la funcionalidad de estas intersecciones. Tanto en la situación actual como en la situación de la nueva infraestructura.

RECOMENDACIÓN N°4

Se recomienda realizar futuras investigaciones que comparen costos de implementación entre los tipos de infraestructura vial analizada en nuestro estudio. Así mismo profundizar en el análisis peatonal de toda el área de investigación.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- *Arias Moreno, P. E. (AGOSTO de 2014). ESTUDIO DE IMPACTO VIAL PARA ESCUELAS EN ZONAS URBANAS DE LIMA METROPOLITANA.*
- *Bañón Blázquez, L., & Bevíá García, J. F. (2000). Manual de Carreteras Elementos Proyecto 1.*
- *Caballero Romero, A. E. (2008). Innovaciones en las guías metodológicas para los planes y tesis de maestría y doctorado (Primera Edición ed.). (I. M. Caro, Ed.)*
- *Carlos Fernando, S. A. (14 de NOVIEMBRE de 2017). ANALISIS DE LA CAPACIDAD VIAL Y NIVEL DE SERVICIO DE LA CARRETERA DE SAN SEBASTIAN- CCORAO DE LA PROVINCIA DEL CUSCO- CUSCO. CUSCO.*
- *Carreteras, M. C. (2011). Ministerio de Asuntos Exteriores y de Cooperación. Guatemala: SIECA; 3ra Edición.*
- *Chavez loaliza, I. (2005). Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas. Lima: ICG.*
- *HIGHWAY CAPACITY MANUAL. (2010). WASHINGTON, DC.*
- *MANUAL DE DISEÑO GEOMETRICO DE VIAS URBANAS. (2005). Lima: ICG.*
- *Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2016). MANUAL DE DISPOSITIVOS DE CONTROL DE TRANSITO AUTOMOTOR PARA CALLES Y CARRETERAS. Lima: MTC.*
- *Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2018). Manual de Carreteras DG - 2018. Lima: MTC.*
- *Pedro, A. A. (2012). ANALISIS DE LAS INTERSECCIONES SEMAFORIZADAS DE LA AVENIDA HUAYNA - CAPAC ENTRE AVENIDA DOCE DE ABRIL Y CALLE MARISCAL LAMAR.*
- *Rafael Cal y Mayor R., J. C. (2016). INGENIERIA DE TRANSITO FUNDAMENTOS Y APLICACIONES. MEXICO: Alfaomega Grupo Editor, S.A.*
- *Roberto Hernandez Sampieri. Carlo Fernandez Collado, P. B. (2003, Pag. 4). METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION.*
- *&SIECA, C. (2011). Manual Centroamericano de normas para el Diseño Geométrico de carreteras.*
- *Bañón Blázquez & Beivá García José F., B. (2000). Manual de carreteras. Bañón Blázquez Luis & Beivá García José F. (2000). Manual de carreteras. CAL Y MAYOR & ASOCIADOS. (1998). Ingeniería de Transito.*
- *Comunicaciones, M. d. (2008). Manual para el diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito. Perú.*
- *Instituto Nacional de Estadística e informática - INEI. (s.f.).*
- *Instituto Nacional de estadística e informática - INEI, I. (s.f.). Producto Bruto interno.*
- *Ministerio de Economía y Finanzas, M. (2015). Guía metodológica para PIP de vialidad urbana, a nivel de perfil.*
- *Ministerio de transportes y comunicaciones. (2014). Manual de Carreteras Diseño geométrico DG 2014,*



- *Ministerio de transportes y comunicaciones, M. (2016). Manual de dispositivos de control del tránsito automotor para calles y carreteras.*
- *National Transportation Research Board, N. (2000). Highway Capacity Manual (HCM).*



PROPUESTA DE CONECTIVIDAD ENTRE LA AV. EVITAMIENTO Y LA AV. VELASCO ASTETE Y EVALUACIÓN DE SU FUNCIONABILIDAD OPERATIVA.					
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	VARIABLES INDEPENDIENTES	DIMENSIÓN	INDICADORES
¿Cuál es la diferencia de la capacidad vial y nivel de servicio de las intersecciones del entorno a la nueva vía de Evitamiento antes y después de construir su conexión con la Av. Velasco Astete?	Analizar la capacidad vial y nivel de servicio de las intersecciones semaforizadas: ¿del entorno de la nueva vía de Evitamiento antes y después de construir su conexión con la Av. Velasco Astete	La capacidad vial y nivel de servicio de las intersecciones semaforizadas del entorno a la nueva vía de Evitamiento antes de construir su continuación está en el rango de E y F, mientras que después de construida esta entre C y D.	Intersecciones	Intersecciones Semaforizadas	Semáforos
				Intersecciones a Desnivel	Geometría de la intersección
PROBLEMA ESPECIFICO	OBJETIVO ESPECIFICO	HIPOTESIS ESPECIFICA	VARIABLES DEPENDIENTES	DIMENSIÓN	INDICADORES
¿Cómo varían las Condiciones de tráfico que influyen en la capacidad vial de las intersecciones semaforizadas del entorno a la nueva vía de Evitamiento antes y después de construir su conexión con la Av. Velasco Astete?	Determinar la desigualdad de las Condiciones de tráfico que influyen en la capacidad vial de las intersecciones semaforizadas del entorno a la nueva vía de Evitamiento antes y después de construir su conexión con la Av. Velasco Astete	Las Condiciones de tráfico que influyen significativamente en la capacidad vial de las intersecciones a desnivel son mejores que las condiciones de trafico de las intersecciones semaforizadas del entorno a la nueva vía de Evitamiento antes y después de construir su conexión con la Av. Velasco Astete	Capacidad Vial	Condiciones de Trafico	<ul style="list-style-type: none"> • Vehículos Pesados (%) • Estacionamiento • Paradas de Autobús • Circulación de Peatones y Ciclistas
				Condiciones Geométricas	<ul style="list-style-type: none"> • Número de Carriles • Anchura de Carril (m) • Inclinación de la Rasante • Tipo de área
¿Cuál es la diferencia de las Condiciones geométricas que influyen en la capacidad vial de las intersecciones semaforizadas del entorno a la nueva vía de Evitamiento antes y después de construir su conexión con la Av. Velasco Astete?	Determinar la diferencia de las Condiciones geométricas que influyen en la capacidad vial de las intersecciones semaforizadas del entorno a la nueva vía de Evitamiento antes y después de construir su conexión con la Av. Velasco Astete	Las Condiciones geométricas que influyen significativamente en la capacidad vial de las intersecciones a desnivel son más favorables con respecto a las intersecciones semaforizadas del entorno a la nueva vía de Evitamiento antes y después de construir su conexión con la Av. Velasco Astete		Condiciones Semafóricas	<ul style="list-style-type: none"> • Duración de fase en verde(seg) • Duración de fase en rojo(seg) • Ciclo del Semáforo(seg)
¿Cuál es el estado de las Condiciones semafóricas que influyen en la capacidad vial de las intersecciones semaforizadas del entorno a la nueva vía de Evitamiento antes y	Determinar el estado de las Condiciones semafóricas que influyen en la capacidad vial de las intersecciones semaforizadas del entorno a la nueva vía de	Las Condiciones semafóricas que influyen significativamente en la capacidad vial de las intersecciones semaforizadas del entorno a la nueva vía de			



después de construir su conexión con la Av. Velasco Astete?	Evitamiento antes y después de construir su conexión con la Av. Velasco Astete	Evitamiento antes y después de construir su conexión con la Av. Velasco Astete			<ul style="list-style-type: none">• Giros a la Derecha• Giros a la Izquierda
¿Cuál es la diferencia de los tiempos de demora que influyen en el nivel de servicio de las intersecciones semaforizadas del entorno a la nueva vía de Evitamiento antes y después de construir su conexión con la Av. Velasco Astete?	Comparar los tiempos de demora que influyen en el nivel de servicio de las intersecciones semaforizadas del entorno a la nueva vía de Evitamiento antes y después de construir su conexión con la Av. Velasco Astete	Los tiempos de demora influyen significativamente en el nivel de servicio de las intersecciones semaforizadas del entorno a la nueva vía de Evitamiento antes y después de construir su conexión con la Av. Velasco Astete	Nivel de Servicio	Tiempos de Demora	<ul style="list-style-type: none">• Demora Uniforme• Factor de ajuste de progresión uniforme• Demora incremental• Demora por demanda residual
¿Qué relación V/C de las intersecciones semaforizadas del entorno a la nueva vía de Evitamiento antes y después de construir su conexión con la Av. Velasco Astete?	Determinar qué relación V/C de las intersecciones semaforizadas del entorno a la nueva vía de Evitamiento antes y después de construir su conexión con la Av. Velasco Astete	La relación V/C de las intersecciones semaforizadas del entorno a la nueva vía de Evitamiento antes construir su continuación son mayores a 1, mientras que después de construido están entre el rango de 0.5 y 0.9.		Grado de Saturación (V/C)	Relación Volumen/Capacidad



ANEXOS
PROCESAMIENTO SYNCHRO 8.0



Lanes, Volumes, Timings

1: AV. VELASCO ASTETE & SALIDA AEROPUERTO

25/10/2020

Lane Group	EBL	EBT	WBT	WBR	SWL	SWR
Lane Configurations		↑↑	↑↑		↑	↑
Volume (vph)	0	2450	1701	0	42	369
Ideal Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Width (m)	3.6	3.6	3.2	3.2	3.6	3.6
Lane Util. Factor	1.00	0.95	0.95	1.00	1.00	1.00
Friction						0.850
Fit Protected					0.950	
Satd. Flow (prot)	0	3343	3194	0	1787	1599
Fit Permitted					0.950	
Satd. Flow (perm)	0	3343	3194	0	1787	1599
Link Speed (k/h)		50	50		50	
Link Distance (m)		118.0	174.8		62.7	
Travel Time (s)		8.5	12.6		4.5	
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Heavy Vehicles (%)	8%	8%	8%	8%	1%	1%
Adj. Flow (vph)	0	2663	1849	0	46	401
Shared Lane Traffic (%)						
Lane Group Flow (vph)	0	2663	1849	0	46	401
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No
Lane Alignment	Left	Left	Left	Right	Left	Right
Median Width(m)		0.0	0.0		3.6	
Link Offset(m)		0.0	0.0		0.0	
Crosswalk Width(m)		4.8	4.8		4.8	
Two way Left Turn Lane						
Headway Factor	1.00	1.00	1.06	1.06	1.00	1.00
Turning Speed (k/h)	25			15	25	15
Sign Control		Free	Free		Stop	
Intersection Summary						
Area Type:	Other					
Control Type:	Unsignalized					
Intersection Capacity Utilization	121.0%			ICU Level of Service H		
Analysis Period (min)	15					



