



Universidad Andina del Cusco

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS:

ANÁLISIS DEL FLUJO VEHICULAR EN INTERSECCIONES NO
SEMAFORIZADAS DEL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN

Presentado por:

Bach. Julio Illapuma Sutta

Título a optar:

Ingeniero Civil

Asesor:

Ing. Julio Benjamín Deza Cavero

CUSCO – PERÚ

2022



AGRADECIMIENTO

Agradecer a la universidad por la formación profesional

Agradecer esta investigación a Dios por darnos la vida y todas las bendiciones para poder lograr esta meta, a mis Padres y Hermanos por el constante apoyo incondicional diario, que me ayudaron a alcanzar las metas

A mi asesor de tesis, Ing. Julio Benjamín Deza Caverro apoyo constante en este camino.

A mis compañeros y amigos de la universidad Rodrigo, Dará, Roció, Ciro y Mabel que de una u otra forma colocaron un aporte en la vida universitaria para el logro de este proyecto de investigación.



DEDICATORIA

A Dios, por protegernos en esta pandemia

A mis padres Gavino y Luz Marina por todo el esfuerzo que hacen para apoyarme en la obtención de mis logros profesionales.

A mis hermanos Ernesto y Lisbeth por su paciencia y apoyo en este camino



Índice

Índice	4
Índice de Tablas	7
Índice de Gráficos	8
Índice de Ilustraciones	9
CAPITULO I:	Introducción
12	
1.1. Planteamiento del Problema	12
1.2. Formulación del Problema.....	14
1.2.1. Problema General.....	14
1.2.2. Problemas Específicos	14
1.3. Justificación de la Investigación	14
1.3.1. Conveniencia.....	14
1.3.2. Relevancia Social	15
1.3.3. Implicancia Práctica	15
1.3.4. Valor Teórico	15
1.3.5. Utilidad Metodológica.....	15
1.4. Objetivos de Investigación.....	16
1.4.1. Objetivos Generales	16
1.4.2. Objetivos Específicos.....	16
1.5. Delimitación del Estudio	16
1.5.1. Delimitación Espacial.....	16
1.5.2. Delimitación Temporal	16
CAPITULO II: Marco Teórico.....	17



2.1. Antecedentes del Estudio.....	17
2.1.1. Antecedentes Internacionales.....	17
2.1.2. Antecedentes Nacionales	19
2.2. Bases Teóricas	21
2.2.1. Características demográficas.....	21
2.2.2. Vías urbanas	22
2.2.3. Clasificación de Vías Urbanas	23
2.2.4. Dispositivos de Control del Transito.....	25
2.2.5. Intersecciones Viales	27
2.2.6. Intersecciones TWSC	27
2.2.7. Peatón	27
2.2.8. Periodo de estudio del Aforo.....	28
2.2.9. Flujo vehicular.....	28
2.2.10. Análisis de la congestión	29
2.2.11. Velocidad.....	29
2.2.12. Volumen de tránsito	29
2.2.13. Diseño geométrico de intersecciones	30
2.2.14. Capacidad y Niveles de Servicio (NS)	30
2.2.15. Rangos de movimiento	33
2.3. Marco conceptual (definición de términos básicos)	34
2.4. Hipótesis	36
2.4.1. Hipótesis General	36
2.4.2. Hipótesis Específicas.....	36
2.5. Variables e Indicadores.....	36
2.5.1. Identificación de Variables	36



2.5.2. Operacionalización de Variables.....	37
CAPITULO III:Método (Diseño de Metodología).....	38
3.1. Alcance del Estudio.....	38
3.2. Diseño de la investigación.....	38
3.3. Población.....	38
3.4. Muestra.....	39
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	39
3.6. Validez y confiabilidad de instrumentos.....	40
3.7. Plan de análisis de datos.....	40
3.7.1. Procesamiento de datos.....	46
3.7.2. Factor hora punta.....	47
3.7.3. Procesamiento de resultados.....	65
CAPITULO IV:..... Resultados de la Investigación	
83	
4.1. Resultados respecto al objetivo general.....	87
4.2. Resultados respecto a los objetivos específicos.....	87
CAPITULO V: Discusión.....	88
5.1. Descripción de los hallazgos más relevantes y significativos.....	88
5.2. Limitaciones del estudio.....	88
5.3. Comparaciones crítico con la literatura existente.....	89
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	90
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	92
INTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS.....	95



Índice de Tablas

Tabla 1: Población y Manzanas (unidades).....	22
Tabla 2: Población y Manzanas (porcentaje).....	22
Tabla 3: Parámetro de Diseño de Vías Urbanas	25
Tabla 4: Control de retardo.....	32
Tabla 5: Operacionalización de variables	37
Tabla 6: Accidentes de Transito	38
Tabla 7: Avance crítico.....	55
Tabla 8: Avance de seguimiento	56
Tabla 9: Caudal de demanda, Intersección N°01	66
Tabla 10: Volumen de conflicto, Intersección N°01	66
Tabla 11: Avances críticos, intersección N°01.....	67
Tabla 12: Avances de seguimiento, intersección N°01	67
Tabla 13: Capacidad potencial, intersección N°01	67
Tabla 14: Giros izquierda, intersección N°01.....	68
Tabla 15: Giros en U, intersección N°01	68
Tabla 16: Giros a la derecha, intersección N°01	69
Tabla 17: Capacidad de movimiento, intersección N°01.....	69
Tabla 18: Capacidad de carril compartido, intersección N°01.....	70
Tabla 19: Caudal de demanda, intersección N°02.....	70
Tabla 20: Volumen de conflicto, Intersección N°02	71
Tabla 21: Avances críticos, intersección N°02.....	71
Tabla 22: Avances de seguimiento, intersección N°02	71
Tabla 23: Capacidad potencial, intersección N°02	72
Tabla 24: Giros izquierda, intersección N°02.....	72
Tabla 25: Giros en U, intersección N°02	72
Tabla 26: Giros a la derecha, intersección N°02	73
Tabla 27: Capacidad de movimiento, intersección N°02.....	73
Tabla 28: Capacidad de carril compartido, intersección N°02.....	74
Tabla 29: Caudal de demanda, intersección N°03.....	74



Tabla 30: Volumen de conflicto, Intersección N°03	75
Tabla 31: Avances críticos, intersección N°03.....	75
Tabla 32: Avances de seguimiento, intersección N°03.....	76
Tabla 33: Capacidad potencial, intersección N°03	76
Tabla 34: Giros izquierda calle mayor, intersección N°03.....	77
Tabla 35: Giros derecha calle menor, intersección N°03.....	77
Tabla 36: Giros en U, intersección N°03	78
Tabla 37: Giros de frente, intersección N°03	78
Tabla 38: Capacidad de movimiento de giro de frente, intersección N°03.....	79
Tabla 39: Giros a la izquierda calle menor, intersección N°03.....	79
Tabla 40: Capacidad de movimiento a la izquierda calle menor, intersección N°03	80
Tabla 41: Capacidad de carriles compartidos, intersección N°03	80
Tabla 42: Resultados calles menores, intersección N°01	83
Tabla 43: Resultados calles mayores, intersección N°01	83
Tabla 44: Resultados de cada ingreso, intersección N°01.....	84
Tabla 45: Resultados calles menores, intersección N°02	84
Tabla 46: Resultados calles mayores, intersección N°02	84
Tabla 47: Resultados de cada ingreso, intersección N°02.....	85
Tabla 48: Resultados calles menores, intersección N°03	85
Tabla 49: Resultados calles mayores, intersección N°03	86
Tabla 50: Resultados de cada ingreso, intersección N°03.....	86

Índice de Gráficos

Figura 1: Ciudades con mayor tasa de congestiónamiento	12
Figura 3: Cuadro de pasos	34
Figura 4: Salida de la intersección N° 01	40
Figura 5: Salida de la intersección N° 02.....	41
Figura 6: Salida de la intersección N° 03.....	42
Figura 2: Enfoque A	46



Índice de Ilustraciones

Ilustración 1: Plano Estratigráfico Socioeconómico	21
Ilustración 2: Giros de la Intersección N°01	43
Ilustración 3: Volumen de Intersección N°01	43
Ilustración 4: Giros de la Intersección N°02	44
Ilustración 5: Volumen de Intersección N°02	44
Ilustración 6: Giros de la Intersección N°03	45
Ilustración 7: Volumen de la Intersección N°03	45
Ilustración 8: Giros de intersecciones	48
Ilustración 9: Giros 1,4	50
Ilustración 10: Giros 9,12	50
Ilustración 11: Giros en U	51
Ilustración 12: Giro etapa I, 8 y 11	51
Ilustración 13: Giro etapa II, 8 y 11	52
Ilustración 14: Giro etapa I, 7 y 10	53
Ilustración 15: Giro etapa II, 7 y 10	53
Ilustración 16: Señales Reguladoras o de Reglamentación Intersección N°01	81
Ilustración 17: Señales Reguladoras o de Reglamentación Intersección N°02	82
Ilustración 18: Señales Reguladoras o de Reglamentación Intersección N°03	82



RESUMEN

El presente trabajo de tesis titulado “ANÁLISIS DEL FLUJO VEHICULAR EN INTERSECCIONES NO SEMAFORIZADAS DEL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN” cusco - san Sebastián consiste en analizar mediante el Manual de Capacidad de Carretera según la metodología de intersecciones No SemafORIZADAS (TWSC).

Se realizó el estudio de 3 intersecciones no semaforizadas para el análisis según el Capítulo 20 Two Way Stop Controller Intersections (TWSC) del Manual de Capacidad de Carreteras HCM 2016. Para un análisis del flujo vehicular asignado a los giros de mayor demanda, así como los giros más críticos. Utilizando las ecuaciones según utilidad del manual en las cuales representa una significativa diferencia entre las calles mayores y las calles menores analizadas y sus resultados críticos obtenidos según los niveles de servicio (NS) hallados, que es por el que se encuentran compartidos varios giros con una sola salida e ingreso en las 3 intersecciones, para el cual se realizó un trabajo de campo.

El aforo vehicular fue realizado por un periodo de 2 horas en la mañana, tarde y noche, por periodos de 15 minutos en los días (martes 12, jueves 14 y sábado 16 de octubre) según horas punta que se tiene dentro del corredor vial del distrito de San Sebastián.

Las demoras del tráfico según el volumen vehicular requerirán cambios geométricos en la vía principal la cual para mitigar los conflictos de proponer anular las intersecciones no semaforizadas debido a la cantidad de presencia semáforos en la vía las intersecciones y se recomienda habilitar retornos de uso no congestionado dentro del corredor del a de la prolongación avenida la cultura que acumulan cantidad de demora dejando así mejor efectividad en el flujo vehicular

Palabras Claves: Flujo vehicular, Longitud de cola, Niveles de servicio.



(ABSTRACT)

The present thesis work entitled "ANALYSIS OF VEHICULAR FLOW IN NON-SIGNAL INTERSECTIONS OF THE DISTRICT OF SAN SEBASTIÁN" Cusco - San Sebastián consists of analysts using the highway capacity manual according to the methodology of unsignalized intersections (TWSC).

The study of 3 non-signalized intersections was carried out for the analysis according to chapter 20 Two Way Stop Controller Intersections (TWSC) of the HCM 2016 Highway Capacity Manual. For an analysis of the vehicular flow assigned to the turns of greater demand, as well as the turns most critical. Using the equations according to utility of the manual in which it represents a significant difference between the major streets and the minor streets analyzed and their critical results obtained according to the service levels (NS) found, which is why several turns are shared with a single exit and entry at the 3 intersections, for which a fieldwork was carried out.

The vehicle gauging was carried out for a period of 2 hours in the morning, afternoon and night, for periods of 15 minutes on the days (Tuesday 12, Thursday 14 and Saturday 16 October) according to peak hours that exist within the road corridor of the San Sebastián district

Traffic delays according to the vehicle volume will require geometric changes in the main road which to mitigate conflicts of proposing to cancel the intersections without signal lights due to the amount of presence of traffic lights on the road at the intersections and it is recommended to enable returns of non-congested use within from the corridor to the extension Av. la cultura that accumulate amount of delay thus leaving better effectiveness in the vehicular flow

CAPITULO I: Introducción

1.1. Planteamiento del Problema

Los niveles de congestión en 416 ciudades de 57 países que indica su Índice de tráfico 2020. Los aumentos continuos en la congestión del tráfico a lo largo de la última década se detuvieron abruptamente por la pandemia Covid-19 que ha hecho que 387 ciudades en funcionamiento experimentaron una disminución significativa (promedio del 21 por ciento) en la congestión general. Todos con niveles de congestión del 53 por ciento. El único aspecto realmente positivo de la congestión es que es un indicador de una economía fuerte. Por supuesto, tiene un impacto ambiental terrible, además de costarles a los viajeros una cantidad considerable de tiempo.

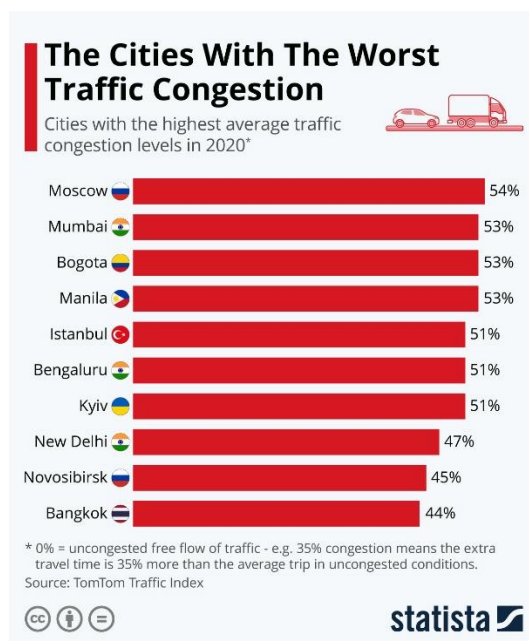


Figura 1: Ciudades con mayor tasa de congestionamiento

Fuente: Statista Content & Information Design

En las principales ciudades de América latina se busca diversas soluciones hacia el congestionamiento, así como Bogotá, Ciudad México, Caracas y Sao Paulo que presentan gran tráfico ocasionado por el crecimiento vehicular debido a las necesidades poblacionales de estas ciudades que van en aumento.