Lanes, Volumes, Timings

2: AV. VELASCO ASTETE & INGRESO AEROPUERTO

25/10/2020

Lane Group	EBL	EBT	WBT	WBR	SBL	SBR
Lane Configurations						
Volume (vph)	281	2220	1705	63	0	0
Ideal Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Width (m)	3.6	3.6	3.0	3.0	3.6	3.6
Storage Length (m)	0.0			30.0	0.0	0.0
Storage Lanes	1			1	0	0
Taper Length (m)	7.5				7.5	
Lane Util. Factor	1.00	1.00	0.95	0.95	1.00	1.00
Frt			0.995			
Fit Protected	0.950					
Satd. Flow (prot)	1787	1759	3109	0	0	0
Fit Permitted	0.950					
Satd. Flow (perm)	1787	1759	3109	0	0	0
Right Turn on Red				Yes		Yes
Satd. Flow (RTOR)			8			
Link Speed (k/h)		50	50		50	
Link Distance (m)		174.8	132.0		71.7	
Travel Time (s)		12.6	9.5		5.2	
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Heavy Vehicles (%)	1%	8%	8%	3%	2%	2%
Adj. Flow (vph)	305	2413	1853	68	0	0
Shared Lane Traffic (%)						
Lane Group Flow (vph)	305	2413	1921	0	0	0
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No
Lane Alignment	Left	Left	Left	Right	Left	Right
Median Width(m)		3.6	2.0		0.0	
Link Offset(m)		0.0	0.0		0.0	
Crosswalk Width(m)		4.8	4.8		4.8	
Two way Left Turn Lane						
Headway Factor	1.00	1.00	1.09	1.09	1.00	1.00
Turning Speed (k/h)	25			15	25	15
Turn Type	Prot	NA	NA			
Protected Phases	4	2	6			
Permitted Phases						
Minimum Split (s)	21.0	21.0	21.0			
Total Split (s)	27.0	123.0	123.0			
Total Split (%)	18.0%	82.0%	82.0%			
Maximum Green (s)	22.0	118.0	118.0			
Yellow Time (s)	3.0	3.0	3.0			
All-Red Time (s)	2.0	2.0	2.0			
Lost Time Adjust (s)	0.0	0.0	0.0			
Total Lost Time (s)	5.0	5.0	5.0			
Lead/Lag						
Lead-Lag Optimize?						
Walk Time (s)	5.0	5.0	5.0			
Flash Dont Walk (s)	11.0	11.0	11.0			
Pedestrian Calls (#/hr)	0	0	0			
Act Effct Green (s)	22.0	118.0	118.0			
Actuated g/C Ratio	0.15	0.79	0.79			

AV. VELASCO ASTETE 25/10/2020 ACTUAL CON LA SALLE 2019
YOHUAN

Synchro 8 Report
Page 2



Lanes, Volumes, Timings

2: AV. VELASCO ASTETE & INGRESO AEROPUERTO

25/10/2020



Lane Group	EBL	EBT	WBT	WBR	SBL	SBR
v/c Ratio	1.16	1.74	0.79			
Control Delay	140.7	355.3	11.9			
Queue Delay	0.0	0.0	0.0			
Total Delay	140.7	355.3	11.9			
LOS	F	F	B			
Approach Delay		331.2	11.9			
Approach LOS		F	B			

Intersection Summary

Area Type: Other
 Cycle Length: 150
 Actuated Cycle Length: 150
 Offset: 0 (0%), Referenced to phase 2:EBT and 6:WBT, Start of Green
 Natural Cycle: 150
 Control Type: Pre-timed
 Maximum v/c Ratio: 1.74
 Intersection Signal Delay: 199.0
 Intersection LOS: F
 Intersection Capacity Utilization: 121.0%
 ICU Level of Service: H
 Analysis Period (min): 15

Splits and Phases: 2: AV. VELASCO ASTETE & INGRESO AEROPUERTO





Lanes, Volumes, Timings

3: AV. VELASCO ASTETE & AV. VELASCO ASTETE & CA. GARDENIAS

25/10/2020

Lane Group	WBL	WBR	SBL	SBR	NEL	NER
Lane Configurations						
Volume (vph)	1602	26	1	233	75	2152
Ideal Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Util. Factor	0.97	0.95	1.00	1.00	1.00	1.00
Frt	0.998		0.866		0.870	
Fit Protected	0.953				0.998	
Satd. Flow (prot)	3058	0	1629	0	1172	0
Fit Permitted	0.953				0.998	
Satd. Flow (perm)	3058	0	1629	0	1172	0
Link Speed (k/h)	50		50		50	
Link Distance (m)	164.7		101.1		132.0	
Travel Time (s)	11.9		7.3		9.5	
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Heavy Vehicles (%)	8%	8%	1%	1%	7%	7%
Bus Blockages (#/hr)	29	0	0	0	60	0
Adj. Flow (vph)	1741	28	1	253	82	2339
Shared Lane Traffic (%)						
Lane Group Flow (vph)	1769	0	254	0	2421	0
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No
Lane Alignment	Left	Right	Left	Right	Left	Right
Median Width(m)	7.2		3.6		3.6	
Link Offset(m)	0.0		0.0		0.0	
Crosswalk Width(m)	4.8		4.8		4.8	
Two way Left Turn Lane						
Headway Factor	1.08	1.00	1.00	1.00	1.41	1.00
Turning Speed (k/h)	25	15	25	15	25	15
Sign Control	Yield		Stop		Yield	

Intersection Summary

Area Type: Other

Control Type: Unsignalized

Intersection Capacity Utilization 208.3%

ICU Level of Service H

Analysis Period (min) 15



Lanes, Volumes, Timings

4: CA. ROSALES & AV. VELASCO ASTETE /AV. ROSALES

25/10/2020

Lane Group	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Lane Configurations		↔	↔		↔	↔		↔	↔		↔	↔
Volume (vph)	0	604	1550	1	589	31	920	38	32	17	24	126
Ideal Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Util. Factor	1.00	0.95	0.95	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Frt		0.931	0.850		0.993				0.850		0.898	
Fit Protected								0.954			0.995	
Satd. Flow (prot)	0	1611	1245	0	1850	0	0	1678	1495	0	1664	0
Fit Permitted					0.818			0.603			0.485	
Satd. Flow (perm)	0	1611	1245	0	1513	0	0	1061	1495	0	811	0
Right Turn on Red			Yes			Yes			Yes			Yes
Satd. Flow (RTOR)		46	1025		3				26		132	
Link Speed (k/h)		50			50			50			50	
Link Distance (m)		164.7			133.0			190.8			130.3	
Travel Time (s)		11.9			9.6			13.7			9.4	
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Heavy Vehicles (%)	0%	2%	7%	2%	2%	2%	8%	8%	8%	2%	2%	2%
Bus Blockages (#/hr)	0	0	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Adj. Flow (vph)	0	657	1685	1	640	34	1000	41	35	18	26	137
Shared Lane Traffic (%)			33%									
Lane Group Flow (vph)	0	1213	1129	0	675	0	0	1041	35	0	181	0
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
Lane Alignment	Left	Left	Right	Left	Left	Right	Left	Left	Right	Left	Left	Right
Median Width(m)		0.0			0.0			0.0			0.0	
Link Offset(m)		0.0			0.0			0.0			0.0	
Crosswalk Width(m)		4.8			4.8			4.8			4.8	
Two way Left Turn Lane												
Headway Factor	1.00	1.00	1.20	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Turning Speed (k/h)	25		15	25		15	25		15	25		15
Turn Type		NA	Perm	Perm	NA		Perm	NA	Perm	Perm	NA	
Protected Phases		4			8			2			6	
Permitted Phases			4	8			2		2	6		
Minimum Split (s)		20.0	20.0	20.0	20.0		20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	
Total Split (s)		48.0	48.0	48.0	48.0		62.0	62.0	62.0	62.0	62.0	
Total Split (%)		43.6%	43.6%	43.6%	43.6%		56.4%	56.4%	56.4%	56.4%	56.4%	
Maximum Green (s)		44.0	44.0	44.0	44.0		58.0	58.0	58.0	58.0	58.0	
Yellow Time (s)		3.5	3.5	3.5	3.5		3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	
All-Red Time (s)		0.5	0.5	0.5	0.5		0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	
Lost Time Adjust (s)		0.0	0.0		0.0			0.0	0.0	0.0	0.0	
Total Lost Time (s)		4.0	4.0		4.0			4.0	4.0	4.0	4.0	
Lead/Lag												
Lead-Lag Optimize?												
Walk Time (s)		5.0	5.0	5.0	5.0		5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	
Flash Dont Walk (s)		11.0	11.0	11.0	11.0		11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	
Pedestrian Calls (#/hr)		0	0	0	0		0	0	0	0	0	
Act Effct Green (s)		44.0	44.0		44.0		58.0	58.0		58.0		58.0
Actuated g/C Ratio		0.40	0.40		0.40		0.53	0.53		0.53		0.53
w/o Ratio		1.81	1.01		1.11		1.86	0.04		0.37		0.37
Control Delay		392.4	36.3		103.6		417.3	6.2		6.9		6.9
Queue Delay		0.0	0.0		0.0		0.0	0.0		0.0		0.0

AV. VELASCO ASTETE 25/10/2020 ACTUAL CON LA SALLE 2019
YOHUAN

Synchro 8 Report
Page 5



Lanes, Volumes, Timings

4: CA. ROSALES & AV. VELASCO ASTETE /AV. ROSALES

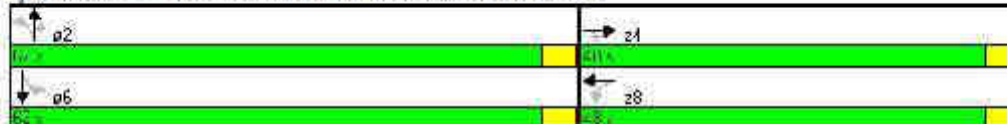
25/10/2020

Lane Group	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Total Delay		392.4	36.3		103.6			417.3	6.2		6.9	
LOS		F	D		F			F	A		A	
Approach Delay		220.7			103.6			403.9			6.9	
Approach LOS		F			F			F			A	

Intersection Summary

Area Type:	Other
Cycle Length:	110
Actuated Cycle Length:	110
Offset:	0 (0%), Referenced to phase 2:NBT, and 6:SBT, Start of Green
Natural Cycle:	110
Control Type:	Pretimed
Maximum v/c Ratio:	1.86
Intersection Signal Delay:	239.3
Intersection Capacity Utilization:	136.3%
Analysis Period (min):	15
Intersection LOS:	F
ICU Level of Service:	H