En el año 2021 se determinó un aumento en el tránsito vial que conlleva más accidentes, demoras y congestiones vehiculares, etc. el alto crecimiento de vehículos se debe a un fácil acceso de ellos (Thomson y Bull, 2001). La elevada circulación del congestionamiento se debe a los factores peatonales, así como las movilizaciones en las calles, avenidas, vías expresas y vías de evitamiento que aumentan considerablemente extensas longitudes de colas. (BBC Mundo , 2019)

El Perú no es ajeno a esta situación, ante el excesivo crecimiento vehicular, las intersecciones no semaforizadas han evidenciado problemas sociales que influyen en el crecimiento económico, al no contar con un reglamento de diseño de vías urbanas, según el capítulo IV de vías urbanas, artículo 32° las vías urbanas “son arterias o calles conformantes de un centro poblado, que no forman parte del sistema nacional de carreteras las que se reglamentan por ordenanzas de los gobiernos locales”. siendo necesarias estas disposiciones para poder satisfacer las demandas de volúmenes de tránsito en horas pico; graves fallas en el sistema vial evidencian mala señalización y diseños geométricos, e incluso la ausencia de estas (Henríquez, 2019).

La Provincia de Cusco, afronta un crecimiento poblacional muy considerable del 21.7% con un crecimiento anual del 2.0% (INEI, 2017), por lo que conlleva un significativo aumento del parque automotor, se observa que, en las intersecciones no semaforizadas por lo general existe un deficiente nivel de servicio, así como un alto flujo de saturación vehicular por la demanda, según la Corporación Peruana de Ingenieros en Transporte (CPIT), que realizó un estudio en el año 2012 basado en el transporte de la ciudad del Cusco, evidencia como resultados que; en la repartición modal, el 54.9% de los pasajeros se movilizan en transporte público, el cual embarga a los microbús y ómnibus, el 6.22% viaja en taxi, el 30.25% viaja a pie y el 8.63% en otro modo de transporte, según la encuesta de Origen y destino (CPIT, 2012),

En el distrito de san Sebastián, en la prolongación avenida de la cultura se tienen reportes policiales digitalizados registrados desde el año 2016 hasta el 2022 donde se evidencia una problemática constante en las intersecciones no semaforizadas de cuatro entradas y en T, siendo estos los continuos accidentes de tránsito, entre los incidentes



más reportados se tiene; 29.84% por atropellos, 5.24% de despistes y 64.92% de choques.

En el Capítulo 20 de las Intersección de dos Vías Controladas por PARE en Intersecciones siglas en inglés Two Way Stop Controller Intersections (TWSC) del Manual de Capacidad de Carreteras HCM 2016 (Highway Capacity Manual, 2016), Se busca encontrar una alternativa viable de diseño geométrico (triángulo mínimo de visibilidad) y señalización (reguladoras o de reglamentación) que solucione los problemas de las intersecciones no semaforizadas de la prolongación avenida de la cultura del distrito de san Sebastián.

1.2. Formulación del Problema

1.2.1. Problema General

- ¿Cuál es el Flujo Vehicular en Intersecciones no semaforizadas del Distrito de San Sebastián?

1.2.2. Problemas Específicos

- ¿Cuáles son las Condiciones de la vía para mejorar el Flujo Vehicular en Intersecciones no semaforizadas del Distrito de San Sebastián?
- ¿Cuál es el impacto vial en la Modificación de la Geometría de la vía para el Flujo Vehicular en Intersecciones no semaforizadas del Distrito de San Sebastián?
- ¿Cuál es la influencia vial de los Dispositivos de control para el Flujo Vehicular en Intersecciones no semaforizadas del Distrito de San Sebastián?
- ¿Cuál es el impacto vial en las Condiciones del tráfico para el Flujo Vehicular en Intersecciones no semaforizadas del Distrito de San Sebastián?

1.3. Justificación de la Investigación

1.3.1. Conveniencia

En el distrito de san Sebastián se encuentra la prolongación avenida de la cultura como arteria principal de la ciudad desde hace muchos años, lo que simboliza que un conjunto de la población se moviliza por este para ir a su centro de labores o de educación o simplemente en el que hacer de sus vidas. En vista de esta realidad y de la importancia de este corredor, se decidió enfocar este estudio en el mismo para permitir



una mejor transitabilidad, buscando de este modo una mayor comodidad y menor tiempo en los viajes, menor derroche de combustible, contaminación ambiental y sonora, lo que con llevaría a una excelente calidad de vida de los beneficiarios y una mejor imagen turística a nuestra ciudad.

1.3.2. Relevancia Social

Los beneficiarios del Análisis del Tráfico vehicular de la de las Intersecciones no semaforizadas son los pobladores del distrito de San Sebastián, porque mediante una mejora en la transitabilidad, accesibilidad y seguridad del corredor vial todos estos lograrán cumplir con sus labores diarias en menos tiempo y con una mayor comodidad.

1.3.3. Implicancia Práctica

En el distrito de San Sebastián algunas vías son competencia de la municipalidad provincial del Cusco, siendo estas las que se encuentran deterioradas y abandonas; a su vez también esta misma es la encargada de regular el transporte urbano, vías en la cuales se planteara soluciones técnicas al problema de la congestión en las intersecciones no semaforizadas dentro del distrito de San Sebastián, generada por una mala señalización con un bajo funcionamiento del flujo vehicular y la falta de mantenimiento por parte de las autoridades de la zona y la mala regulación al alto crecimiento del parque automotor que afecta un mejor plan dentro del desarrollo urbano en la ciudad de Cusco.

1.3.4. Valor Teórico

La problemática principal radica en la mala infraestructura vial, así como en la cantidad de vehículos que se aglomeran en las intersecciones no señalizadas las cuales provocan saturación vehicular. También el hecho que las autoridades se ausenten aplicando de forma incorrecta las normativas que necesita para regular el tránsito en la zona. Se necesita un marco teórico que pueda explicar el correcto funcionamiento del complejo mecanismo de las intersecciones no semaforizadas de acuerdo al sistema de seguridad de los conductores y peatones.

1.3.5. Utilidad Metodológica

Se requerirán un aforo vehicular para un conteo volumétrico como en la clasificación de los vehículos. Por último, se realizará el uso del Capítulo 20 Two Way



Stop Controller Intersections (TWSC) del HCM 2016 para ingresar todos los datos reales de las calles mayores y menores. Para ello tenemos el objetivo general de analizar los giros según el tránsito vehicular utilizando el Manual de Capacidad de Carreteras (Highway Capacity Manual, 2016)

1.4. Objetivos de Investigación

1.4.1. Objetivos Generales

- Analizar el Flujo Vehicular en Intersecciones no semaforizadas del Distrito de San Sebastián

1.4.2. Objetivos Específicos

- Determinar las Condiciones de la vía para mejorar el Flujo Vehicular en Intersecciones no semaforizadas del Distrito de San Sebastián
- Determinar el impacto vial en la Geometría de la vía para el Flujo Vehicular en Intersecciones no semaforizadas del Distrito de San Sebastián
- Determinar la influencia vial de los Dispositivos de control del Flujo Vehicular en Intersecciones no semaforizadas del Distrito de San Sebastián
- Determinar el impacto vial en las Condiciones del tráfico para el Flujo Vehicular en las Intersecciones no semaforizadas del Distrito de San Sebastián

1.5. Delimitación del Estudio

1.5.1. Delimitación Espacial

La investigación se desarrollará en las intersecciones no semaforizadas de la prolongación avenida de la cultura del distrito de San Sebastián, Provincia de Cusco, Departamento de Cusco.

1.5.2. Delimitación Temporal

El estudio de investigación tendrá una duración de 12 meses, iniciando el 10 de octubre del 2021 al 09 de octubre del 2022.



CAPITULO II: Marco Teórico

2.1. Antecedentes del Estudio

2.1.1. Antecedentes Internacionales

“Evaluación de la intersección no semaforizada Narciso López– Martí con la aplicación de la metodología HCM 2010”

Autor : Adonis José Estévez Peña

Año : 2017

Universidad : Universidad De Holguín, Cuba

Resumen En la ciudad de Holguín, que es una de las provincias donde se sufre mayor cantidad de accidentes en Cuba, en la intersección Narciso López Martí donde es una de las más afectadas por el congestionamiento vial, en tal sentido fue necesidad prioritaria realizar el análisis de capacidad y nivel de servicio para evaluar y aplicar la metodología (Manual de Capacidad de Carreteras del HCM 2010) teniendo las característica del tránsito dentro de la intersección no semaforizada en el uso urbano, según los estudios de tránsito acordes a esta metodología (volúmenes vehiculares, peatonales, estudios de velocidad, brechas y demoras) en el cual se llegaron a los resultados que podemos proporcionar: existe una elevada incidencia para vehículos de circulación lenta (ciclos), el cual representa un 40.4% del total de volumen en la hora de máxima demanda (HMD), las velocidades en operaciones del acceso a Narciso López de 26 km/h, y para el acceso hacia Martí 33 km/h, presenta un rango estable de operación de NS “C” sin la consideración del factor equivalencia (0.3) de ciclos a autos, y un NS “D”, los resultados caracterizados por problemas muestran viabilidad de comodidad intermedia.

Aporte : El flujo de operación de los vehículos del manual de capacidad vial es un documento consolidado más eficiente para el análisis de la operación del flujo vehicular, el HCM 2010 presenta las metodologías y los factores y definen los NS en función del tipo de intersección no semaforizada.

La metodología aplicada para la intersección no semaforizada presenta un análisis de funcionamiento a considerar como es el factor de equivalencia entre los ciclos de



vehículos ligeros que concluye con los resultados al NS intermedios que son a considerar para la intersección “C” y “D”.

Se obtuvo en el resultado que los estacionamientos para cada sentido de la vía afectan las condiciones de la operación del flujo por el radio de giro de los vehículos pesados. (Peña, 2017)

“ANÁLISIS DE TRÁFICO Y SOLUCIÓN VIAL DE LA INTERSECCIÓN: AV. ELOY ALFARO Y AV. SHYRIS EN LA CIUDAD DE QUITO”

Autores : Cumbal Chulca Bernardo Maximiliano y Ugsha Chicaiza Milton
Rodrigo

Año : 2015

Universidad : Universidad Central Del Ecuador

Resumen : Los aspectos dentro del área de influencia que se determinó para la zona de estudio corresponde a 10 estaciones de conteo de vehículos para poder conocer los periodos de los tráficos relacionados en 15 minutos dentro de la intersección de la Av. Eloy Alfaro y Av. Shyris, procesados los datos poder determinar el Volumen Horario de Máxima de Demanda (VHMD), de la hora punta y también el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) actual y futuro. Para la realización se realizó el levantamiento topográfico dentro de la intersección con el cual se recolecto los datos de elementos geométricos de la intersección, al mismo correspondiente se realizó la recolección de datos con relación a las velocidades, según el procesamiento, se pudo determinar la capacidad, densidad y nivel de servicio de la intersección. Dentro del estudio realizado se pudo obtener datos de la falta de señalización existente dentro de la interacción, así como la falta de seguridad dentro de la intersección y luego se realizó el cálculo de los tiempos de semaforización para la simulación del modelo.

Aporte : Dentro del estudio realizado se determinaron que las velocidades oscilan entre 23 a 31 Km/h, la cual limita a la capacidad e velocidad de diseño el cual es de máxima de 50 Km/h según el reglamento de tránsito se tiene permitido dentro de la intersección, la cual nos da una baja velocidad y un congestionamiento vehicular.



Según los resultados obtenidos se presenta como acciones a tomar la implementación en alternativas para mayor fluidez las cuales son; reprogramación de semáforos, reubicación de paraderos de transporte público y la implementación de señales reguladoras o de reglamentación, utilizando el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004. (Rodrigo, 2017)

2.1.2. Antecedentes Nacionales

“Diseño y planeamiento de una intersección vial urbana no semaforizada simulando interacción con el área de influencia”

Autor : Padilla de la Cruz, César Reynaldo y Ulloa Marchena, Álvaro Nicanor

Año : 2016

Universidad : Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas

Resumen : el congestionamiento vehicular dentro de la intersección no semaforizada tiene con finalidad identificar una solución al bajo flujo de los vehículos que se encuentra entre Av. Del Parque Sur y la Calle Copérnico, la intersección no semaforizada que se encuentra en el distrito de San Borja límite con San Isidro, donde se tomó en cuenta el área de influencia para obtener la solución más coherente en cuanto a tiempo y recursos. Para su procesamiento de realizo la recolección de datos en campo dentro de la red vial urbana presente (aforos vehiculares, encuestas de intención de viaje, velocidad media espacial, etc.).

Se realizó a cabo el estudio debido a que se presencian una inadecuada interacción dial al diseño geométrico asico como una incompleta red vial urbana.

Aporte : después del procesamiento de datos se tiene como planteamiento que es necesario el aumento de carriles reduciendo las bermas centrales para mejorar los niveles de servicio, así como también mejorar el diseño geométrico para un flujo optimo según corresponda la dirección a mejorar.



Mejorar los tiempos de sincronización respecto a la semaforización establecidas dentro de la red vial, la que permitirá optimizar los flujos, reduciendo demoras, mejorando los niveles de servicio y la capacidad del dentro de la vía (Padilla de la Cruz, 2016).

“Metodologías para la evaluación de la seguridad vial de intersecciones urbanas en la ciudad de Ayacucho”

Autor : José Carlos Chambillo Ango

Año : 2019

Universidad : Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga

Resumen : la investigación realizada tiene como problema principal la focalización de accidentes de tránsito entre de las intersecciones, teniendo como problema referido directo a la relación del diseño, para la cual se necesita la obtención de datos con registros de accidentes de seguridad vial dentro de la ciudad de Ayacucho para un estudio más preciso.

Dentro del trabajo del fundamento teórico se manejarán los conceptos de diseño de intersecciones a nivel, así como los estudios de ingeniera de tránsito, índices de seguridad vial, gestión de la seguridad vial y también la aplicación de un modelo según software de diseño.