Splits and Phases: 4: CA. ROSALES & AV. VELASCO ASTETE /AV. ROSALES





Lanes, Volumes, Timings

5: Acceso A.Buena & AV. VIA DE EVITAMIENTO & CA. ROSALES

25/10/2020

Lane Group	WBL	WBR	SBL	SBR	NEL	NER
Lane Configurations	↘	↗	↘		↗	
Volume (vph)	492	462	680	886	552	500
Ideal Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Util. Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Frt		0.850	0.924		0.936	
Fit Protected	0.950		0.979		0.974	
Satd. Flow (prot)	1752	1495	1606	0	1698	0
Fit Permitted	0.950		0.979		0.974	
Satd. Flow (perm)	1752	1495	1606	0	1698	0
Right Turn on Red		Yes		Yes		Yes
Satd. Flow (RTOR)		453	84		40	
Link Speed (k/h)	50		50		50	
Link Distance (m)	319.2		190.8		47.2	
Travel Time (s)	23.0		13.7		3.4	
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Heavy Vehicles (%)	3%	8%	7%	7%	2%	2%
Adj. Flow (vph)	535	502	739	963	600	543
Shared Lane Traffic (%)						
Lane Group Flow (vph)	535	502	1702	0	1143	0
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No
Lane Alignment	Left	Right	Left	Right	Left	Right
Median Width(m)	10.0		3.6		3.6	
Link Offset(m)	0.0		0.0		0.0	
Crosswalk Width(m)	4.8		4.8		4.8	
Two way Left Turn Lane						
Headway Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Tuning Speed (k/h)	25	15	25	15	25	15
Turn Type	NA	Perm	NA		NA	
Protected Phases	8		6		4	
Permitted Phases		8				
Minimum Split (s)	20.0	20.0	20.0		20.0	
Total Split (s)	52.0	52.0	78.0		52.0	
Total Split (%)	40.0%	40.0%	60.0%		40.0%	
Maximum Green (s)	48.0	48.0	74.0		48.0	
Yellow Time (s)	3.5	3.5	3.5		3.5	
All-Red Time (s)	0.5	0.5	0.5		0.5	
Lost Time Adjust (s)	0.0	0.0	0.0		0.0	
Total Lost Time (s)	4.0	4.0	4.0		4.0	
Lead/Lag						
Lead-Lag Optimize?						
Walk Time (s)	5.0	5.0	5.0		5.0	
Flash Dont Walk (s)	11.0	11.0	11.0		11.0	
Pedestrian Calls (#/hr)	0	0	0		0	
Act Effct Green (s)	48.0	48.0	74.0		48.0	
Actuated g/C Ratio	0.37	0.37	0.57		0.37	
w/c Ratio	0.83	0.60	1.79		1.75	
Control Delay	49.6	7.5	383.2		372.4	
Queue Delay	0.0	0.0	0.0		0.0	
Total Delay	49.6	7.5	383.2		372.4	

AV. VELASCO ASTETE 25/10/2020 ACTUAL CON LA SALLE 2019
YOHUAN

Synchro 8 Report
Page 7



Lanes, Volumes, Timings

5: Acceso A.Buena & AV. VIA DE EVITAMIENTO & CA. ROSALES

25/10/2020



Lane Group	WBL	WBR	SBL	SBR	NEL	NER
LOS	D	A	F		F	
Approach Delay	29.2		383.2		372.4	
Approach LOS	C		F		F	

Intersection Summary

Area Type:	Other
Cycle Length:	130
Actuated Cycle Length:	130
Offset:	0 (0%), Referenced to phase 2: and 6-SBL, Start of Green
Natural Cycle:	130
Control Type:	Pretimed
Maximum v/c Ratio:	1.79
Intersection Signal Delay:	285.5
Intersection Capacity Utilization:	190.5%
Analysis Period (min):	15
Intersection LOS:	F
ICU Level of Service:	H
! Phase conflict between lane groups :	

Splits and Phases: 5: Acceso A.Buena & AV. VIA DE EVITAMIENTO & CA. ROSALES





Lanes, Volumes, Timings

13: Acceso la Salle/Rétomo La Salle & Acceso A Buena

25/10/2020

Lane Group	EBL	EBT	WBT	WBR	SWL	SWR
Lane Configurations		↕	↕		↕	↕
Volume (vph)	552	5	15	500	52	1100
Ideal Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Util. Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Frt			0.868		0.871	
Fit Protected		0.953			0.998	
Satd. Flow (prot)	0	1775	1617	0	1619	0
Fit Permitted		0.953			0.998	
Satd. Flow (perm)	0	1775	1617	0	1619	0
Link Speed (k/h)		30	50		50	
Link Distance (m)		95.3	187.2		47.2	
Travel Time (s)		11.4	13.5		3.4	
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Adj. Flow (vph)	600	5	16	552	57	1196
Shared Lane Traffic (%)						
Lane Group Flow (vph)	0	605	668	0	1253	0
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No
Lane Alignment	Left	Left	Left	Right	Left	Right
Median Width(m)		0.0	0.0		3.6	
Link Offset(m)		0.0	0.0		0.0	
Crosswalk Width(m)		4.8	4.8		4.8	
Two way Left Turn Lane						
Headway Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Turning Speed (k/h)		25		15	25	15
Sign Control		Stop	Stop		Stop	
Intersection Summary						
Area Type:	Other					
Control Type:	Unsignalized					
Intersection Capacity Utilization	149.7%			ICU Level of Service H:		
Analysis Period (min)	15					



Lanes, Volumes, Timings

18: Acceso Ticapata & AV. VELASCO ASTETE

25/10/2020

	→	↘	↙	←	↖	↗
Lane Group	EBT	EBR	WBL	WBT	NBL	NBR
Lane Configurations	↑↓			↑↓	↑↓	↑↓
Volume (vph)	2450	35	24	2030	25	37
Ideal Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Util. Factor	0.95	0.95	0.95	0.95	1.00	1.00
Frt	0.998				0.919	
Fit Protected				0.999	0.980	
Satd. Flow (prot)	3532	0	0	3536	1678	0
Fit Permitted				0.722	0.980	
Satd. Flow (perm)	3532	0	0	2555	1678	0
Right Turn on Red		Yes				Yes
Satd. Flow (RTOR)	4				14	
Link Speed (k/h)	50			50	50	
Link Distance (m)	99.2			143.1	101.5	
Travel Time (s)	7.1			10.3	7.3	
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Adj. Flow (vph)	2663	38	26	2207	27	40
Shared Lane Traffic (%)						
Lane Group Flow (vph)	2701	0	0	2233	67	0
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No
Lane Alignment	Left	Right	Left	Left	Left	Right
Median Width(m)	0.0			0.0	3.6	
Link Offset(m)	0.0			0.0	0.0	
Crosswalk Width(m)	4.8			4.8	4.8	
Two way Left Turn Lane						
Headway Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Turning Speed (k/h)		15	25		25	15
Turn Type	NA		Perm	NA	NA	
Protected Phases	4			8	2	
Permitted Phases			8			
Minimum Split (s)	20.0		20.0	20.0	20.0	
Total Split (s)	130.0		130.0	130.0	20.0	
Total Split (%)	86.7%		86.7%	86.7%	13.3%	
Maximum Green (s)	126.0		126.0	126.0	16.0	
Yellow Time (s)	3.5		3.5	3.5	3.5	
All-Red Time (s)	0.5		0.5	0.5	0.5	
Lost Time Adjust (s)	0.0			0.0	0.0	
Total Lost Time (s)	4.0			4.0	4.0	
Lead/Lag						
Lead-Lag Optimize?						
Walk Time (s)	5.0		5.0	5.0	5.0	
Flash Dont Walk (s)	11.0		11.0	11.0	11.0	
Pedestrian Calls (#/hr)	0		0	0	0	
Act Effct Green (s)	126.0			126.0	16.0	
Actuated g/C Ratio	0.84			0.84	0.11	
w/o Ratio	0.91			1.04	0.35	
Control Delay	14.3			39.0	54.6	
Queue Delay	14.7			0.0	8.7	
Total Delay	29.0			39.0	63.4	
LOS	C			D	E	

AV. VELASCO ASTETE 25/10/2020 ACTUAL CON LA SALLE 2019
YOHUAN

Synchro 8 Report
Page 10



Lanes, Volumes, Timings

18: Acceso Ticapata & AV. VELASCO ASTETE

25/10/2020



Lane Group	EBT	EBR	WBL	WBT	NBL	NBR
Approach Delay	29.0			39.0	63.4	
Approach LOS	C			D	E	

Intersection Summary

Area Type:	Other
Cycle Length:	150
Actuated Cycle Length:	150
Offset: 0 (0%), Referenced to phase 2:NBL and 6: Start of Green	
Natural Cycle:	150
Control Type:	Pretimed
Maximum v/c Ratio:	1.04
Intersection Signal Delay:	33.9
Intersection Capacity Utilization:	83.3%
Analysis Period (min):	15
Intersection LOS:	C
ICU Level of Service:	E

Splits and Phases: 18: Acceso Ticapata & AV. VELASCO ASTETE

	p2		p1
0.0%	1.00s	1.00s	
	p3		p4
1.00s		1.00s	



Lanes, Volumes, Timings

1: Acceso Ticapata & AV. VELASCO ASTETE

25/10/2020

	→	↘	↙	←	↖	↗
Lane Group	EBT	EBR	WBL	WBT	NBL	NBR
Lane Configurations	↑↓			↑↓	↑↓	
Volume (vph)	2450	35	24	2030	25	37
Ideal Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Util. Factor	0.95	0.95	0.95	0.95	1.00	1.00
Frt	0.998				0.919	
Fit Protected				0.999	0.980	
Satd. Flow (prot)	3532	0	0	3536	1678	0
Fit Permitted				0.608	0.980	
Satd. Flow (perm)	3532	0	0	2152	1678	0
Right Turn on Red		Yes				Yes
Satd. Flow (RTOR)	4				5	
Link Speed (k/h)	50			50	50	
Link Distance (m)	99.2			143.1	101.5	
Travel Time (s)	7.1			10.3	7.3	
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Growth Factor	121%	121%	121%	121%	121%	121%
Adj. Flow (vph)	3222	46	32	2670	33	49
Shared Lane Traffic (%)						
Lane Group Flow (vph)	3268	0	0	2702	82	0
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No
Lane Alignment	Left	Right	Left	Left	Left	Right
Median Width(m)	0.0			0.0	3.6	
Link Offset(m)	0.0			0.0	0.0	
Crosswalk Width(m)	4.8			4.8	4.8	
Two way Left Turn Lane						
Headway Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Turning Speed (k/h)		15	25		25	15
Turn Type	NA		Perm	NA	NA	
Protected Phases	4			8	2	
Permitted Phases			8			
Minimum Split (s)	20.0		20.0	20.0	20.0	
Total Split (s)	130.0		130.0	130.0	20.0	
Total Split (%)	86.7%		86.7%	86.7%	13.3%	
Maximum Green (s)	126.0		126.0	126.0	16.0	
Yellow Time (s)	3.5		3.5	3.5	3.5	
All-Red Time (s)	0.5		0.5	0.5	0.5	
Lost Time Adjust (s)	0.0			0.0	0.0	
Total Lost Time (s)	4.0			4.0	4.0	
Lead/Lag						
Lead-Lag Optimize?						
Walk Time (s)	5.0		5.0	5.0	5.0	
Flash Dont Walk (s)	11.0		11.0	11.0	11.0	
Pedestrian Calls (#/hr)	0		0	0	0	
Ant Effect Green (s)	126.0			126.0	16.0	
Actuated g/C Ratio	0.84			0.84	0.11	
w/o Ratio	1.10			1.49	0.45	
Control Delay	66.2			240.0	67.4	
Queue Delay	100.8			0.0	25.9	
Total Delay	167.0			240.0	93.3	