El objetivo es poder aplicar los siguientes métodos para una evaluación completa, así como son la Evaluación del diseño de la intersección, Índice de severidad según el uso de la técnica sueca de conflictos de tráfico (TSCT), y un análisis dentro de la frecuencia de accidente en las intersecciones usando el manual de seguridad de carreteras (HSM).

Aporte : Dentro del diseño de curvatura para girar a la derecha en las esquinas de la intersección que son las que generan mayores conflictos, en base a los tipos de vehículos que se hacen dentro de las proporciones para vehículos pesados, tienen que ser evaluados y corregidos de acuerdo al diseño propuesto por el AASHTO, para obtener mayor cantidad de seguridad en lo congestionado de la zona, donde no se

presentan una sola línea de homogénea dentro del alineamiento de las esquinas de las esquinas entre las vías principales y las vías secundarias.

Se obtiene como dato, una la mala implementación de señales reguladoras o de reglamentación, en la cual se precisa una mejora en su corrección de manera que se pueda obtener una mejor circulación con los peatones y conductores, optimizando la circulación con velocidad moderadas al acercarse a la intersección (Carlos, 2019).

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Características demográficas

- **Densidad poblacional**

Según el Censo Nacional del 2007: XI de Población y VI de vivienda, el distrito de san Sebastián mostro una población urbana 72,281 y población rural de 2,431 siendo un total de 74,712 de habitantes (INEI, 2007); para el Censo Nacional 2017: XII de población y VII de vivienda, se tiene como población urbana con 110,817 y la población rural 1,719 siendo un total de 112,536 habitantes (INEI, 2017).

- **Aspectos socioeconómicos**

El INEI nos da un alcance estratigráfico del nivel socioeconómico del distrito de san Sebastián para determinar el crecimiento económico según áreas zonificadas, estos datos sirven para analizar los niveles de ingresos de los hogares, permitiendo la información focalizada y actualizada para responder a las necesidades de la población.

- Parámetros socioeconómicos el sector en estudio

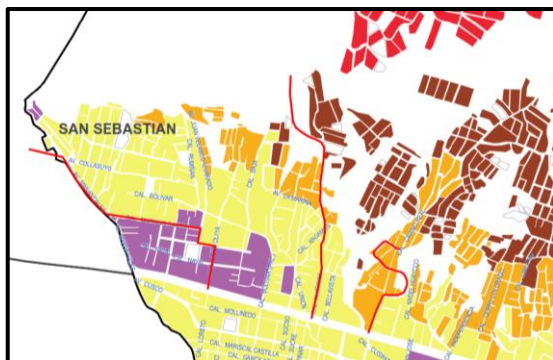


Ilustración 1: Plano Estratigráfico Socioeconómico

Fuente: INEI 2020



○ Población y manzanas (unidades)

ESTRATO	INGRESO PER CÁPITA POR HOGARES (Soles)*	PERSONAS	HOGARES	MANZANAS
Alto	1,526.73 a más	12,864	4,031	124
Medio alto	1,130.00 - 1,526.72	54,073	16,360	554
Medio	849.95 - 1,129.99	25,619	7,053	451
Medio bajo	616.58 - 849.94	11,511	3,172	511
Bajo	616.57 a menos	1,400	372	83
TOTAL		105,467	30,988	1,723

Tabla 1: Población y Manzanas (unidades)

Fuente: INEI 2020

○ Población y manzanas (porcentajes)

ESTRATO	INGRESO PER CÁPITA POR HOGARES (Soles)*	PERSONAS %	HOGARES %	MANZANAS %
Alto	1,526.73 a más	12.2	13.0	7.2
Medio alto	1,130.00 - 1,526.72	51.3	52.8	32.2
Medio	849.95 - 1,129.99	24.3	22.8	26.2
Medio bajo	616.58 - 849.94	10.9	10.2	29.7
Bajo	616.57 a menos	1.3	1.2	4.8
TOTAL		100.0	100.0	100.0

* A Precios Reales

Tabla 2: Población y Manzanas (porcentaje)

Fuente: INEI 2020

teniendo en cuenta los datos de crecimiento socioeconómico de forma significativo según el INEI podemos afirmar que va en aumento del parque automotor, por ende, también el incremento de congestión vehicular en el distrito de san Sebastián.

2.2.2. Vías urbanas

Según el Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial, en el artículo 32°, en consideración a vías urbanas indica que “son arterias o calles conformantes de un centro poblado, que no forman parte del sistema nacional de carreteras (SINAC) las que se reglamentan por ordenanzas de los gobiernos locales”. (Reglamento Nacional De Gestios De Infraestructura, 2006)

De igual forma sobre las vías de evitamiento en el artículo 33° dice:

... cuando una carretera atraviesa zonas urbanas y esta es reemplazada por una vía de evitamiento, esta nueva vía conformará parte



del sistema nacional de carreteras (SINAC), y la vía antigua se integrará a las vías urbanas, transfiriéndose la competencia de esta última en cuando a su mantenimiento y administración al gobierno local (Reglamento Nacional De Gestios De Infraestructura, 2006, pág. 7).

2.2.3. Clasificación de Vías Urbanas

- Definir que es una clasificación de vías urbanas

La clasificación de las vías urbanas está planteada por un sistema definido: calles, avenidas, vías expresas, vías colectoras, vías arteriales etc. Dirigido al movimiento de vehículos, personas y/o mercaderías; analizando los siguientes aspectos:

- Función de la red vial
- Tipo de tráfico que soporta
- Uso del suelo colindante (acceso a los lotes urbanizados y desarrollo de establecimientos comerciales)

- Niveles de vías urbanas

○ **Vías expresas:**

Crean el vínculo entre un sistema interurbano y un sistema vial urbano, cuyo uso une el tráfico (origen y destino) con áreas de alto tráfico. Movilizando considerables volúmenes de vehículos, con circulación libre y con condiciones de tráfico reducido. (Loaiza, 2005)

En este camino, el flujo no se corta, porque no hay una intersección nivelada con otros caminos, sino solo en intersecciones especialmente diseñadas (Loaiza, 2005)

○ **Vías arteriales:**

Las vías arteriales proporcionan el movimiento vehicular, moderado o alto, de baja asequibilidad y limitada incorporación con los usos del suelo adyacentes. Estos caminos se incorporarán a la red de vías y permitirán una adecuada distribución y asignación del tráfico a vías colectores y caminos vecinales. Prohibido aparcar y descargar mercancías.



El término vía arterial no es equivalente a una avenida, sin embargo, muchas calles han recibido estos nombres genéricos.(Loaiza, 2005)

En estas vías se deben evitar las interrupciones del movimiento del tráfico en las intersecciones donde los semáforos sean próximos, deben ser sincronizados al movimiento directo (Loaiza, 2005)

- **Vías colectoras:**

Las vías colectoras llevan el movimiento vehicular a las vías locales, a las arteriales y también en algunos casos hacia las vías expresas, cuando no es posible mediante las vías arteriales. Dan servicio tanto al movimiento de paso, como hacia las posesiones cercanas. (Loaiza, 2005)

Pueden ser colectoras distritales o interdistritales, perteneciendo esta distribución a las autoridades municipales, las cuales se derivan entre otros criterios para asentarse la competencia de dichas autoridades (Loaiza, 2005)

El flujo de vehículos es ininterrumpido a menudo por cruces semaforizadas, en ocasiones que estas empalman con vías arteriales, con señalización horizontal y vertical y señales reguladoras o de reglamentación, cuando empalman con vías locales (Loaiza, 2005).

- **Vías locales:**

Estas tienen principalmente la función de proveer la entrada a los predios o lotes, encargado únicamente de su tránsito propio, siendo tanto de ingreso como de salida (Loaiza, 2005).

Por estas vías se movilizan vehículos livianos, eventualmiente semipesados; se permiten estacionar vehículos y hallándose un flujo peatonal irrestricto. Las vías locales se relacionan entre ellas y con las colectoras (Loaiza, 2005)



- **Cuadro de parámetro de diseño vinculados a la clasificación de vías urbanas**

ATRIBUTOS Y RESTRICCIONES	VÍAS EXPRESAS	VÍAS ARTERIALES	VÍAS COLECTORAS	VÍAS LOCALES
Velocidad de Diseño	Entre 80 y 100 Km/hora Se registrará por lo establecido en los artículos 160 a 168 del Reglamento Nacional de Tránsito (RNT) vigente.	Entre 50 y 80 Km/hora Se registrará por lo establecido en los artículos 160 a 168 del RNT vigente.	Entre 40 y 60 Km/hora Se registrará por lo establecido en los artículos 160 a 168 del RNT vigente.	Entre 30 y 40 Km/hora Se registrará por lo establecido en los artículos 160 a 168 del RNT vigente.
Características del flujo	Flujo ininterrumpido. Presencia mayoritaria de vehículos livianos. Cuando es permitido, también por vehículos pesados. No se permite la circulación de vehículos menores, bicicletas, ni circulación de peatones.	Debe minimizarse las interrupciones del tráfico. Los semáforos cercanos deberán sincronizarse para minimizar interferencias. Se permite el tránsito de diferentes tipos de vehículos, correspondiendo el flujo mayoritario a vehículos livianos. Las bicicletas están permitidas en ciclovías	Se permite el tránsito de diferentes tipos de vehículos y el flujo es interrumpido frecuentemente por intersecciones a nivel. En áreas comerciales e industriales se presentan porcentajes elevados de camiones. Se permite el tránsito de bicicletas recomendándose la implementación de ciclovías.	Está permitido el uso por vehículos livianos y el tránsito peatonal es irrestricto. El flujo de vehículos semipesados es eventual. Se permite el tránsito de bicicletas.
Control de Accesos y Relación con otras vías	Control total de los accesos. Los cruces peatonales y vehiculares se realizan a desnivel o con intercambios especialmente diseñados. Se conectan solo con otras vías expresas o vías arteriales en puntos distantes y mediante enlaces. En casos especiales, se puede prever algunas conexiones con vías colectoras, especialmente en el Área Central de la ciudad, a través de vías auxiliares	Los cruces peatonales y vehiculares deben realizarse en pasos a desnivel o en intersecciones o cruces semaforizados. Se conectan a vías expresas, a otras vías arteriales y a vías colectoras. Eventual uso de pasos a desnivel y/o intercambios. Las intersecciones a nivel con otras vías arteriales y/o colectoras deben ser necesariamente semaforizadas y considerarán carriles adicionales para volteo.	Incluyen intersecciones semaforizadas en cruces con vías arteriales y solo señalizadas en los cruces con otras vías colectoras o vías locales. Reciben soluciones especiales para los cruces donde existían volúmenes de vehículos y/o peatones de magnitud apreciable	Se conectan a nivel entre ellas y con las vías colectoras.
Número de carriles	Bidireccionales: 3 o más carriles/sentido	Unidireccionales: 2 ó 3 carriles Bidireccionales: 2 ó 3 carriles/sentido	Unidireccionales: 2 ó 3 carriles Bidireccionales: 1 ó 2 carriles/sentido	Unidireccionales: 2 carriles Bidireccionales: 1 carril/sentido
Servicio a propiedades adyacentes	Vías auxiliares laterales	Deberán contar preferentemente con vías de servicio laterales.	Prestan servicio a las propiedades adyacentes.	Prestan servicio a las propiedades adyacentes, debiendo llevar únicamente su tránsito propio generado.
Servicio de Transporte público	En caso se permita debe desarrollarse por buses, preferentemente en "Carriles Exclusivos" o "Carriles Solo Bus" con paraderos diseñados al exterior de la vía.	El transporte público autorizado debe desarrollarse por buses, preferentemente en "Carriles Exclusivos" o "Carriles Solo Bus" con paraderos diseñados al exterior de la vía o en bahía.	El transporte público, cuando es autorizado, se da generalmente en carriles mixtos, debiendo establecerse paraderos especiales y/o carriles adicionales para volteo.	No permitido
Estacionamiento, carga y descarga de mercaderías	No permitido salvo en emergencias.	No permitido salvo en emergencias o en las vías de servicio laterales diseñadas para tal fin. Se registrará por lo establecido en los artículos 203 al 225 del RNT vigente.	El estacionamiento de vehículos se realiza en estas vías en áreas adyacentes, especialmente destinadas para este objeto. Se registrará por lo establecido en los artículos 203 al 225 del RNT vigente.	El estacionamiento está permitido y se registrará por lo establecido en los artículos 203 al 225 del RNT vigente

Tabla 3: Parámetro de Diseño de Vías Urbanas

Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas 2005

2.2.4. Dispositivos de Control del Tránsito

Según el manual de dispositivos de control de tránsito Para los flujos continuos o discontinuos podemos valorar en forma de la estimación de la cantidad o existencia de los dispositivos de control que normalmente son utilizados para la construcción, rehabilitación, diseño, mejoramiento para un control de tránsito con funcionalidad de acuerdo al sistema nacional de carreteras, así como de las vías urbanas (Manual de dispositivo de control de tránsito automotor para calles y carreteras, 2016).

Asimismo, de comunicar a los peatones sobre las restricciones, prohibiciones, obligaciones y/o autorizaciones vigentes por medio de símbolos, es posible considerar la necesidad de complementar la señal mediante mensajes.

- Señales reguladoras o de reglamentación



Tiene como meta anunciar a los peatones, las restricciones, prohibiciones y/o autorizaciones vigentes que rigen el uso de la vía y cuya infracción representa una violación a las disposiciones comprendidas en el reglamento nacional de tránsito; así como otras normas del MTC

- **Señalización**

Una señalización es una solución viable y eficiente para una intersección no semaforizada. Las investigaciones han llevado a la determinación de demoras, longitud de cola, características del conductor, así como de los peatones, todo esto para las condiciones de flujo de tránsito constante. (García, 2015)

- **Señales de prioridad**

Son aquellas que regulan el derecho de preferencia de paso

Señal de pare (R-1)



Señal donde el conductor del un vehículo debe detener en su totalidad dicho vehículo. Se situará al borde de la vía mínimamente a una distancia de 2m del comienzo de la vía interceptada.