AV. VELASCO ASTETE 25/10/2020 FUTURO SIN OBRA
YOHUAN

Synchro 8 Report
Page 1



Lanes, Volumes, Timings

1: Acceso Ticapata & AV. VELASCO ASTETE

25/10/2020

Lane Group	EST	EBR	WBL	WBT	NBL	NBR
LOS	F			F	F	
Approach Delay	167.0			240.0	93.3	
Approach LOS	F			F	F	

Intersection Summary

Area Type: Other

Cycle Length: 150

Actuated Cycle Length: 150

Offset: 0 (0%), Referenced to phase 2:NBL and 6:, Start of Green

Natural Cycle: 150

Control Type: Pretimed

Maximum v/c Ratio: 1.49

Intersection Signal Delay: 198.6

Intersection LOS: F

Intersection Capacity Utilization 99.4%

ICU Level of Service F

Analysis Period (min) 15

Splits and Phases: 1: Acceso Ticapata & AV. VELASCO ASTETE





Lanes, Volumes, Timings

2: AV. VELASCO ASTETE & SALIDA AEROPUERTO

25/10/2020

Lane Group	EBL	EBT	WBT	WBR	SWL	SWR
Lane Configurations		↑↑	↑↑		↑	↑
Volume (vph)	0	2450	1701	0	42	369
Ideal Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Width (m)	3.6	3.6	3.2	3.2	3.6	3.6
Lane Util. Factor	1.00	0.95	0.95	1.00	1.00	1.00
Fit						0.850
Fit Protected					0.950	
Satd. Flow (prot)	0	3343	3194	0	1787	1599
Fit Permitted					0.950	
Satd. Flow (perm)	0	3343	3194	0	1787	1599
Link Speed (k/h)		50	50		50	
Link Distance (m)		118.0	174.8		62.7	
Travel Time (s)		8.5	12.6		4.5	
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Growth Factor	121%	121%	121%	121%	121%	121%
Heavy Vehicles (%)	8%	8%	8%	8%	1%	1%
Adj. Flow (vph)	0	3222	2237	0	55	485
Shared Lane Traffic (%)						
Lane Group Flow (vph)	0	3222	2237	0	55	485
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No
Lane Alignment	Left	Left	Left	Right	Left	Right
Median Width(m)		0.0	0.0		3.6	
Link Offset(m)		0.0	0.0		0.0	
Crosswalk Width(m)		4.8	4.8		4.8	
Two way Left Turn Lane						
Headway Factor	1.00	1.00	1.06	1.06	1.00	1.00
Turning Speed (k/h)	25			15	25	15
Sign Control		Free	Free		Stop	
Intersection Summary						
Area Type:	Other					
Control Type:	Unsignalized					
Intersection Capacity Utilization	145.5%			ICU Level of Service H		
Analysis Period (min)	15					



Lanes, Volumes, Timings

3: AV. VELASCO ASTETE & INGRESO AEROPUERTO

25/10/2020

Lane Group	EBL	EBT	WBT	WBR	SBL	SBR
Lane Configurations	↘	↗	↕			
Volume (vph)	281	2220	1705	63	0	0
Ideal Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Width (m)	3.6	3.6	3.0	3.0	3.6	3.6
Storage Length (m)	0.0			30.0	0.0	0.0
Storage Lanes	1			1	0	0
Taper Length (m)	7.5				7.5	
Lane Util. Factor	1.00	1.00	0.95	0.95	1.00	1.00
Frt			0.995			
Fit Protected	0.950					
Satd. Flow (prot)	1787	1759	3109	0	0	0
Fit Permitted	0.950					
Satd. Flow (perm)	1787	1759	3109	0	0	0
Right Turn on Red				Yes		Yes
Satd. Flow (RTOR)			8			
Link Speed (k/h)		50	50		50	
Link Distance (m)		174.8	132.0		71.7	
Travel Time (s)		12.6	9.5		5.2	
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Growth Factor	121%	121%	121%	121%	121%	121%
Heavy Vehicles (%)	1%	8%	8%	3%	2%	2%
Adj. Flow (vph)	370	2920	2242	83	0	0
Shared Lane Traffic (%)						
Lane Group Flow (vph)	370	2920	2325	0	0	0
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No
Lane Alignment	Left	Left	Left	Right	Left	Right
Median Width(m)		3.6	2.0		0.0	
Link Offset(m)		0.0	0.0		0.0	
Crosswalk Width(m)		4.8	4.8		4.8	
Two way Left Turn Lane						
Headway Factor	1.00	1.00	1.09	1.09	1.00	1.00
Turning Speed (k/h)	25			15	25	15
Turn Type	Prot	NA	NA			
Protected Phases	4	2	6			
Permitted Phases						
Minimum Split (s)	21.0	21.0	21.0			
Total Split (s)	27.0	123.0	123.0			
Total Split (%)	18.0%	82.0%	82.0%			
Maximum Green (s)	22.0	118.0	118.0			
Yellow Time (s)	3.0	3.0	3.0			
All-Red Time (s)	2.0	2.0	2.0			
Lost Time Adjust (s)	0.0	0.0	0.0			
Total Lost Time (s)	5.0	5.0	5.0			
Lead/Lag						
Lead-Lag Optimize?						
Walk Time (s)	5.0	5.0	5.0			
Flash Dont Walk (s)	11.0	11.0	11.0			
Pedestrian Calls (#/hr)	0	0	0			
Act Effct Green (s)	22.0	118.0	118.0			

AV. VELASCO ASTETE 25/10/2020 FUTURO SIN OBRA
YOHUAN

Synchro 8 Report
Page 4



Lanes, Volumes, Timings

3: AV. VELASCO ASTETE & INGRESO AEROPUERTO

25/10/2020



Lane Group	EBL	EBT	WBT	WBR	SBL	SBR
Actuated g/C Ratio	0.15	0.79	0.79			
v/c Ratio	1.41	2.11	0.95			
Control Delay	229.3	518.1	24.0			
Queue Delay	0.0	0.0	0.0			
Total Delay	229.3	518.1	24.0			
LOS	F	F	C			
Approach Delay		485.6	24.0			
Approach LOS		F	C			

Intersection Summary

Area Type: Other

Cycle Length: 150

Actuated Cycle Length: 150

Offset: 0 (0%), Referenced to phase 2:EBT and 6:WBT, Start of Green

Natural Cycle: 150

Control Type: Pretimed

Maximum v/c Ratio: 2.11

Intersection Signal Delay: 294.5

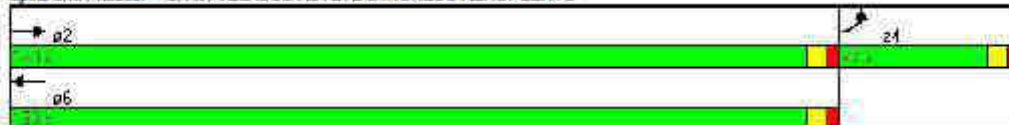
Intersection LOS: F

Intersection Capacity Utilization 145.5%

ICU Level of Service H

Analysis Period (min) 15

Splits and Phases: 3: AV. VELASCO ASTETE & INGRESO AEROPUERTO





Lanes, Volumes, Timings

4: AV. VELASCO ASTETE & AV. VELASCO ASTETE & CA. GARDENIAS

25/10/2020

Lane Group	WBL	WBR	SBL	SBR	NEL	NER
Lane Configurations	TTT		TT		TT	
Volume (vph)	1602	26	1	233	75	2152
Ideal Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Util. Factor	0.97	0.95	1.00	1.00	1.00	1.00
Frt	0.998		0.865		0.870	
Fit Protected	0.953				0.998	
Satd. Flow (prot)	3058	0	1627	0	1172	0
Fit Permitted	0.953				0.998	
Satd. Flow (perm)	3058	0	1627	0	1172	0
Link Speed (k/h)	50		50		50	
Link Distance (m)	164.7		101.1		132.0	
Travel Time (s)	11.9		7.3		9.5	
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Growth Factor	121%	121%	121%	121%	121%	121%
Heavy Vehicles (%)	8%	8%	1%	1%	7%	7%
Bus Blockages (#/hr)	29	0	0	0	60	0
Adj. Flow (vph)	2107	34	1	306	99	2830
Shared Lane Traffic (%)						
Lane Group Flow (vph)	2141	0	307	0	2929	0
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No
Lane Alignment	Left	Right	Left	Right	Left	Right
Median Width(m)	7.2		3.6		3.6	
Link Offset(m)	0.0		0.0		0.0	
Crosswalk Width(m)	4.8		4.8		4.8	
Two way Left Turn Lane						
Headway Factor	1.08	1.00	1.00	1.00	1.41	1.00
Turning Speed (k/h)	25	15	25	15	25	15
Sign Control	Yield		Stop		Yield	

Intersection Summary

Area Type: Other

Control Type: Unsignalized

Intersection Capacity Utilization 250.0%

ICU Level of Service H

Analysis Period (min) 15



Lanes, Volumes, Timings

5: CA. ROSALES & AV. VELASCO ASTETE /AV. ROSALES

25/10/2020

	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Lane Group												
Lane Configurations		↔	↔		↔			↔	↔		↔	
Volume (vph)	0	604	1550	1	589	31	920	38	32	17	24	126
Ideal Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Util. Factor	1.00	0.95	0.95	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Frt		0.931	0.850		0.993				0.850		0.898	
Fit Protected								0.954			0.995	
Satd. Flow (prot)	0	1611	1245	0	1850	0	0	1678	1495	0	1664	0
Fit Permitted					0.823			0.563			0.439	
Satd. Flow (perm)	0	1611	1245	0	1522	0	0	990	1495	0	734	0
Right Turn on Red			Yes			Yes			Yes			Yes
Satd. Flow (RTOR)		48	1006		3				24		98	
Link Speed (k/h)		50			50			50			50	
Link Distance (m)		164.7			133.0			190.8			130.3	
Travel Time (s)		11.9			9.6			13.7			9.4	
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Growth Factor	121%	121%	121%	121%	121%	121%	121%	121%	121%	121%	121%	121%
Heavy Vehicles (%)	0%	2%	7%	2%	2%	2%	8%	8%	8%	2%	2%	2%
Bus Blockages (#/hr)	0	0	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Adj. Flow (vph)	0	794	2039	1	775	41	1210	50	42	22	32	166
Shared Lane Traffic (%)			33%									
Lane Group Flow (vph)	0	1467	1366	0	817	0	0	1260	42	0	220	0
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
Lane Alignment	Left	Left	Right	Left	Left	Right	Left	Left	Right	Left	Left	Right
Median Width(m)		0.0			0.0			0.0			0.0	
Link Offset(m)		0.0			0.0			0.0			0.0	
Crosswalk Width(m)		4.8			4.8			4.8			4.8	
Two way Left Turn Lane												
Headway Factor	1.00	1.00	1.20	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Turning Speed (k/h)	25		15	25		15	25		15	25		15
Turn Type		NA	Perm	Perm	NA		Perm	NA	Perm	Perm	NA	
Protected Phases		4			8			2		2		6
Permitted Phases			4	8			2		2	6		
Minimum Split (s)		20.0	20.0	20.0	20.0		20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	
Total Split (s)		51.0	51.0	51.0	51.0		59.0	59.0	59.0	59.0	59.0	
Total Split (%)		46.4%	46.4%	46.4%	46.4%		53.6%	53.6%	53.6%	53.6%	53.6%	
Maximum Green (s)		47.0	47.0	47.0	47.0		55.0	55.0	55.0	55.0	55.0	
Yellow Time (s)		3.5	3.5	3.5	3.5		3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	
All-Red Time (s)		0.5	0.5	0.5	0.5		0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	
Lost Time Adjust (s)		0.0	0.0		0.0			0.0	0.0		0.0	
Total Lost Time (s)		4.0	4.0		4.0			4.0	4.0		4.0	
Lead/Lag												
Lead-Lag Optimize?												
Walk Time (s)		5.0	5.0	5.0	5.0		5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	
Flash Dont Walk (s)		11.0	11.0	11.0	11.0		11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	
Pedestrian Calls (#/hr)		0	0	0	0		0	0	0	0	0	
Act Effct Green (s)		47.0	47.0		47.0		55.0	55.0		55.0		
Actuated g/C Ratio		0.43	0.43		0.43		0.50	0.50		0.50		
w/c Ratio		2.05	1.23		1.25		2.55	0.06		0.53		
Control Delay		498.9	123.9		155.9		719.9	8.1		15.3		

AV. VELASCO ASTETE 25/10/2020 FUTURO SIN OBRA
YOHUAN

Synchro 8 Report
Page 7



Lanes, Volumes, Timings

5: CA. ROSALES & AV. VELASCO ASTETE /AV. ROSALES

25/10/2020

Lane Group	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Queue Delay		0.0	0.0		0.0			0.0	0.0		0.0	
Total Delay		498.9	123.9		155.9			719.9	8.1		15.3	
LOS		F	F		F			F	A		B	
Approach Delay		318.1			155.9			697.0			15.3	
Approach LOS		F			F			F			B	

Intersection Summary

Area Type: Other

Cycle Length: 110

Actuated Cycle Length: 110

Offset: 0 (0%), Referenced to phase 2:NBTL and 6:SBTL, Start of Green

Natural Cycle: 110

Control Type: Pretimed

Maximum v/c Ratio: 2.55

Intersection Signal Delay: 375.0

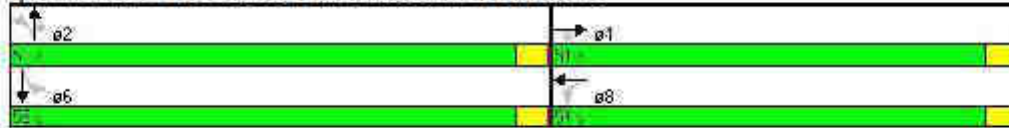
Intersection LOS: F

Intersection Capacity Utilization 162.8%

ICU Level of Service: H

Analysis Period (min) 15

Splits and Phases: 5: CA. ROSALES & AV. VELASCO ASTETE /AV. ROSALES





Lanes, Volumes, Timings

6: Acceso A.Buena & AV. VIA DE EVITAMIENTO & CA. ROSALES

25/10/2020

Lane Group	WBL	WBR	SBL	SBR	NEL	NER
Lane Configurations						
Volume (vph)	492	462	680	886	552	500
Ideal Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Util. Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Frt		0.850	0.924		0.936	
Fit Protected	0.950		0.979		0.974	
Satd. Flow (prot)	1752	1495	1606	0	1698	0
Fit Permitted	0.950		0.979		0.974	
Satd. Flow (perm)	1752	1495	1606	0	1698	0
Right Turn on Red		Yes		Yes		Yes
Satd. Flow (RTOR)		413	69		36	
Link Speed (k/h)	50		50		50	
Link Distance (m)	319.2		190.8		47.2	
Travel Time (s)	23.0		13.7		3.4	
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Growth Factor	121%	121%	121%	121%	121%	121%
Heavy Vehicles (%)	3%	8%	7%	7%	2%	2%
Adj. Flow (vph)	647	608	694	1165	726	658
Shared Lane Traffic (%)						
Lane Group Flow (vph)	647	608	2059	0	1384	0
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No
Lane Alignment	Left	Right	Left	Right	Left	Right
Median Width(m)	10.0		3.6		3.6	
Link Offset(m)	0.0		0.0		0.0	
Crosswalk Width(m)	4.8		4.8		4.8	
Two way Left Turn Lane						
Headway Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Turning Speed (k/h)	25	15	25	15	25	15
Turn Type	NA	Perm	NA		NA	
Protected Phases	8I		6		4I	
Permitted Phases		8				
Minimum Split (s)	20.0	20.0	20.0		20.0	
Total Split (s)	64.0	64.0	86.0		64.0	
Total Split (%)	42.7%	42.7%	57.3%		42.7%	
Maximum Green (s)	60.0	60.0	82.0		60.0	
Yellow Time (s)	3.5	3.5	3.5		3.5	
All-Red Time (s)	0.5	0.5	0.5		0.5	
Lost Time Adjust (s)	0.0	0.0	0.0		0.0	
Total Lost Time (s)	4.0	4.0	4.0		4.0	
Lead/Lag						
Lead-Lag Optimize?						
Walk Time (s)	5.0	5.0	5.0		5.0	
Flash Dont Walk (s)	11.0	11.0	11.0		11.0	
Pedestrian Calls (#/hr)	0	0	0		0	
Act Effct Green (s)	60.0	60.0	82.0		60.0	
Actuated g/C Ratio	0.40	0.40	0.55		0.40	
w/o Ratio	0.92	0.72	2.27		1.97	
Control Delay	62.8	16.6	593.7		469.5	
Queue Delay	0.0	0.0	0.0		0.0	



Lanes, Volumes, Timings

6: Acceso A Buena & AV. VIA DE EVITAMIENTO & CA. ROSALES

25/10/2020



Lane Group	WBL	WBR	SBL	SBR	NEL	NER
Total Delay	62.8	16.6	593.7		469.5	
LOS	E	B	F		F	
Approach Delay	40.4		593.7		469.5	
Approach LOS	D		F		F	

Intersection Summary

Area Type: Other

Cycle Length: 150

Actuated Cycle Length: 150

Offset: 0 (0%), Referenced to phase 2: and 6:SBL, Start of Green

Natural Cycle: 150

Control Type: Pretimed

Maximum v/c Ratio: 2.27

Intersection Signal Delay: 409.3

Intersection LOS: F

Intersection Capacity Utilization 228.5%

ICU Level of Service H

Analysis Period (min) 15

! Phase conflict between lane groups.

Splits and Phases: 6: Acceso A Buena & AV. VIA DE EVITAMIENTO & CA. ROSALES





Lanes, Volumes, Timings

13: Acceso la Salle/Retorno La Salle & Acceso A Buena

25/10/2020

Lane Group	EBL	EBT	WBT	WBR	SWL	SWR
Lane Configurations		↕	↕		↕	↕
Volume (vph)	552	5	15	500	52	1100
Ideal Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Util. Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Frt			0.868		0.871	
Fit Protected		0.953			0.998	
Satd. Flow (prot)	0	1775	1617	0	1619	0
Fit Permitted		0.953			0.998	
Satd. Flow (perm)	0	1775	1617	0	1619	0
Link Speed (k/h)		30	50		50	
Link Distance (m)		95.3	187.2		47.2	
Travel Time (s)		11.4	13.5		3.4	
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Growth Factor	121%	121%	121%	121%	121%	121%
Adj. Flow (vph)	726	7	20	789	68	1447
Shared Lane Traffic (%)						
Lane Group Flow (vph)	0	733	809	0	1515	0
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No
Lane Alignment	Left	Left	Left	Right	Left	Right
Median Width(m)		0.0	0.0		3.6	
Link Offset(m)		0.0	0.0		0.0	
Crosswalk Width(m)		4.8	4.8		4.8	
Two way Left Turn Lane						
Headway Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Turning Speed (k/h)	25			15	25	15
Sign Control		Stop	Stop		Stop	
Intersection Summary						
Area Type:	Other					
Control Type:	Unsignalized					
Intersection Capacity Utilization	179.0%			ICU Level of Service H		
Analysis Period (min)	15					



Lanes, Volumes, Timings

1: Acceso Ticapata & AV. VELASCO ASTETE

25/10/2020

	→	↘	↙	←	↖	↗
Lane Group	EBT	EBR	WBL	WBT	NBL	NBR
Lane Configurations	↑↓			↑↓	↑↓	
Volume (vph)	1300	660	24	1600	600	37
Ideal Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Util. Factor	0.95	0.95	0.95	0.95	1.00	1.00
Frt	0.949				0.992	
Fit Protected				0.999	0.955	
Satd. Flow (prot)	3359	0	0	3536	1765	0
Fit Permitted				0.643	0.955	
Satd. Flow (perm)	3359	0	0	2276	1765	0
Right Turn on Red		Yes				Yes
Satd. Flow (RTOR)	156				3	
Link Speed (k/h)	50			50	50	
Link Distance (m)	99.2			143.1	73.9	
Travel Time (s)	7.1			10.3	5.3	
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Growth Factor	121%	121%	121%	121%	121%	121%
Adj. Flow (vph)	1710	868	32	2104	789	49
Shared Lane Traffic (%)						
Lane Group Flow (vph)	2578	0	0	2136	838	0
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No
Lane Alignment	Left	Right	Left	Left	Left	Right
Median Width(m)	0.0			0.0	3.6	
Link Offset(m)	0.0			0.0	0.0	
Crosswalk Width(m)	4.8			4.8	4.8	
Two way Left Turn Lane						
Headway Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Turning Speed (k/h)		15	25		25	15
Turn Type	NA		Perm	NA	NA	
Protected Phases	4			8	2	
Permitted Phases			8			
Minimum Split (s)	20.0		20.0	20.0	20.0	
Total Split (s)	63.0		63.0	63.0	37.0	
Total Split (%)	53.0%		63.0%	63.0%	37.0%	
Maximum Green (s)	59.0		59.0	59.0	33.0	
Yellow Time (s)	3.5		3.5	3.5	3.5	
All-Red Time (s)	0.5		0.5	0.5	0.5	
Lost Time Adjust (s)	0.0			0.0	0.0	
Total Lost Time (s)	4.0			4.0	4.0	
Lead/Lag						
Lead-Lag Optimize?						
Walk Time (s)	5.0		5.0	5.0	5.0	
Flash Dont Walk (s)	11.0		11.0	11.0	11.0	
Pedestrian Calls (#/hr)	0		0	0	0	
Ant Effect Green (s)	59.0			59.0	33.0	
Actuated g/C Ratio	0.59			0.59	0.33	
w/o Ratio	1.26			1.59	1.43	
Control Delay	142.9			288.9	234.3	
Queue Delay	0.0			0.0	0.0	
Total Delay	142.9			288.9	234.3	