Por o general no se complementa con marcas en el pavimento a la línea de parada o cruce de peatones.

Adicionalmente puede instalarse en el borde izquierdo o ser de mayor tamaño, cuando existan vías unidireccionales de dos o más carriles o cuando la visibilidad de la señal del lado derecho sea insuficiente. (Manual De Dispositivo De Control De Transito Automotor Para Calles Y Carreteras, 2016)

- **Señales de prohibición**

Son aplicadas en la prohibición y limitación del tránsito de ciertos tipos de vehículos o determinar maniobras.

Señal no bloquear cruce (R-53)



Esta señal prohíbe al conductor detener el vehículo dentro del área de intersección de dos vías (CRUCE). Debe completarse con macas en el pavimento, mediante una malla ortogonal de color amarillo que abarque dicha área.

La disposición o demarcación, no faculta al conductor infringir este requerimiento normativo de seguridad. (Manual De Dispositivo De Control De Transito Automotor Para Calles Y Carreteras, 2016)

2.2.5. Intersecciones Viales

Las intersecciones de calle o avenidas tienen un tránsito bastante fluido debido al flujo de ingresos que presentan en las direcciones que algunos casos presentan elementos de control de tránsito que la cual tiene como función de regular las actividades o giros de forma ordenada. Una intersección perteneciente a un punto específico tiene como función del intercambio, retorno o cambio de sentido, ingreso a calles menores las cuales presentan infraestructura vial adecuada para su función. (AASHTO, 2011)

2.2.6. Intersecciones TWSC

Las intersecciones TWSC son intersecciones no señalizadas en las que los conductores que transitan en la calle principal gozan de la prioridad frente a los conductores que transitan en los accesos de calles secundarias. Los conductores de calles secundarias tienen la obligación de detenerse antes de ingresar a la intersección. Los conductores que giran a la izquierda desde la calle principal deben ceder el paso al tráfico que cruza o gira a la derecha de la calle principal que se aproxima, pero no están obligados a detenerse en ausencia de tráfico que se aproxima.

2.2.7. Peatón

Un peatón está considerablemente más expuesto que un automóvil a los factores de su entorno. Se desplazará mucho más lentamente que cualquier otro modo de transporte, pudiendo por lo tanto prestar más atención a su alrededor. La capacidad de poder tomar un aperitivo por los alrededores o de hacer ejercicio durante el desplazamiento hace que pueda disfrutar del viaje. Así mismo, el viajante interactúa estrechamente con otros usuarios de otros modos de transporte, incluidos otros



peatones, en condiciones de seguridad, comodidad, etc. (TRANSPORTATION RESEARCH BOARD OF THE NATIONAL ACADEMIES, 2010)

En intersecciones con semáforos, la demora sufrida por los peatones que quieren cruzar una calzada está condicionada en parte por la cantidad de fase verde asignado al tráfico de vehículos. La intersección de vehículos. La intensidad de vehículos que al circular por la intersección atravesase un paso de peatones también afectara a la percepción del peatón sobre la calidad de servicio que le ofrece dicha intersección afectando también en la percepción de demora en el desplazamiento. (TRANSPORTATION RESEARCH BOARD OF THE NATIONAL ACADEMIES, 2010)

2.2.8. Periodo de estudio del Aforo

El estudio de aforo de vehículos realizadas en las intersecciones y vías de área de influencia del proyecto se realizada por parámetros de la guía metodológica de contenidos de los estudios de impacto vial manual de diseño de impacto vial nos da como referencia, aforar un día típico y uno atípico, para de este modo determinar las tres horas pico (mañana, tarde y noche) (Guía Metodológica De Contenidos De Los Estudios De Impacto Vial Manual De Diseño De Impacto Vial, 2007):

- Día típico: Día que representa las condiciones inconsistentes del flujo vehicular; los sábados y domingos son considerados como días atípicos. los días lunes y viernes pueden ser considerados también atípicos, estos pueden ser inicio y fin de semana laborales tiene patrones vehicular diferentes en relación a los días intermedios de una semana laborable, según la Norma A.150.
- Día atípico: Día que representa las condiciones consistentes/estándar del flujo vehicular; los días martes, miércoles y jueves son generalmente considerados como días típico según la Norma A.150.

2.2.9. Flujo vehicular

La metodología para el análisis del flujo vehicular, para dar a conocer las aplicaciones de los énfasis que están desarrolladas a las variantes del flujo vehicular y del tránsito, también la descripción probabilística o casual para una mejor viabilidad en



las distribuciones estadísticas del proyecto a analizar para un mejor control en las intersecciones (Cal y Mayor Reyes & Cárdenas Grisales, 2017)

- Flujo continuo

Los flujos continuos no presentan elementos de obstáculo ya sean estos un volumen de tránsito o controles dentro del flujo, de la cuales no producen interrupciones al tránsito. (Highway Capacity Manual, 2016)

- Flujo discontinuo

Los flujos discontinuos presentan interrupciones constantes en el tránsito de manera constante, las cuales pueden ser señales reguladoras o de reglamentación, las cuales producen interferencia al flujo vehicular en un determinado tiempo las cuales pueden ser; semáforos, señales de alto, etc. Estos dispositivos de control incitan paradas al flujo constante, (Highway Capacity Manual, 2016)

2.2.10. Análisis de la congestión

Las longitudes de cola pueden estar valoradas según su parámetro en el tiempo de demora para relacionarlo con un congestionamiento a la capacidad del flujo vehicular de una cantidad máxima de vehículos, de ahí tendremos solo una capacidad limitada de carga vehicular en el sistema de la intersección. (Cal y Mayor Reyes & Cárdenas Grisales, 2017)

2.2.11. Velocidad

Uno de los factores de evaluación es el tiempo que demora en recorrer un determinado espacio, teniendo en cuenta el flujo constante al que estará sujeto el vehículo, debido a que la congestión invalida un flujo constante de la carga vehicular estimada en el espacio en investigación. (AASHTO, 2011)

2.2.12. Volumen de tránsito

La determinación básica del volumen de tránsito dentro del estudio realizado es mediante el conteo o aforo de vehículos, Los aforos vehiculares se realizan para obtener las estimaciones de los siguientes:

- Volumen
- Tasa de flujo



- Demanda
- Capacidad

Estos cuatro parámetros se relacionan estrechamente entre sí y se expresan en las mismas unidades o similares, sin embargo, no significan lo mismo.

El volumen: Es el número total de carga vehicular que pasan en un determinado espacio en un tiempo específico.

La Tasa de flujo: Con cuanta frecuencia recorre la carga vehicular, según se estima en una hora pico.

La demanda: Es la cantidad de vehículos que pasan por el determinado punto en un tiempo específico donde su saturación vehicular es alta y aumenta el flujo a bloqueos o restricciones en las rutas alternas dentro de un corredor vial.

La capacidad: Es una cantidad máxima de vehículos que pasan durante un tiempo específico por un determinado lugar, también está sujeta a las características del sistema de infraestructura vial, así mismo el volumen del tráfico no puede ser mayor a la capacidad. (Cal y Mayor Reyes & Cárdenas Grisales, 2017)

2.2.13. Diseño geométrico de intersecciones

Hace referencia a las intersecciones viales que alcanzar a ser a nivel o desnivel, entre carreteras o con vías férreas, de acuerdo a los aspectos de las vías que se interrelacionan y las demandas del diseño geométrico del proyecto. (Dirección general de caminos y ferrocarriles , 2018)

2.2.14. Capacidad y Niveles de Servicio (NS)

- Capacidad

Define según escala de medición la cantidad de vehículos permisibles en la intersección, la cual tienen como parámetro las cantidades máximas vehiculares que soporta la calle, avenida o intersección dentro de una infraestructura vial. El nivel de servicio está sujeta a la cantidad de vehículos dentro de una determinada cantidad de calzadas que puede soportar la vía dentro de un intervalo de tiempo dentro de la hora pico que es donde se presenta un mayor congestionamiento. (Manual de dispositivos de control del tránsito automotor para calles y carreteras,2016)



- Condiciones viales o de la plataforma

El estado de la infraestructura de vía, así como el mantenimiento de la vía y como se encuentra las condiciones de las señalizaciones, estado de la carpeta asfáltica, así como las medidas preventivas existentes para la los conductores. (Manual de dispositivos de control de transito automotor para calles y carretera, 2016)

- Condiciones de la circulación

Los sistemas de control según las normativas establecidas para el sistema vial presentan como condiciones mínimas que se tomar en cuenta para hacer seguro el viaje a los conductores y peatones en las cuales cumple una importante función las señales reguladoras o de reglamentación, ya sean estas para las intersecciones semaforizadas como no semaforizadas. (Manual de carreteras: Diseño geométrico DG – 2018)

- Condiciones de control

Para establecer de forma adecuada los dispositivos de control se tiene que hacer el uso de la normativa en las cuales se tendrá como fase crítica la capacidad de la intersección que soporta, como principal función es el de salvaguardar la vida, evitando accidentes y mejorando el flujo vehicular, quitando la carga a los carriles más congestionados (Manual de dispositivos de control de transito automotor para calles y carreteras, 2016)

- **Niveles de Servicio**

Esta medida describe las condiciones de operación de un flujo vehicular. Se describe en términos de conflictos de las direcciones de giros dentro de la intersección no señalizada.



Control Delay (s/ vehicle)	LOS by Volumen-to-Capacity Ratio	
	$v/c \leq 1.0$	$v/c > 1.0$
0 - 10	A	F
> 10 - 15	B	F
> 15 - 25	C	F
> 25 - 35	D	F
> 35 - 50	E	F
> 50	F	F

Note: The LOS criteria apply to each lane on a given approach and to each approach on the minor street. LOS is not calculated for major-street approaches or for the intersection as a whole.

Tabla 4: Control de retardo

Fuente: HCM 2016

- **Nivel de servicio A:** Condición de flujo libre sin volúmenes de saturación y altas velocidades, no se presentan restricciones para maniobrar y tener una velocidad constante.
- **Nivel de servicio B:** Las condiciones de velocidades se encuentran un poco restringidas por las condiciones del tránsito para los conductores que mantienen una velocidad deseada.
- **Nivel de servicio C:** Los volúmenes de tránsito más altos y presentan mayores restricciones que posibilita la maniobrabilidad a los conductores y se producen demoras de bajas magnitudes.
- **Nivel de servicio D:** Las condiciones de flujo se presentan con mayor inestabilidad a por los cambios de tránsito de forma transversal entre calles menores.
- **Nivel de servicio E:** La condición de flujo es mucho menos inestable debido a los altos volumen de tránsito y las bajas velocidades que se presenta a los conductores de las cuales ya presentan demoras considerables.
- **Nivel de servicio F:** La condición de flujo que se presenta es totalmente congestionado, la velocidad representa muy baja y las demoras son muy altas.



2.2.15. Rangos de movimiento

La metodología de intersección de TWSC, se debe identificar por prioridad del derecho de paso otorgado a cada movimiento. Algunos movimientos tienen prioridad absoluta; otros movimientos deben ceder a movimientos de orden superior. Los movimientos se pueden clasificar por prioridad de paso de la siguiente manera (Highway Capacity Manual, 2016):

- Movimientos de rango 1 también incluyen el tráfico a través de la calle principal, el tráfico que gira a la derecha desde la calle principal y los movimientos de peatones que cruzan la calle menor.
- Movimientos de rango 2 incluyen el tráfico que gira a la izquierda y que gira en U desde la calle principal, el tráfico que gira a la derecha hacia la calle principal y los movimientos de peatones que cruzan la calle principal (asumidos para este procedimiento).
- Movimientos del rango 3 incluyen el tránsito en la calle menor (en el caso de una intersección de cuatro entradas) y el tránsito que gira a la izquierda desde la calle menor (en el caso de una intersección en T).
- Movimientos de rango 4 incluyen el tráfico que gira a la izquierda desde la calle menor. Los movimientos de rango 4 ocurren solo en las intersecciones de cuatro entradas.

Metodología a emplear paso a paso según HCM

La metodología de intersección TWSC para el modo de vehículo motorizado se aplica a través de una serie de pasos que requieren datos de entrada relacionados con la información de flujo de movimiento y condiciones geométricas, priorización de movimientos, cálculo de capacidades potenciales, incorporación de ajustes para calcular capacidades de movimiento y estimación de control. Retrasos y longitudes de cola. Estos pasos se ilustran en la figura 3. (Highway Capacity Manual, 2016)

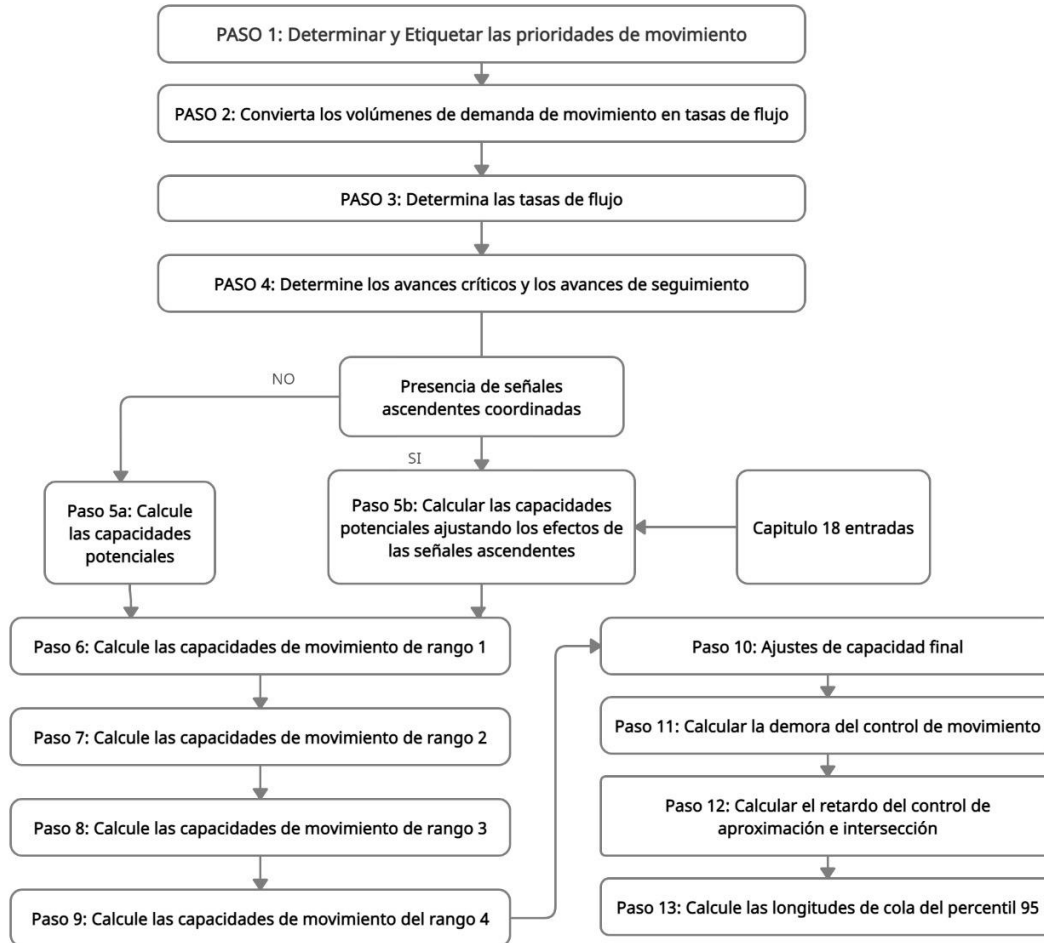


Figura 2: Cuadro de pasos

Fuente: HCM 2016

2.3. Marco conceptual (definición de términos básicos)

Señalización: Son dispositivos de control de tránsito necesarios para dar una reglamentación, su implementación va de acuerdo a un estudio de ingeniería vial que ayudan a mejorar la seguridad en vías urbanas. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016)

Intensidad: La intensidad es un parámetro que cuantifica el número de vehículos que circulan por un punto o sección transversal de un carril o carretera durante un periodo de tiempo dado. (Grisales, 2013)



Capacidad: La capacidad es un elemento viario que representa la máxima intensidad sostenible con la que, de una forma razonable, puede esperarse poder atravesar su sección transversal determinada durante un periodo de tiempo dado para unas condiciones reales conocidas del pavimento, tráfico y regulación. (Cal y Mayor Reyes & Cárdenas Grisales, 2017, pág. 354)

El conductor: Estudios han constatado que los conductores no muestran las mismas habilidades para la conducción en sus desplazamientos habituales por infraestructuras conocidas. (Cal y Mayor Reyes & Cárdenas Grisales, 2017, pág. 50)

Factor hora punta: Referido a una hora (60 min) en atención de máxima demanda en determinado según la saturación de la intersección. (Highway Capacity Manual, 2016, págs. 20-12)

Nivel de servicio: Calidad de servicio de acuerdo a la infraestructura que presenta la intersección, (Cal y Mayor Reyes & Cárdenas Grisales, 2017, pág. 355)

Giros: Se identifica los rangos de movimientos, así como los pasos del proceso del cálculo de análisis debido a que los análisis se basan a un uso prioritario de los espacios usados por los vehículos. (Highway Capacity Manual, 2016, págs. 20-4)

Colas: Es una determinada distancia durante un periodo de tiempo que excede la capacidad del intervalo de llegada, que es inferior al tiempo necesario para que los vehículos tengan el espacio correspondiente donde se formaran cola o retención de vehículos.

Reparto por sentido y distribución por carriles: tiene un impacto importante en las circulaciones óptimas. (Cal y Mayor Reyes & Cárdenas Grisales, 2017, pág. 332)

Capacidad de carril compartido: Es la cantidad de vehículos que comparten movimientos en un mismo carril (Highway Capacity Manual, 2016, págs. 20-22)

Control de demora: Cálculo de tiempo de viaje referencial que se experimenta en el viaje actual. (Highway Capacity Manual, 2016, págs. 20-30)

Capacidad potencial: Cantidad de vehículos máximos para un movimiento específico que se tiene en un determinado tiempo. (Highway Capacity Manual, 2016, págs. 20-19)



Capacidad de movimiento: Cantidad de vehículos de un movimiento específico que pasan en un determinado tiempo (Highway Capacity Manual, 2016, págs. 20-25)

Impedancia vehicular: Son vehículos que generan impedimentos al cruce, de acuerdo a la prioridad de movimiento de la calle mayor y calle menor que lleva a la reducción de la capacidad en la intersección. (Highway Capacity Manual, 2016, págs. 20-24)

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis General

- Existe un bajo Flujo Vehicular en Intersecciones no semaforizadas del Distrito de San Sebastián

2.4.2. Hipótesis Específicas

- Las Condiciones de la vía para la demanda vehicular del Flujo Vehicular en Intersecciones no semaforizadas del Distrito de San Sebastián
- La Modificación de la Geometría de la vía según el número de carriles para el Flujo Vehicular en Intersecciones no semaforizadas del Distrito de San Sebastián
- Existe una influencia vial en los Dispositivos de control para el Flujo Vehicular en Intersecciones no semaforizadas del Distrito de San Sebastián
- Existe influencia de las Condiciones del tráfico en el Flujo Vehicular en Intersecciones no semaforizadas del Distrito de San Sebastián

2.5. Variables e Indicadores

2.5.1. Identificación de Variables

- Variable dependiente : Nivel de servicio
Dimensión : Condición del tráfico
- Variable independiente : Flujo vehicular
Dimensión : Condiciones de la vía, Geometría de la vía y Dispositivos de control



2.5.2. Operacionalización de Variables

Operacionalización de Variables					
VARIABLES	Definición conceptual	Definición operacional	Dimenciones	Indicadores	Instrumento
Nivel de servicio	Se describe en terminos de conflictos de las direcciones de giros dentro de la interseccion no semaforizada (highway capacity manual, 2016)	son niveles establecidos mediante las clasificaciones del manual de capacidad	Condiciones del trafico	condiciones de los niveles de servicio (NS)	Manual de Capacidad HCM 2016
Análisis del Flujo vehicular	El análisis del flujo vehicular, es dar a conocer la investigación y sus aplicaciones, con particular énfasis en los aspectos que relacionan las variables del flujo vehicular en una viabilidad y distribuciones empleadas en proyectos y controles de tránsito vial. (cal y mayor reyes & cardenas grisales, 2017)	Es la verificación del estado en el que se encuentra el área de estudio que son determinados mediante la cantidad de vehiculos sobre un determinado tiempo.	Condiciones de la vía	Parametros de clasificacion de las vias urbanas	Manual de diseño geometrico de vias urbanas 2005
			Condiciones de la geometria de la vía	descripcion situacional actual de la interseccion	Manual de diseño geometrico de vias urbanas 2005
			Condiciones de los dispositivos de control	señalizaciones en las intersecciones no semaforizadas	Manual de dispositivos de control de transito

Tabla 5: Operacionalización de variables

Fuente: Propia



CAPITULO III: Método (Diseño de Metodología)

3.1. Alcance del Estudio

Teniendo en cuenta que la investigación es cuantitativa, el nivel de investigación es descriptiva exploratoria, ya que se analizarán las situaciones actuales de las intersecciones y luego se predice su comportamiento con una propuesta del flujo vehicular, es decir se trata de establecer relación entre las variables, cuantificándolas de tal manera que se pueda prever soluciones concretas.

3.2. Diseño de la investigación

Diseño: No Experimental

Según, (Hernández, Fernández, & Baptista, 2010, pág. 149), señala que los “Estudios que se realizan sin la manipulación deliberada de variables y en los que sólo se observa los fenómenos en su ambiente natural para después analizarlos”.

Desde la realidad del flujo vehicular se observará la problemática donde se identifica la variable y no se manipulen las variables para su estudio.

3.3. Población

La población estará constituida por la cantidad de incidentes de forma digitalizada por la comisaría de distrito de San Sebastián reportados desde el año 2016 hasta el 2022.

El estudio se basó en las intersecciones no semaforizadas en T y de cuatro entradas que se encuentran dentro de la prolongación Avenida de la Cultura del Distrito de San Sebastián.

INTERSECCIONES	2016			2017			2018			2019			2020			2021			2022			TOTAL PERIODO 2016-2022	TOTAL PERIODO 2016-2022	
	ATROPELLADOS	DESPISTES	CHOQUES	ATROPELLADOS	DESPISTES	CHOQUES	ATROPELLADOS	DESPISTES	CHOQUES	ATROPELLADOS	DESPISTES	CHOQUES	ATROPELLADOS	DESPISTES	CHOQUES	ATROPELLADOS	DESPISTES	CHOQUES	ATROPELLADOS	DESPISTES	CHOQUES			
PROLONGACION AV. LA CULTURA - ALTURA PARADERO CALLEJON	4		9	3		7	5	1	6	5		11			3			5			4	63	32.98%	
AV. LA CULTURA Y CALLE INTI RAYMI												1		1				1			2	1	7	3.66%
PROLONGACION DE LA AV. LA CULTURA, CALZADA NORTE, ALTURA DE LA CALLE CAMINO REAL.	1		4	2		7	1		3	2		2			3	1		3	3		7	39	20.42%	
PROLONGACION LA CULTURA - 6TO. PARADERO	1			1																		2	1.05%	
PROLONGACION AV LA CULTURA CON INTERSECCION DE LOS PARADEROS MERCADILLO			1	1		1	3	1	1	1	1	2			1			1				14	7.33%	
PROLONGACION AV LA CULTURA PARADERO SAN MIGUEL	5		7	2		1	3	1	1	2		8			1			3				34	17.80%	
PROLONGACION AV LA CULTURA PARADERO CACHIMAYO	5	1	5		1	8	3		1			2			2			2			2	32	16.75%	
SUB TOTAL	16	1	26	9	1	24	15	3	12	10	1	26	0	1	7	4	1	15	3	2	14	191	100.00%	

Tabla 6: Accidentes de Transito

Fuente: Comisaría de San Sebastián



3.4. Muestra

Se considera el tipo de muestreo no probabilístico intencional, en este caso se tomó como prioridad de estudio aquellas intersecciones que presentan incidentes considerables hacia los ingresos principales a vías de importancia que carecen de señalización reglamentaria y que también tienen como indicador los accidentes de tránsito tanto como choques, atropellos y despistes.

- ***Prolongación avenida de la cultura con calle José Olaya;*** Presenta un único retorno de la avenida Qollasuyo hacia la prolongación avenida de la cultura.
- ***Prolongación avenida de la cultura con calle Inti Raymi;*** Presenta una único ingreso y salida desde la prolongación avenida de la cultura hacia la comunidad de Quillahuata.
- ***prolongación avenida de la cultura con calle camino real”;*** Presenta un único ingreso y salida como intersección no semaforizada hacia la parte alta del distrito de san Sebastián.

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

La guía metodológica de contenidos de los estudios de impacto vial señala que, en la recolección de datos se considera un día típico y uno atípico; el manual de diseño geométrico de vías urbanas 2005 y el estudio realizado por la corporación peruana de ingenieros en transporte (CPIT, 2012), indican el mismo rango de horas pico. (Guía Metodológica De Contenidos De Los Estudios De Impacto Vial Señala, 2007) (Manual de Diseño Geometrico de Vias Urbanas, 2005) (Plan Regulador De Transporte Publico Urbano De Pasajeros, 2012)

De eso modo se empleará la técnica de filmado de las intersecciones, para luego ser contabilizadas desde el monitor, de forma pausada para determinar el volumen de los vehículos.

Según (Hernández, Fernández, & Baptista, 2010, pág. 260), menciona que la técnica utilizada será: “La observación, consiste en el registro sistemático, valido y confiable de comportamientos y situaciones observables, a través de un conjunto de categorías y subcategorías”.

Donde se puede verificar en las horas punta el desarrollo de las capacidades máximas encontradas para el análisis para el uso de la herramienta TWSC de la HCM 2016 la cual es aplicada en los estados unidos de América así se viene aplicando actualmente en Alemania.

3.6. Validez y confiabilidad de instrumentos

La confiabilidad de los instrumentos de medición será alta debido a que el conteo se realizó mediante la grabación fílmica y posteriormente desde un monitor se realizó el conteo, el grado de validez del uso será de alta confianza para la investigación. (Melgar, 2020)

3.7. Plan de análisis de datos

Los datos recolectados del día típico y día atípico se proceden a realizar diagramas de las zonas en estudio para que pueda tener un contexto del flujo que se establece la hora de máximo flujo, los cuales nos arrojaran a la vista 01 hora pico contenidos en 4 fases de 15 minutos, luego de la identificación se procede al procesamiento de los establecido. (Highway Capacity Manual, 2016)

Salida Intersección N° 01: Se muestra en la figura N° 04 como la única salida e ingreso alternativo hacia la avenida Collasuyo.

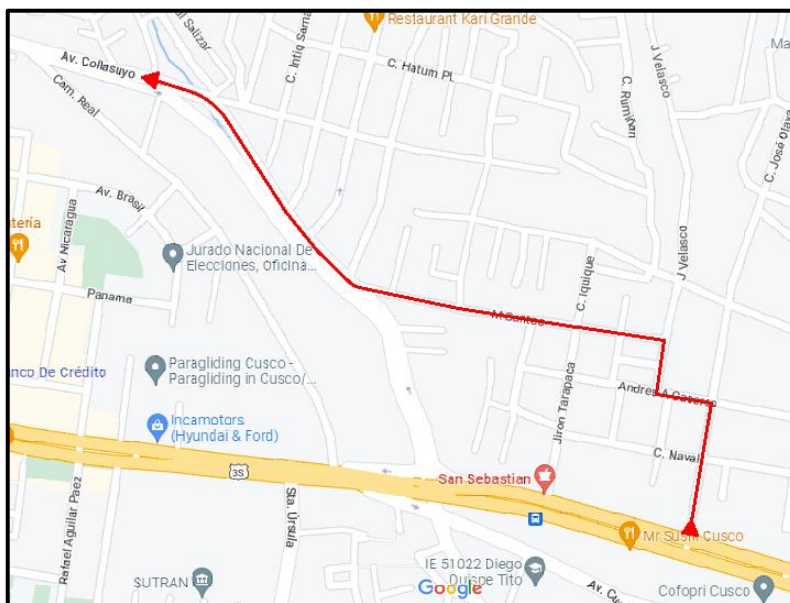


Figura 3: Salida de la intersección N° 01

Fuente: Google Maps

Salida Intersección N° 02: Se muestra en la figura N° 05 como la única salida alternativa desde la prolongación avenida de la cultura hacia las Comunidades de Quillahuata y Pumamarca.