AV. VELASCO ASTETE - FUTURO SIN CON OBRA
YOHUAN

Synchro 8 Report
Page 1



Lanes, Volumes, Timings

1: Acceso Ticapata & AV. VELASCO ASTETE

25/10/2020

	→	↘	↙	←	↖	↗
Lane Group	EBT	EBR	WBL	WBT	NBL	NBR
LOS	F			F	F	
Approach Delay	142.9			288.9	234.3	
Approach LOS	F			F	F	

Intersection Summary

Area Type:	Other
Cycle Length:	100
Actuated Cycle Length:	100
Offset:	9 (9%), Referenced to phase 2:NBL and 6:, Start of Green
Natural Cycle:	120
Control Type:	Pretimed
Maximum v/c Ratio:	1.59
Intersection Signal Delay:	212.9
Intersection Capacity Utilization:	123.7%
Analysis Period (min):	15
Intersection LOS:	F
ICU Level of Service H:	

Splits and Phases: 1: Acceso Ticapata & AV. VELASCO ASTETE

↖ σ2	→ σ1
↙ σ3	← σ4
	↖ σ5
	↗ σ6



Lanes, Volumes, Timings

2: AV. VELASCO ASTETE & SALIDA AEROPUERTO

25/10/2020



Lane Group	EBL	EBT	WBT	WBR	SWL	SWR
Lane Configurations		↑↑	↑↑		↑	↑
Volume (vph)	0	1330	1300	0	42	369
Ideal Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Width (m)	3.6	3.6	3.2	3.2	3.6	3.6
Lane Util. Factor	1.00	0.95	0.95	1.00	1.00	1.00
Fr						0.850
Flt Protected					0.950	
Satd. Flow (prot)	0	3343	3194	0	1787	1599
Flt Permitted					0.950	
Satd. Flow (perm)	0	3343	3194	0	1787	1599
Link Speed (k/h)		50	50		50	
Link Distance (m)		118.0	174.8		62.7	
Travel Time (s)		8.5	12.6		4.5	
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Growth Factor	121%	121%	121%	121%	121%	121%
Heavy Vehicles (%)	8%	8%	8%	8%	1%	1%
Adj. Flow (vph)	0	1749	1710	0	55	485
Shared Lane Traffic (%)						
Lane Group Flow (vph)	0	1749	1710	0	55	485
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No
Lane Alignment	Left	Left	Left	Right	Left	Right
Median Width(m)		0.0	0.0		3.6	
Link Offset(m)		0.0	0.0		0.0	
Crosswalk Width(m)		4.8	4.8		4.8	
Two way Left Turn Lane						
Headway Factor	1.00	1.00	1.06	1.06	1.00	1.00
Turning Speed (k/h)	25			15	25	15
Sign Control		Free	Free		Stop	

Intersection Summary

Area Type: Other

Control Type: Unsignalized

Intersection Capacity Utilization 77.8%

ICU Level of Service D

Analysis Period (min) 15



Lanes, Volumes, Timings

3: AV. VELASCO ASTETE & INGRESO AEROPUERTO

25/10/2020

Lane Group	EBL	EBT	WBT	WBR	SBL	SBR
Lane Configurations	↖	↗	↕			
Volume (vph)	281	1100	1300	63	0	0
Ideal Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Width (m)	3.6	3.6	3.0	3.0	3.6	3.6
Lane Util. Factor	1.00	1.00	0.95	0.95	1.00	1.00
Friction	0.993					
Flt Protected	0.950					
Satd. Flow (prot)	1787	1759	3105	0	0	0
Flt Permitted	0.950					
Satd. Flow (perm)	1787	1759	3105	0	0	0
Right Turn on Red				Yes		Yes
Satd. Flow (RTOR)			13			
Link Speed (k/h)		50	50		50	
Link Distance (m)		174.8	132.0		71.7	
Travel Time (s)		12.6	9.5		5.2	
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Growth Factor	121%	121%	121%	121%	121%	121%
Heavy Vehicles (%)	1%	8%	8%	3%	2%	2%
Adj. Flow (vph)	370	1447	1710	83	0	0
Shared Lane Traffic (%)						
Lane Group Flow (vph)	370	1447	1793	0	0	0
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No
Lane Alignment	Left	Left	Left	Right	Left	Right
Median Width(m)		3.6	2.0		0.0	
Link Offset(m)		0.0	0.0		0.0	
Crosswalk Width(m)		4.8	4.8		4.8	
Two way Left Turn Lane						
Headway Factor	1.00	1.00	1.09	1.09	1.00	1.00
Turning Speed (k/h)		25		15	25	15
Turn Type	Prot	NA	NA			
Protected Phases	4	2	6			
Permitted Phases						
Minimum Split (s)	21.0	21.0	21.0			
Total Split (s)	22.0	78.0	78.0			
Total Split (%)	22.0%	78.0%	78.0%			
Maximum Green (s)	17.0	73.0	73.0			
Yellow Time (s)	3.0	3.0	3.0			
All-Red Time (s)	2.0	2.0	2.0			
Lost Time Adjust (s)	0.0	0.0	0.0			
Total Lost Time (s)	5.0	5.0	5.0			
Lead/Lag						
Lead-Lag Optimize?						
Walk Time (s)	5.0	5.0	5.0			
Flash Dont Walk (s)	11.0	11.0	11.0			
Pedestrian Calls (#/hr)	0	0	0			
Art Effct Green (s)	17.0	73.0	73.0			
Actuated g/C Ratio	0.17	0.73	0.73			
w/c Ratio	1.22	1.13	0.79			
Control Delay	130.5	80.1	7.1			

AV. VELASCO ASTETE - FUTURO SIN OBRA
YOHUAN

Synchro 8 Report
Page 4



Lanes, Volumes, Timings

3: AV. VELASCO ASTETE & INGRESO AEROPUERTO

25/10/2020



Lane Group	EBL	EBT	WBT	WBR	SBL	SBR
Queue Delay	0.0	3.4	0.1			
Total Delay	130.5	83.5	7.3			
LOS	F	F	A			
Approach Delay		83.1	7.3			
Approach LOS		F	A			

Intersection Summary

Area Type:	Other
Cycle Length:	100
Actuated Cycle Length:	100
Offset:	32 (32%), Referenced to phase 2-EBT and 6-WBT, Start of Green
Natural Cycle:	150
Control Type:	Pretimed
Maximum v/c Ratio:	1.22
Intersection Signal Delay:	50.5
Intersection LOS:	D
Intersection Capacity Utilization:	77.8%
ICU Level of Service:	D
Analysis Period (min):	15

Splits and Phases: 3: AV. VELASCO ASTETE & INGRESO AEROPUERTO

 2	 4
 6	



Lanes, Volumes, Timings

4: AV. VELASCO ASTETE & AV. VELASCO ASTETE & CA. GARDENIAS

25/10/2020

Lane Group	WBL	WBR	SBL	SBR	NEL	NER
Lane Configurations	T¹T¹		T¹		T¹	T¹
Volume (vph)	1150	26	1	233	75	1003
Ideal Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Util. Factor	0.97	0.95	1.00	1.00	1.00	1.00
Frt	0.997		0.865			0.850
Fit Protected	0.953				0.950	
Satd. Flow (prot)	3055	0	1627	0	1282	1509
Fit Permitted	0.953				0.950	
Satd. Flow (perm)	3055	0	1627	0	1282	1509
Right Turn on Red		Yes		Yes		Yes
Satd. Flow (RTOR)	6		63			1084
Link Speed (k/h)	50		50		50	
Link Distance (m)	164.7		101.1		132.0	
Travel Time (s)	11.9		7.3		9.5	
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Growth Factor	121%	121%	121%	121%	121%	121%
Heavy Vehicles (%)	8%	8%	1%	1%	7%	7%
Bus Blockages (#/hr)	29	0	0	0	60	0
Adj. Flow (vph)	1512	34	1	306	99	1319
Shared Lane Traffic (%)						
Lane Group Flow (vph)	1546	0	307	0	99	1319
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No
Lane Alignment	Left	Right	Left	Right	Left	Right
Median Width(m)	7.2		3.6		3.6	
Link Offset(m)	0.0		0.0		0.0	
Crosswalk Width(m)	4.8		4.8		4.8	
Two way Left Turn Lane						
Headway Factor	1.08	1.00	1.00	1.00	1.41	1.00
Turning Speed (k/h)	25	15	25	15	25	15
Turn Type	NA		NA		NA	Perm
Protected Phases	8		6		4	
Permitted Phases						4
Minimum Split (s)	20.0		20.0		20.0	20.0
Total Split (s)	75.0		25.0		75.0	75.0
Total Split (%)	75.0%		25.0%		75.0%	75.0%
Maximum Green (s)	71.0		21.0		71.0	71.0
Yellow Time (s)	3.5		3.5		3.5	3.5
All-Red Time (s)	0.5		0.5		0.5	0.5
Lost Time Adjust (s)	0.0		0.0		0.0	0.0
Total Lost Time (s)	4.0		4.0		4.0	4.0
Lead/Lag						
Lead-Lag Optimize?						
Walk Time (s)	5.0		5.0		5.0	5.0
Flash Dont Walk (s)	11.0		11.0		11.0	11.0
Pedestrian Calls (#/hr)	0		0		0	0
Act Effct Green (s)	71.0		21.0		71.0	71.0
Actuated g/C Ratio	0.71		0.21		0.71	0.71
w/c Ratio	0.71		0.29		0.11	0.95
Control Delay	6.8		45.2		5.4	12.5