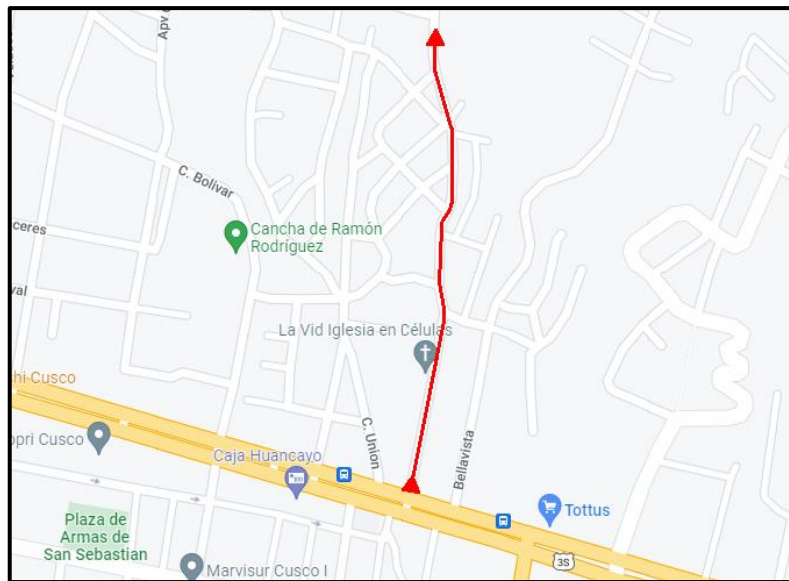


Figura 4: Salida de la intersección N° 02

Fuente: Google Maps

Salida Intersección N° 03: Es el único ingreso hacia el corredor Alto Qosqo que culmina en la intersección semaforizada de Sol de Oro donde se presenta vehículos de servicio colectivo hacia la parte alta del Distrito de San Sebastián.

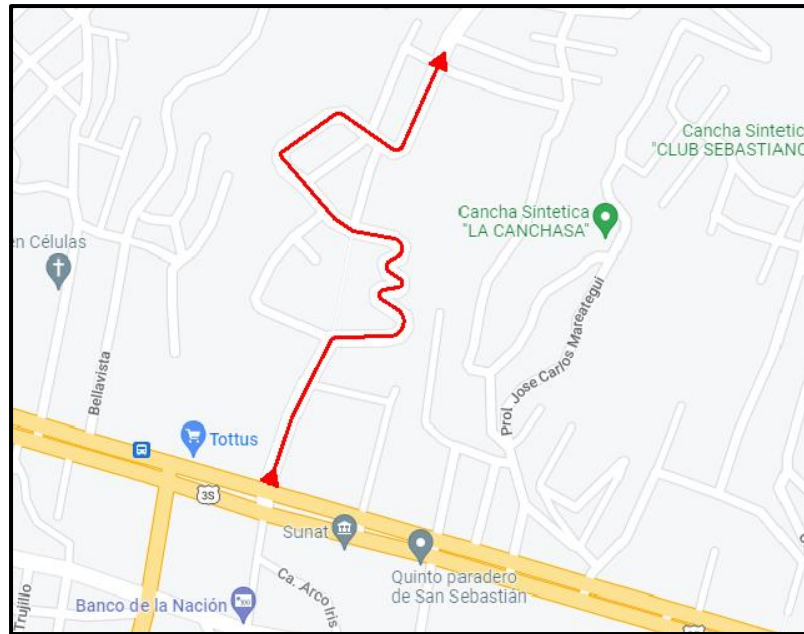


Figura 5: Salida de la intersección N° 03

Fuente: Google Maps

La recolección de datos que se realizó, mediante el aforo de las 3 intersecciones no señalizadas, en la cual se utilizó registros filmográficos y fotográficos correspondientes, con énfasis en las horas puntas.

Se realizó el conteo de tráfico en ambas intersecciones durante 3 días. A continuación, se presentan los giros tomados en cuenta para su aforo.

Se observa las clasificaciones de los giros en las siguientes ilustraciones:

- **Intersección N°01: prolongación Av. de la Cultura – calle José Olaya**

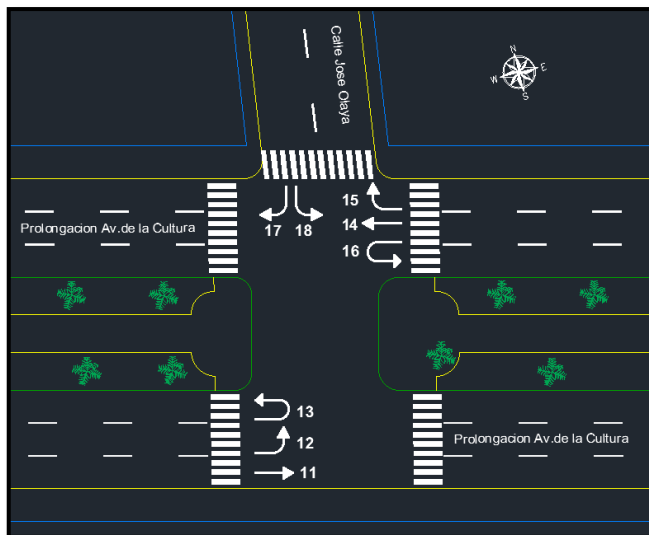


Ilustración 2: Giros de la Intersección N°01

Fuente: Propia

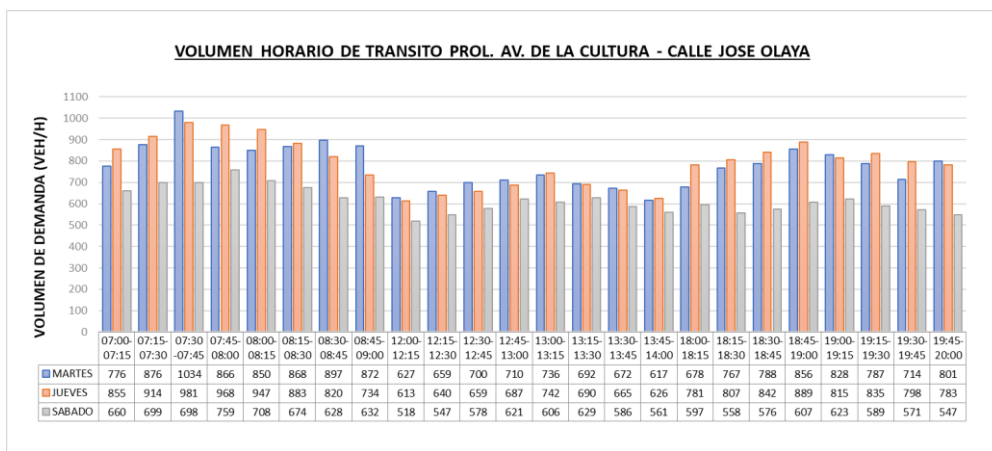


Ilustración 3: Volumen de Intersección N°01

Fuente: Propia

- **Intersección N°02: prolongación Av. de la Cultura – calle Inti Raymi**

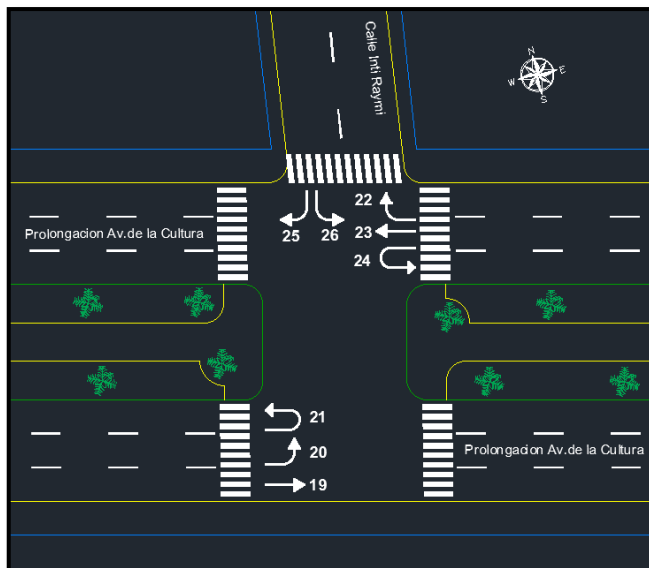


Ilustración 4: Giros de la Intersección N°02

Fuente: Propia

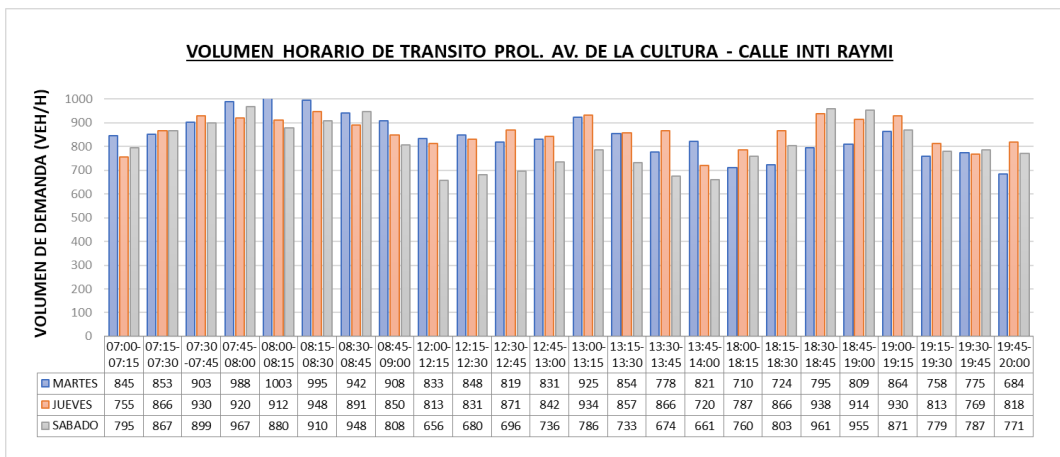


Ilustración 5: Volumen de Intersección N°02

Fuente: Propia

- **Intersección N°03: prolongación Av. de la Cultura – calle Camino real**

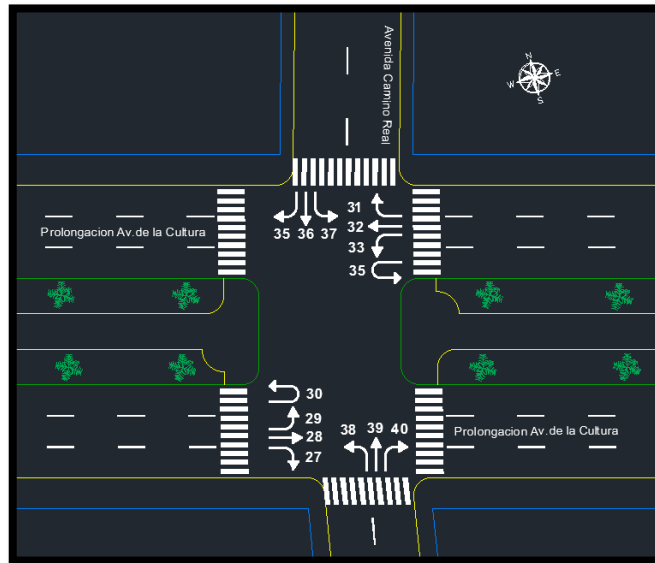


Ilustración 6: Giros de la Intersección N°03

Fuente: Propia

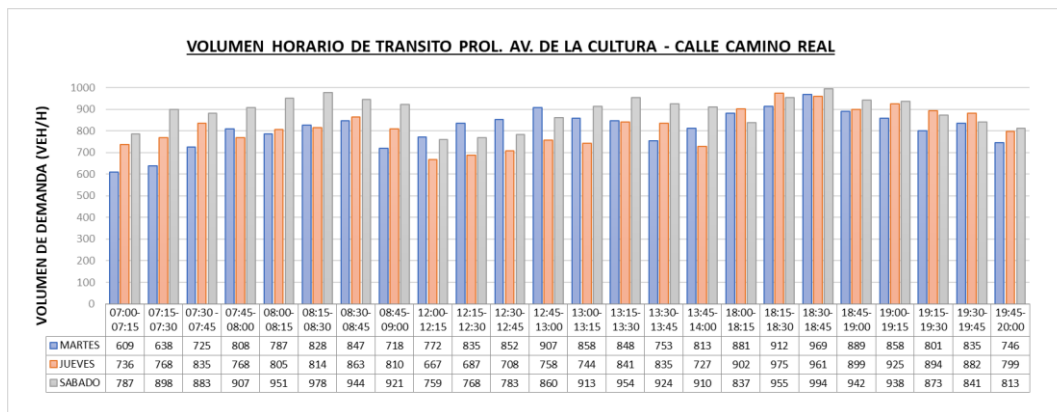


Ilustración 7: Volumen de la Intersección N°03

Fuente: Propia

3.7.1. Procesamiento de datos

- Según análisis HCM 2016

Se realizará mediante el enfoque A del (HCM 2016), que se fundamenta en la valoración de un período máximo de 15 minutos dentro del período de estudio. El período de evolución, T , es de 0,25 h. El caudal equivalente por hora en vehículos por hora (veh/h) utilizado para el análisis se basa en un recuento de tráfico máximo de 15 minutos multiplicado por cuatro o en un volumen de demanda de 1 hora dividido por el factor de hora punta. Se prefiere la primera opción siempre que se disponga de recuentos de tráfico. El factor de hora punta es igual al recuento de vehículos por hora dividido por cuatro veces el recuento punta de 15 minutos para un intervalo de horas común. Lo proporciona el analista o la agencia operativa.