AV. VELASCO ASTETE. FUTURO SIN CON OBRA.
YOHUAN

Synchro 8 Report
Page 6



Lanes, Volumes, Timings

4: AV. VELASCO ASTETE & AV. VELASCO ASTETE & CA. GARDENIAS

25/10/2020



Lane Group	WBL	WBR	SBL	SBR	NEL	NER
Queue Delay	2.9		0.2		0.0	37.5
Total Delay	9.7		45.4		5.4	50.0
LOS	A		D		A	D
Approach Delay	9.7		45.4		46.9	
Approach LOS	A		D		D	

Intersection Summary

Area Type:	Other
Cycle Length:	100
Actuated Cycle Length:	100
Offset:	0 (0%), Referenced to phase 2: and 6:SBL, Start of Green
Natural Cycle:	90
Control Type:	Pretimed
Maximum v/c Ratio:	0.95
Intersection Signal Delay:	29.2
Intersection LOS:	C
Intersection Capacity Utilization:	78.5%
ICU Level of Service:	D
Analysis Period (min):	15
! Phase conflict between lane groups:	

Splits and Phases: 4: AV. VELASCO ASTETE & AV. VELASCO ASTETE & CA. GARDENIAS



Lanes, Volumes, Timings

5: CA. ROSALES & AV. VELASCO ASTETE /AV. ROSALES

25/10/2020

Lane Group	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Lane Configurations												
Volume (vph)	0	604	450	1	589	31	450	38	32	17	24	126
Ideal Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Util. Factor	1.00	0.95	0.95	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Frt		0.990	0.850		0.993				0.850		0.898	
Fit Protected								0.956			0.995	
Satd. Flow (prot)	0	1746	1245	0	1850	0	0	1682	1495	0	1664	0
Fit Permitted					0.818			0.578			0.904	
Satd. Flow (perm)	0	1746	1245	0	1513	0	0	1017	1495	0	1512	0
Right Turn on Red			Yes			Yes			Yes			Yes
Satd. Flow (RTOR)		5	458		3				42		94	
Link Speed (k/h)		50			50			50			50	
Link Distance (m)		164.7			133.0			190.8			130.3	
Travel Time (s)		11.9			9.6			13.7			9.4	
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Growth Factor	121%	121%	121%	121%	121%	121%	121%	121%	121%	121%	121%	121%
Heavy Vehicles (%)	0%	2%	7%	2%	2%	2%	8%	8%	8%	2%	2%	2%
Bus Blockages (#/hr)	0	0	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Adj. Flow (vph)	0	794	592	1	775	41	592	50	42	22	32	166
Shared Lane Traffic (%)			10%									
Lane Group Flow (vph)	0	853	533	0	817	0	0	642	42	0	220	0
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
Lane Alignment	Left	Left	Right	Left	Left	Right	Left	Left	Right	Left	Left	Right
Median Width(m)		0.0			0.0			0.0			0.0	
Link Offset(m)		0.0			0.0			0.0			0.0	
Crosswalk Width(m)		4.8			4.8			4.8			4.8	
Two way Left Turn Lane												
Headway Factor	1.00	1.00	1.20	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Turning Speed (k/h)	25		15	25		15	25		15	25		15
Turn Type		NA	Perm	Perm	NA		Perm	NA	Perm	Perm	NA	
Protected Phases		4			8			2		2		6
Permitted Phases			4	8			2		2	6		
Minimum Split (s)		20.0	20.0	20.0	20.0		20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	
Total Split (s)		46.0	46.0	46.0	46.0		54.0	54.0	54.0	54.0	54.0	
Total Split (%)		46.0%	46.0%	46.0%	46.0%		54.0%	54.0%	54.0%	54.0%	54.0%	
Maximum Green (s)		42.0	42.0	42.0	42.0		50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	
Yellow Time (s)		3.5	3.5	3.5	3.5		3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	
All-Red Time (s)		0.5	0.5	0.5	0.5		0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	
Lost Time Adjust (s)		0.0	0.0		0.0			0.0	0.0		0.0	
Total Lost Time (s)		4.0	4.0		4.0			4.0	4.0		4.0	
Lead/Lag												
Lead-Lag Optimize?												
Walk Time (s)		5.0	5.0	5.0	5.0		5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	
Flash Dont Walk (s)		11.0	11.0	11.0	11.0		11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	
Pedestrian Calls (#/hr)		0	0	0	0		0	0	0	0	0	
Act Effct Green (s)		42.0	42.0		42.0		50.0	50.0		50.0		50.0
Activated g/C Ratio		0.42	0.42		0.42		0.50	0.50		0.50		0.50
w/o Ratio		1.16	0.68		1.28		1.26	0.05		0.27		
Control Delay		106.6	6.1		166.8		156.0	4.9		9.0		

AV. VELASCO ASTETE FUTURO SIN CON OBRA
YOHUAN

Synchro 8 Report
Page 8



Lanes, Volumes, Timings

5: CA. ROSALES & AV. VELASCO ASTETE /AV. ROSALES

25/10/2020

Lane Group	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Queue Delay		38.5	0.3		0.0			0.0	0.0		0.1	
Total Delay		145.1	6.3		166.8			156.0	4.9		9.1	
LOS		F	A		F			F	A		A	
Approach Delay		91.7			166.8			146.8			9.1	
Approach LOS		F			F			F			A	

Intersection Summary

Area Type:	Other
Cycle Length:	100
Actuated Cycle Length:	100
Offset:	88 (88%), Referenced to phase 2:NBTL and 6:SBTL, Start of Green
Natural Cycle:	80
Control Type:	Pretimed
Maximum v/c Ratio:	1.28
Intersection Signal Delay:	117.8
Intersection LOS:	F
Intersection Capacity Utilization	104.1%
ICU Level of Service:	G
Analysis Period (min)	15

Splits and Phases: 5: CA. ROSALES & AV. VELASCO ASTETE /AV. ROSALES

 p2	 p4
 p6	 p8



Lanes, Volumes, Timings

6: Acceso A.Buena & AV. VIA DE EVITAMIENTO & CA. ROSALES

25/10/2020

Lane Group	WBL	WBR	SBL	SBR	NEL	NER
Lane Configurations	Y	Y	Y		Y	
Volume (vph)	13	486	480	12	35	500
Ideal Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Util. Factor	1.00	0.95	1.00	1.00	1.00	1.00
Frt	0.858	0.850	0.997		0.874	
Fit Protected	0.997		0.954		0.997	
Satd. Flow (prot)	1509	1421	1689	0	1623	0
Fit Permitted	0.997		0.954		0.997	
Satd. Flow (perm)	1509	1421	1689	0	1623	0
Right Turn on Red		Yes		Yes		Yes
Satd. Flow (RTOR)	313	326	2		410	
Link Speed (k/h)	50		50		50	
Link Distance (m)	319.2		190.8		47.2	
Travel Time (s)	23.0		13.7		3.4	
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Growth Factor	121%	121%	121%	121%	121%	121%
Heavy Vehicles (%)	3%	8%	7%	7%	2%	2%
Adj. Flow (vph)	17	639	631	16	46	658
Shared Lane Traffic (%)		49%				
Lane Group Flow (vph)	330	326	647	0	704	0
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No
Lane Alignment	Left	Right	Left	Right	Left	Right
Median Width(m)	15.0		3.6		3.6	
Link Offset(m)	0.0		0.0		0.0	
Crosswalk Width(m)	4.8		4.8		4.8	
Two way Left Turn Lane						
Headway Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Turning Speed (k/h)	25	15	25	15	25	15
Turn Type	NA	Perm	NA		NA	
Protected Phases	8		6		4	
Permitted Phases		8				
Minimum Split (s)	20.0	20.0	20.0		20.0	
Total Split (s)	20.0	20.0	46.0		34.0	
Total Split (%)	20.0%	20.0%	46.0%		34.0%	
Maximum Green (s)	16.0	16.0	42.0		30.0	
Yellow Time (s)	3.5	3.5	3.5		3.5	
All-Red Time (s)	0.5	0.5	0.5		0.5	
Lost Time Adjust (s)	0.0	0.0	0.0		0.0	
Total Lost Time (s)	4.0	4.0	4.0		4.0	
Lead/Lag						
Lead-Lag Optimize?						
Walk Time (s)	5.0	5.0	5.0		5.0	
Flash Dont Walk (s)	11.0	11.0	11.0		11.0	
Pedestrian Calls (#/hr)	0	0	0		0	
Act Effct Green (s)	16.0	16.0	42.0		30.0	
Actuated g/C Ratio	0.16	0.16	0.42		0.30	
w/o Ratio	0.65	0.65	0.91		0.91	
Control Delay	12.4	11.2	40.5		31.5	
Queue Delay	0.0	0.0	0.0		0.0	

AV. VELASCO ASTETE - FUTURO SIN CON OBRA
YOHUAN

Synchro 8 Report
Page 10



Lanes, Volumes, Timings

6: Acceso A.Buena & AV. VIA DE EVITAMIENTO & CA. ROSALES

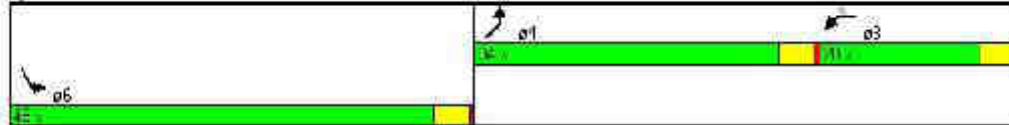
25/10/2020

Lane Group	WBL	WBR	SBL	SBR	NEL	NER
Total Delay	12.4	11.2	40.5		31.5	
LOS	B	B	D		C	
Approach Delay	11.8		40.5		31.5	
Approach LOS	B		D		C	

Intersection Summary

Area Type:	Other
Cycle Length:	100
Actuated Cycle Length:	100
Offset:	77 (77%), Referenced to phase 2: and 6:SBL; Start of Green
Natural Cycle:	90
Control Type:	Pretimed
Maximum v/c Ratio:	0.91
Intersection Signal Delay:	28.0
Intersection Capacity Utilization:	95.8%
Analysis Period (min):	15
	Intersection LOS: C
	ICU Level of Service F

Splits and Phases: 6: Acceso A.Buena & AV. VIA DE EVITAMIENTO & CA. ROSALES





Lanes, Volumes, Timings

13: Acceso la Salle/Retorno La Salle & Acceso A Buena

25/10/2020

Lane Group	EBL	EBT	WBT	WBR	SWL	SWR
Lane Configurations		↕	↕		↕	↕
Volume (vph)	35	5	15	500	52	10
Ideal Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Util. Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Frt			0.868		0.978	
Fit Protected		0.958			0.960	
Satd. Flow (prot)	0	1785	1617	0	1749	0
Fit Permitted		0.958			0.960	
Satd. Flow (perm)	0	1785	1617	0	1749	0
Link Speed (k/h)		30	50		50	
Link Distance (m)		95.3	187.2		47.2	
Travel Time (s)		11.4	13.5		3.4	
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Growth Factor	121%	121%	121%	121%	121%	121%
Adj. Flow (vph)	46	7	20	789	68	13
Shared Lane Traffic (%)						
Lane Group Flow (vph)	0	53	809	0	81	0
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No
Lane Alignment	Left	Left	Left	Right	Left	Right
Median Width(m)		0.0	0.0		3.6	
Link Offset(m)		0.0	0.0		0.0	
Crosswalk Width(m)		4.8	4.8		4.8	
Two way Left Turn Lane						
Headway Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Turning Speed (k/h)	25			15	25	15
Sign Control		Stop	Stop		Stop	
Intersection Summary						
Area Type:	Other					
Control Type:	Unsignalized					
Intersection Capacity Utilization	56.8%			ICU Level of Service B		
Analysis Period (min)	15					