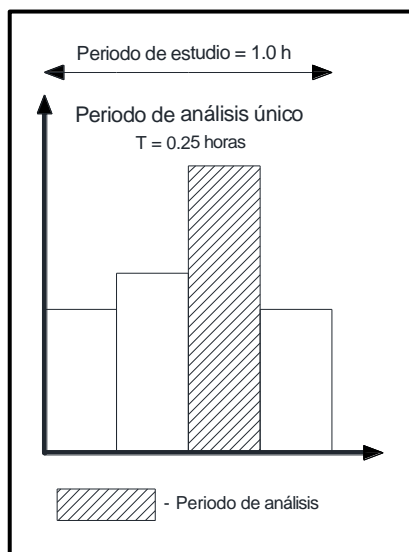


Figura 6: Enfoque A

Fuente: HCM 2016

- Medidas de desempeño

El desempeño de una calle urbana se describe mediante el uso de una o más medidas cuantitativas que caracterizan algún aspecto del servicio prestado a un grupo específico de usuarios de la vía. Las medidas de desempeño citadas en el capítulo de instalaciones de calles urbanas del HCM, incluyen la velocidad de desplazamiento del automóvil, la tasa de parada del automóvil, el espacio para peatones, la velocidad de desplazamiento de los peatones, la puntuación de percepción de los peatones, la



velocidad de desplazamiento en tránsito y la puntuación de percepción de los pasajeros en tránsito. (Highway Capacity Manual, 2016)

Una vez realizado el aforo en los cruces de intersección no semaforizada, se procede a definir los giros codificados y definidos para cada intersección no semaforizada, las cuales fueron intervenidos en intervalos a cada 15 minutos, para agruparlos y poder obtener la hora punta. (Highway Capacity Manual, 2016)

3.7.2. Factor hora punta

El conteo utilizado en el denominador se realiza en un período de 15 minutos que ocurre dentro de la etapa de 1 hora que se encuentra en el numerador de la fórmula. Estas variables en esta ecuación simbolizan la cantidad total de vehículos que ingresan a la intersección a lo largo de su período de tiempo respectivo. Por lo que se valora el factor de hora punta; Este factor luego se coloca por separado a cada movimiento de tráfico. La valoración de este factor a menudo oscila entre 0,80 a 0,95. (Highway Capacity Manual, 2016)

$$FHP = \frac{I_{60}}{4 * I_{15}}$$

Donde:

FHP = Factor hora punta

I_{60} = intensidad en el conjunto de la hora (veh/h), y

I_{15} = conteo de vehículos durante el periodo de 15 min más cargado de la hora (veh).

- prioridad de movimiento

El método para las intersecciones de cuatro entradas controladas por señales de parada se basa en la "Prioridad o Rango" de varios movimientos vehiculares y peatonales en la intersección. En el uso del método, las prioridades del derecho de vía dado a cada flujo vehicular deben ser identificados. Algunos movimientos tienen prioridad absoluta, mientras que otros tienen que dar paso o ceder a movimientos de orden superior. En la Figura 8, se muestra la prioridad de movimientos en jerarquías o "rangos" 1, 2, 3 y 4 para

en una intersección típica de cuatro entradas y en jerarquías 1,2 y 3 para intersección tipo T de tres accesos.

- Intersección de 4 accesos. Las mayores prioridades a evaluar son los movimientos vehiculares 1,1U, 4, 4U, 7, 8, 9, 10, 11 y 12.
- Intersección tipo T. Las mayores prioridades a evaluar son los movimientos vehiculares 1, 1U, 4, 4U, 7 y 9.

Son los giros con mayor capacidad de carga vehicular al no tener señalización para facilitar sus giros.

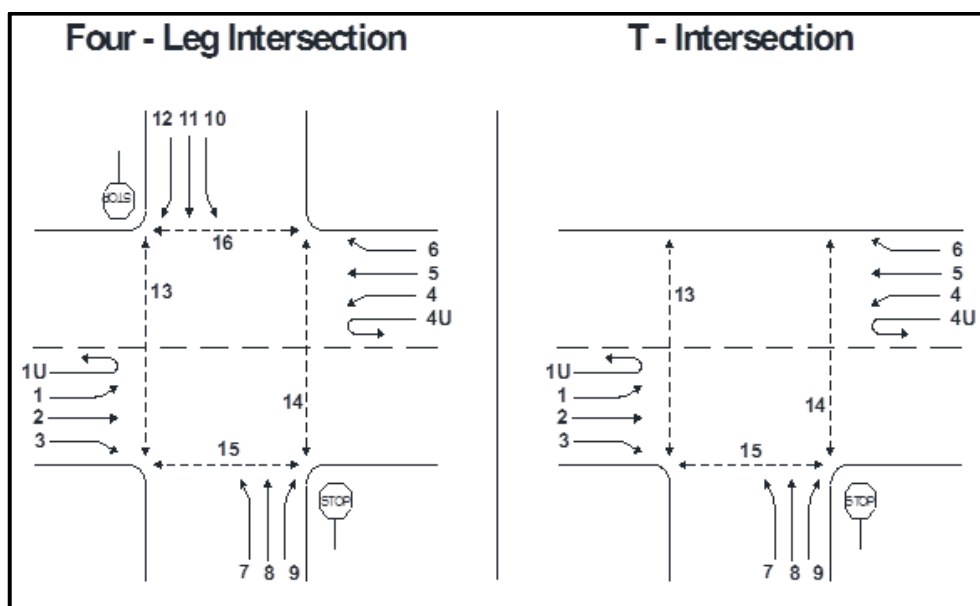


Ilustración 8: Giros de intersecciones

Fuente: HCM 2016

Pasos para el análisis

- Paso 1: prioridades de movimientos

La prioridad para cada movimiento en una intersección TWSC debe identificarse para designar el rango apropiado de cada movimiento para los pasos del proceso de análisis. El proceso de este paso también identifica la secuencia en la que el analista completará los cálculos de capacidad. Debido a que la metodología se basa en el uso prioritario de espacios por vehículos en una intersección TWSC.



- **Paso 2: volúmenes de demanda en tasas de flujo**

Para el análisis de las condiciones existentes cuando el período máximo de 15 minutos se puede medir en el campo, los volúmenes para el período máximo de 15 minutos se convierten en un caudal máximo de demanda de 15 minutos multiplicando los volúmenes máximos de 15 minutos por cuatro.

Para el análisis de las condiciones proyectadas o cuando los datos de 15 minutos no están disponibles, los volúmenes de demanda por hora para cada movimiento se convierten a tasas de flujo de demanda punta de 15 minutos en vehículos por hora.

$$v_i = \frac{V_i}{FHP}$$

Donde:

v_i = Caudal de demanda para el movimiento j (veh/h),

V_i = Volumen de demanda para el movimiento j (veh/h), y

FHP = Factor de Hora Punta para la intersección.

Donde v_i es el caudal para un período máximo de 15 minutos, expresado en vehículos por hora, y las otras variables son las definidas anteriormente.

Los valores más bajos del FHP significan una mayor variabilidad del flujo, mientras que los valores más altos significan una menor variación del flujo dentro de la hora. Cuando se utilizan recuentos horarios, el FHP puede oscilar entre 1,00, lo que indica que se produce la misma demanda durante cada período de 15 minutos de la hora, hasta un mínimo teórico de 0,25, lo que indica que toda la demanda horaria se produce durante los 15 minutos punta. Los FHP en áreas urbanas generalmente oscilan entre 0,80 y 0,98. Los FHP superiores a 0,95 suelen ser indicativos de altos volúmenes de tráfico, a veces con limitaciones de capacidad en el flujo durante la hora punta. Los FHP por debajo de 0,80 ocurren en lugares con una demanda muy alta, como escuelas, fábricas con cambios de turno y lugares con eventos programados.

- **Paso 3: Tasas de flujo en conflicto rango 2**

Cada movimiento en una intersección TWSC tienen diferentes conflictos que están directamente relacionados con la naturaleza del movimiento. Las siguientes subsecciones describen el conjunto de conflictos que enfrenta cada movimiento menor (Rango 2 a Rango 4) en una intersección TWSC. Las exposiciones y ecuaciones ilustran el cálculo del parámetro $v_{c,1}$ y $v_{c,4}$, la tasa de flujo en conflicto para el movimiento X, es decir, la tasa de flujo total (en vehículos por hora) que entra en conflicto con el movimiento X.

- Paso 3.1: giros a la izquierda de calles principales a calles secundarias 1 y 4 de Rango 2.

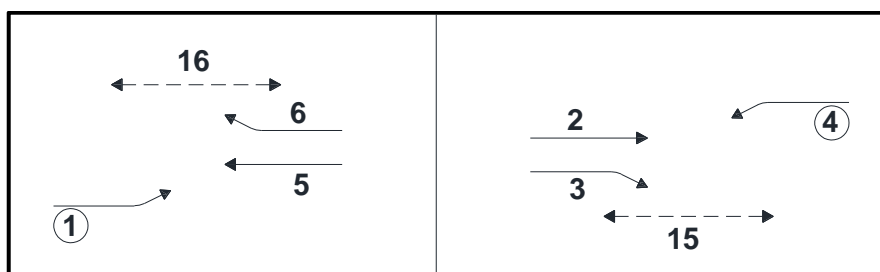


Ilustración 9: Giros 1,4

Fuente: HCM 2016

$$v_{c,1} = v_5 + v_6 + v_{16}$$

$$v_{c,4} = v_2 + v_3 + v_{15}$$

- Paso 3.2: giros a la derecha 9 y 12 de calles secundarias a calles principales de Rango 2.

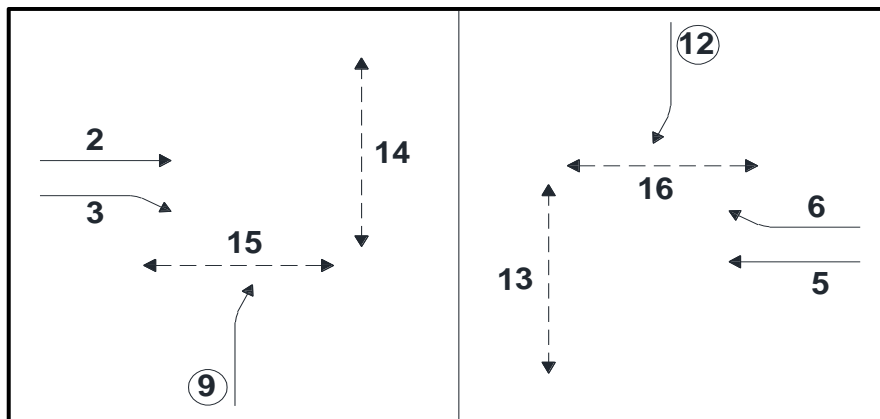


Ilustración 10: Giros 9,12

Fuente: HCM 2016

$$v_{c,9} = 0.5 * v_2 + 0.5 * v_3 + v_{14} + v_{15}$$

$$v_{c,12} = 0.5 * v_5 + 0.5 * v_6 + v_{13} + v_{16}$$

- **Paso 3.3:** Giros en U de Rango 2.

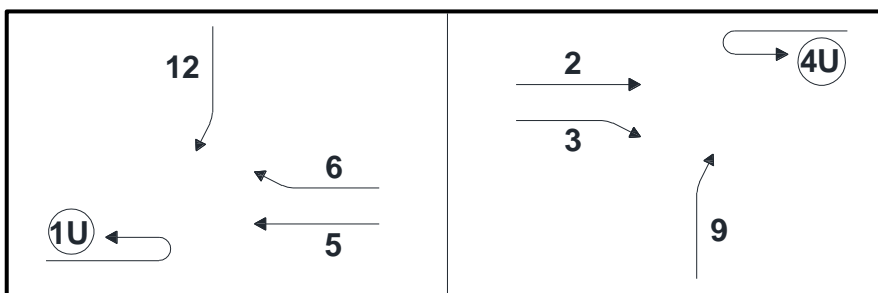


Ilustración 11: Giros en U

Fuente: HCM 2016

$$v_{c,1U} = 0.73 * v_5 + 0.73 * v_6$$

$$v_{c,4U} = 0.73 * v_2 + 0.73 * v_3$$

- **Paso 3.5** Movimientos intermedios 8 y 11 de rango 3.

- Paso 3.5.1 Etapa I: movimiento de calle menor a punto intermedio de Rango 3.

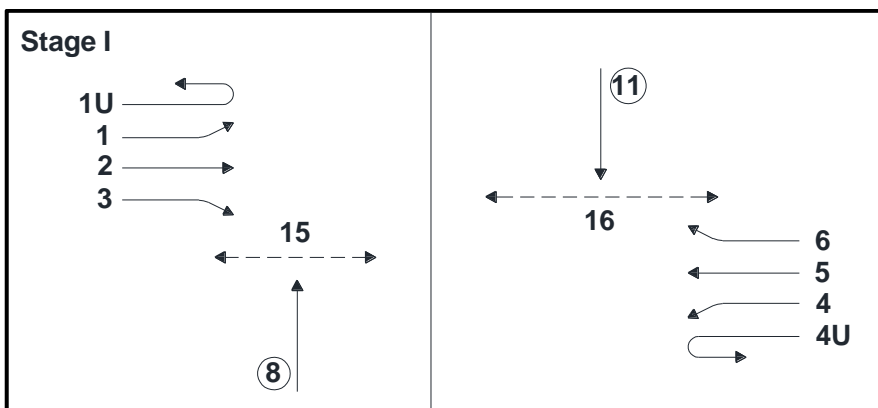


Ilustración 12: Giro etapa I, 8 y 11

Fuente: HCM 2016

$$v_{c,I,8} = 2 * (v_1 + v_{1U}) + v_2 + 0.5 * v_3 + v_{15}$$

$$v_{c,I,11} = 2 * (v_4 + v_{4U}) + v_5 + 0.5 * v_6 + v_{16}$$

Debido que hay un carril que da vuelta a la derecha entonces se considera

$$v_6 = v_3 = 0$$

- Paso 3.5.2 Etapa II: Movimiento de calle intermedia a calle secundaria Rango 3.

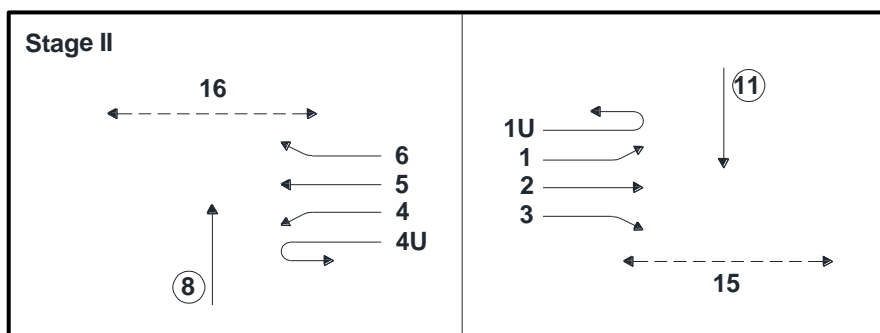


Ilustración 13: Giro etapa II, 8 y 11

Fuente: HCM 2016

$$v_{c,II,8} = 2 * (v_4 + v_{4U}) + v_5 + v_6 + v_{16}$$

$$v_{c,II,11} = 2 * (v_1 + v_{1U}) + v_2 + v_3 + v_{15}$$

- **Paso 3.5** Movimientos a la izquierda 7 y 10 desde calles menores de Rango 3
 - Epata I: Movimientos de calle secundaria a calle principal de Rango 3.

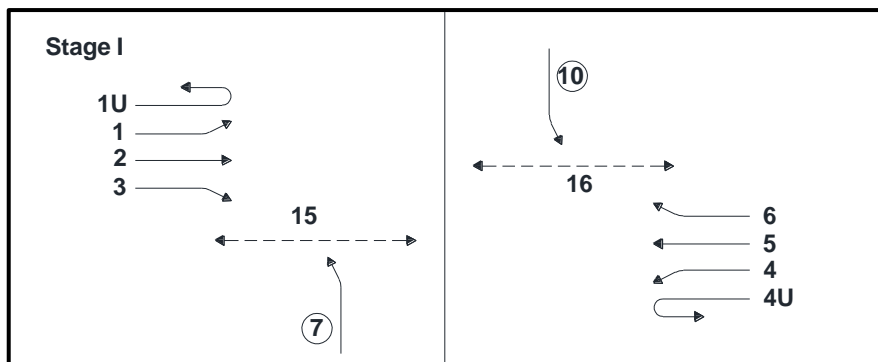


Ilustración 14: Giro etapa I, 7 y 10

Fuente: HCM 2016

$$v_{c,I,7} = 2 * (v_1 + v_{1U}) + v_2 + 0.5 * v_3 + v_{15}$$

$$v_{c,I,10} = 2 * (v_4 + v_{4U}) + v_5 + 0.5 * v_6 + v_{16}$$

EPATA II: Movimiento de punto intermedio a calle secundaria de Rango 4.

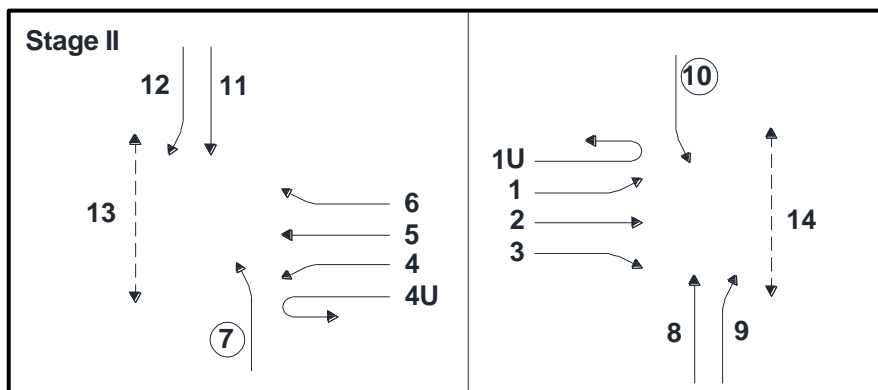


Ilustración 15: Giro etapa II, 7 y 10

Fuente: HCM 2016

$$v_{c,II,7} = 2 * (v_4 + v_{4U}) + 0.4 * v_5 + 0.5 * v_{11} + v_{13}$$

$$v_{c,II,10} = 2 * (v_1 + v_{1U}) + 0.4 * v_2 + 0.5 * v_8 + v_{14}$$

- Paso 4: Avances críticos y avances de movimiento

Los avances críticos para cada movimiento, el analista comienza con el avance crítico base realizando ajustes específicos del movimiento relacionados con el porcentaje



de vehículos pesados, la pendiente encontrada y un avance de tres tramos versus cuatro tramos de la Intersección.

○ **Paso 4.1:** Avances criterios

$$t_{c,x} = t_{c,base} + t_{c,HV} * P_{HV} + t_{c,G} * G - t_{3,LT}$$

$t_{c,x}$ = Avance crítico para el movimiento x (s),

$t_{c,base}$ = Avance critico básico,

$t_{c,HV}$ = Factor de ajuste para vehículos pesados (1.0 para calles principales con un carril en cada dirección; 2.0 para calles principales con dos o tres tipos de carriles en cada dirección (s),

P_{HV} = Proporción de vehículos pesados por movimiento (expresada en decimal; por ejemplo, $P_{HV} = 0,02$ para 2% de vehículos pesados),

$t_{c,G}$ = Factor de ajuste para el grado para un movimiento dado (0.1 para los Movimientos 9 y 12; 0.2 para los Movimientos 7, 8, 10 y 11) (s),

G = Calificación porcentual (expresada como un número entero; por ejemplo, $G = -2$ para un 2% cuesta abajo), y

$t_{3,LT}$ = Factor de ajuste para la geometría de la intersección (0,7 para giro a la izquierda en una calle menor movimiento en intersecciones de tres entradas; 0.0 en caso contrario) (s).



Vehicle Movement	Base Critical Headway, $t_{c,base}$ (S)		
	Two Lanes	Four Lanes	Six Lanes
Left turn from major street	4.1	4.1	5.3
U- turn from major street	NA	6.4 (wide) ^a 6.4 (wide) ^a	5.6
Right turn from minor street	6.2	6.9	7.1
through traffic on minor street	1 stage: 6.5	1 stage: 6.5	1 stage: 6.5 ^b
	2 stage, stage I: 5.5	2 stage, stage I: 5.5	2 stage, stage I: 5.5 ^b
	2 stage, stage II: 5.5	2 stage, stage II: 5.5	2 stage, stage II: 5.5 ^b
Left turn from minor street	1 stage: 7.1	1 stage: 7.5	1 stage: 6.4
	2 stage, stage I: 6.1	2 stage, stage I: 6.5	2 stage, stage I: 7.3
	2 stage, stage II: 6.1	2 stage, stage II: 6.5	2 stage, stage II: 6.7

Notes: NA = not available

^aNarrow U-turns have a median nose width < 21 ft; wide U-turns a median nose width ≥ 21 ft.

^b Use caution; values estimated

Tabla 7: Avance crítico

Fuente: HCM 2016

○ **Paso 4.2:** avances de seguimientos

$$t_{f,x} = t_{f,base} + t_{f,HV} * P_{HV}$$

$t_{f,x}$ = Avance de seguimiento para el movimiento x (s),

$t_{f,base}$ = Progreso básico de seguimiento del Anexo 20-13 (s),

$t_{f,HV}$ = Factor de ajuste para vehículos pesados (0,9 para calles principales con un carril en cada dirección; 1.0 para calles principales con dos o tres carriles en cada dirección),
y

P_{HV} = Proporción de vehículos pesados para el movimiento (expresada en decimal; por ejemplo, $P_{HV} = 0.02$ para vehículos pesados al 2%).



Vehicle Movement	Base Follow-Up Headway, $t_{c,base}$ (S)		
	Two Lanes	Four Lanes	Six Lanes
Left turn from major street	2.2	2.2	3.1
U- turn from major street	NA	2.5 (wide) ^a 3.1 (narrow) ^a	2.3
Right turn from minor street	3.3	3.3	3.9
through traffic on minor street	4.0	4.0	4.0
Left turn from minor street	3.5	3.5	3.8

Notes: NA = not available

^aNarrow U-turns have a median nose width < 21 ft; wide U-turns a median nose width ≥ 21 ft.

Tabla 8: Avance de seguimiento

Fuente: HCM 2016

- Paso 5: Capacidad potencial

La capacidad potencial $c_{p,x}$ de un movimiento se calcula de acuerdo con el modelo de aceptación del espacio proporcionado en la proporción de tiempo bloqueado se denota por donde X, es el movimiento usando las convenciones de movimiento provistas. Para los movimientos de rango 3 (intersecciones en T) o de rango 4 (intersección en 4) de dos etapas, que se calcula 3 veces $c_{p,x}$, $c_{p,II,x}$ y $c_{p,III,x}$.

- Paso 5.1: Capacidad potencial sin efectos de señal ascendente

$$c_{p,x} = v_{c,x} * \frac{e^{-\frac{v_{c,x} * t_{c,x}}{3600}}}{1 - e^{-\frac{v_{c,x} * t_{f,x}}{3600}}}$$

Donde:

$c_{p,x}$ = Capacidad potencial de movimiento x (veh/h),

$v_{c,x}$ = Caudal conflictivo para el movimiento x (veh/h),

$t_{c,x}$ = Avance crítico para el movimiento menor X (s), y

$t_{f,x}$ = Avance de seguimiento para movimientos menores X (s).

$$c_{p,x} = v_{c,x}$$



- **Paso 7: cálculo de capacidad rango 2**

Para los movimientos de rango 2 (vueltas a la izquierda y vueltas en U desde la calle principal y vueltas a la derecha desde la calle menor) deben ceder el paso a los movimientos vehiculares conflictivos de las calles mayores. Se supone que los giros a la derecha en una calle secundaria ceden el paso a los cambios de sentido en las calles principales, aunque a veces ocurre lo contrario.

- Paso 7.1: Giro a la izquierda de calle principal a calle secundaria (movimiento 1 y 4) de rango 2

$$c_{m,j} = c_{p,j}$$

Donde:

$c_{m,j}$ = Capacidad de movimiento j

- Paso 7.2: Giro a la derecha de calle secundaria a calle principal (movimiento 9 y 12)

$$c_{m,j} = c_{p,j}$$

- Paso 7.3: Capacidad de movimiento para los movimientos de giro en U en las calles principales

$$f_{1U} = p_{0,12} = 1 - \frac{v_{12}}{c_{m,12}}$$

$$f_{4U} = p_{0,9} = 1 - \frac{v_9}{c_{m,9}}$$

Donde:

f_{1U}, f_{4U} = factor de ajuste de capacidad para los movimientos de giro en U en las calles principales de rango 2, 1 y 4, respectivamente;

$p_{0,j}$ = probabilidad de que el movimiento de giro a la derecha en una calle menor de rango 2 en conflicto j funcionará en un estado libre de colas;

v_9 = caudal de movimiento j;

$c_{m,9}$ = capacidad de movimiento j; y



$j = 9$ y 12 (movimientos de giro a la derecha en calles menores de rango 2).

La capacidad de movimiento para los movimientos de giro en U en las calles principales es entonces calculado con la ecuación 20-40.

$$c_{m,jU} = c_{p,jU} * f_{jU}$$

Donde:

$c_{m,jU}$ = capacidad de movimiento para Movimientos 1U y 4U,

$c_{p,jU}$ = Capacidad potencial lejos Movimientos 1U y 4U (del paso 5), y

f_{jU} = factor de ajuste de capacidad para Movimientos 1U y 4U.

- Paso 7.4: El efecto de las calles mayores compartidas y carriles de giro a la izquierda con giro en U.

También calcular la capacidad de los carriles secundarios que comparten carril

$$C_{SH} = \frac{\sum_y v_y}{\sum_y \frac{v_y}{c_{m,y}}}$$

Donde:

C_{SH} = capacidad del carril compartido (veh/h),

v_y = Velocidad de flujo del movimiento y en el carril compartido del sujeto (veh/h), y

$c_{m,y}$ = capacidad de movimiento del movimiento y en el carril compartido del sujeto (veh/h).

- Paso 7.5: Efecto de la calle principal compartida y el carril de giro a la izquierda

La probabilidad de que el tráfico que gira a la izquierda en las calles principales opere en un estado sin cola

$$p_{0,j} = 1 - \frac{v_j}{c_{m,j}}$$

Donde:



$p_{0,j}$ = probabilidad de que el movimiento j en conflicto de rango 2 opere en una cola libre estado, y

- **Paso 8: cálculo de capacidades de movimiento de rango 3 para movimientos en T.**

Los movimientos de tránsito menores en las calles de rango 3 (movimientos menores en las calles en las intersecciones de cuatro tramos y giros menores a la izquierda en las intersecciones de tres tramos) deben ceder a los movimientos conflictivos de los rangos 1 y 2. No todos los espacios de longitud aceptable que pasan a través de la intersección normalmente estarán disponibles para los movimientos de rango 3, porque es probable que algunos de estos espacios sean utilizados por movimientos de rango 2.

Si el movimiento de rango 3 es un movimiento de dos etapas, la capacidad de movimiento para el movimiento de una etapa se calcula como una entrada para el cálculo de dos etapas.

- o Paso 8.1: capacidad de movimiento para los movimientos de calle menores de una etapa rango 3

$$c_{m,k} = c_{p,k} * f_k$$

- o Paso 8.2: capacidad de rango 3 movimiento de dos etapas si el movimiento de Rango 3 es un movimiento de dos etapas, el procedimiento para calcular la capacidad de movimiento total para el movimiento del sujeto considerando el proceso de aceptación de la brecha en dos etapas es el siguiente

$$a = 1 - 0.35 * e^{-1.3 * \sqrt{n_m}}$$

$$y = \frac{c_I - c_{m,x}}{c_{