Lanes, Volumes, Timings
16: Acceso la Salle

25/10/2020

Lane Group	WBL	WBR	NBT	NBR	SBL	SBT
Lane Configurations	W		T			T
Volume (vph)	10	5	800	10	2	1100
Ideal Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Util. Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Frt	0.947		0.998			
Fit Protected	0.970					
Satd. Flow (prot)	1711	0	1859	0	0	1863
Fit Permitted	0.970					0.999
Satd. Flow (perm)	1711	0	1859	0	0	1861
Right Turn on Red		Yes		Yes		
Satd. Flow (RTOR)	7		2			
Link Speed (k/h)	50		50			50
Link Distance (m)	95.3		150.7			36.1
Travel Time (s)	6.9		10.9			2.6
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Growth Factor	100%	121%	121%	121%	121%	121%
Adj. Flow (vph)	11	7	1052	13	3	1447
Shared Lane Traffic (%)						
Lane Group Flow (vph)	18	0	1065	0	0	1450
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No
Lane Alignment	Left	Right	Left	Right	Left	Left
Median Width(m)	3.6		0.0			0.0
Link Offset(m)	0.0		0.0			0.0
Crosswalk Width(m)	4.8		4.8			4.8
Two way Left Turn Lane						
Headway Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Turning Speed (k/h)	25	15		15		25
Turn Type	NA		NA		Perm	NA
Protected Phases	8		2			6
Permitted Phases					6	
Minimum Split (s)	20.0		20.0		20.0	20.0
Total Split (s)	20.0		130.0		130.0	130.0
Total Split (%)	13.3%		86.7%		86.7%	86.7%
Maximum Green (s)	16.0		126.0		126.0	126.0
Yellow Time (s)	3.5		3.5		3.5	3.5
All-Red Time (s)	0.5		0.5		0.5	0.5
Lost Time Adjust (s)	0.0		0.0			0.0
Total Lost Time (s)	4.0		4.0			4.0
Lead/Lag						
Lead-Lag Optimize?						
Walk Time (s)	5.0		5.0		5.0	5.0
Flash Dont Walk (s)	11.0		11.0		11.0	11.0
Pedestrian Calls (#/hr)	0		0		0	0
Act Effct Green (s)	16.0		126.0		126.0	126.0
Actuated g/C Ratio	0.11		0.84		0.84	0.84
w/o Ratio	0.10		0.88		0.93	0.93
Control Delay	44.6		7.2		10.0	10.0
Queue Delay	0.0		331.9		73.1	73.1
Total Delay	44.6		339.0		83.1	83.1

AV. VELASCO ASTETE - FUTURO SIN CON OBRA
YOHUAN

Synchro 8 Report
Page 13



Lanes, Volumes, Timings
16: Acceso la Salle

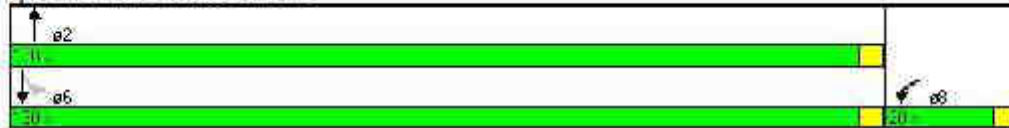
25/10/2020

Lane Group	WBL	WBR	NBT	NBR	SBL	SBT
LOS	D		F		F	
Approach Delay	44.6		339.0		83.1	
Approach LOS	D		F		F	

Intersection Summary

Area Type:	Other
Cycle Length:	150
Actuated Cycle Length:	150
Offset:	149 (99%), Referenced to phase 2:NBT and 6:SBTL, Start of Green
Natural Cycle:	100
Control Type:	Pretimed
Maximum v/c Ratio:	0.93
Intersection Signal Delay:	190.4
Intersection Capacity Utilization:	82.0%
Analysis Period (min):	15
Intersection LOS:	F
ICU Level of Service:	D

Splits and Phases: 16: Acceso la Salle





Lanes, Volumes, Timings
20:

25/10/2020

Lane Group	EBL	EBT	WBT	WBR	SBL	SBR
Lane Configurations						
Volume (vph)	0	660	0	800	0	0
Ideal Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Util. Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Frt				0.865		
Fit Protected						
Satd. Flow (prot)	0	1863	0	1611	0	0
Fit Permitted						
Satd. Flow (perm)	0	1863	0	1611	0	0
Link Speed (k/h)		50	50		50	
Link Distance (m)		53.2	335.0		69.2	
Travel Time (s)		3.8	24.1		5.0	
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Growth Factor	121%	121%	121%	100%	121%	121%
Adj. Flow (vph)	0	868	0	870	0	0
Shared Lane Traffic (%)						
Lane Group Flow (vph)	0	868	0	870	0	0
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No
Lane Alignment	Left	Left	Left	Right	Left	Right
Median Width(m)		0.0	0.0		0.0	
Link Offset(m)		0.0	0.0		0.0	
Crosswalk Width(m)		4.8	4.8		4.8	
Two way Left Turn Lane						
Headway Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Turning Speed (k/h)	25			15	25	15
Sign Control		Stop	Stop		Stop	
Intersection Summary						
Area Type:	Other					
Control Type:	Unsignalized					
Intersection Capacity Utilization	98.4%			ICU Level of Service F		
Analysis Period (min)	15					



Lanes, Volumes, Timings
23: Acceso Ticapata

25/10/2020

Lane Group	WBL	WBR	NBT	NBR	SBL	SBT
Lane Configurations						
Volume (vph)	2	800	0	0	0	660
Ideal Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Util. Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Frt	0.865					
Fit Protected						
Satd. Flow (prot)	1611	0	0	0	0	1863
Fit Permitted						
Satd. Flow (perm)	1611	0	0	0	0	1863
Link Speed (k/h)	50		50			50
Link Distance (m)	267.4		27.5			73.9
Travel Time (s)	19.3		2.0			5.3
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Growth Factor	121%	100%	121%	121%	121%	121%
Adj. Flow (vph)	3	870	0	0	0	868
Shared Lane Traffic (%)						
Lane Group Flow (vph)	873	0	0	0	0	868
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No
Lane Alignment	Left	Right	Left	Right	Left	Left
Median Width(m)	3.6		0.0			0.0
Link Offset(m)	0.0		0.0			0.0
Crosswalk Width(m)	4.8		4.8			4.8
Two way Left Turn Lane						
Headway Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Turning Speed (k/h)	25	15		15	25	
Sign Control	Stop		Stop			Stop
Intersection Summary						
Area Type:	Other					
Control Type:	Unsignalized					
Intersection Capacity Utilization	98.4%			ICU Level of Service F		
Analysis Period (min)	15					



Lanes, Volumes, Timings
26:

25/10/2020

	→	↘	↙	←	↖	↗
Lane Group	EBT	EBR	WBL	WBT	NBL	NBR
Lane Configurations	⬆		⬆	⬆	⬆	
Volume (vph)	0	660	490	5	800	5
Ideal Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Util. Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Frt	0.865				0.999	
Fit Protected			0.950		0.953	
Satd. Flow (prot)	1611	0	1770	1863	1773	0
Fit Permitted			0.166		0.953	
Satd. Flow (perm)	1611	0	309	1863	1773	0
Right Turn on Red		Yes				Yes
Satd. Flow (RTOR)	1091					
Link Speed (k/h)	50			50	50	
Link Distance (m)	335.0			87.2	36.1	
Travel Time (s)	24.1			6.3	2.6	
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Growth Factor	121%	121%	121%	121%	100%	121%
Adj. Flow (vph)	0	868	644	7	870	7
Shared Lane Traffic (%)						
Lane Group Flow (vph)	868	0	644	7	877	0
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No
Lane Alignment	Left	Right	Left	Left	Left	Right
Median Width(m)	3.6			3.6	3.6	
Link Offset(m)	0.0			0.0	0.0	
Crosswalk Width(m)	4.8			4.8	4.8	
Two way Left Turn Lane						
Headway Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Turning Speed (k/h)		15	25		25	15
Turn Type	NA		Perm	NA	NA	
Protected Phases	4			8	2	
Permitted Phases			8			
Minimum Split (s)	20.0		20.0	20.0	20.0	
Total Split (s)	98.0		98.0	98.0	52.0	
Total Split (%)	65.3%		65.3%	65.3%	34.7%	
Maximum Green (s)	94.0		94.0	94.0	48.0	
Yellow Time (s)	3.5		3.5	3.5	3.5	
All-Red Time (s)	0.5		0.5	0.5	0.5	
Lost Time Adjust (s)	0.0		0.0	0.0	0.0	
Total Lost Time (s)	4.0		4.0	4.0	4.0	
Lead/Lag						
Lead-Lag Optimize?						
Walk Time (s)	5.0		5.0	5.0	5.0	
Flash Dont Walk (s)	11.0		11.0	11.0	11.0	
Pedestrian Calls (#/hr)	0		0	0	0	
Art Effct Green (s)	94.0		94.0	94.0	48.0	
Actuated g/C Ratio	0.63		0.63	0.63	0.32	
w/o Ratio	0.61		3.32	0.01	1.55	
Control Delay	2.0		1072.1	10.5	285.7	
Queue Delay	0.9		0.0	0.0	102.7	
Total Delay	2.9		1072.1	10.5	388.4	

AV. VELASCO ASTETE - FUTURO SIN CON OBRA
YOHUAN

Synchro 8 Report
Page 17



Lanes, Volumes, Timings
26:

25/10/2020

Lane Group	EBT	EBR	WBL	WBT	NBL	NBR
LOS	A		F	B	F	
Approach Delay	2.9			1060.7	388.4	
Approach LOS	A			F	F	

Intersection Summary

Area Type:	Other
Cycle Length:	150
Actuated Cycle Length:	150
Offset:	0 (0%), Referenced to phase 2:NBL and 6:, Start of Green
Natural Cycle:	40
Control Type:	Pretimed
Maximum v/c Ratio:	3.32
Intersection Signal Delay:	431.4
Intersection Capacity Utilization:	137.0%
Analysis Period (min):	15
Intersection LOS:	F
ICU Level of Service H:	

Splits and Phases: 26:

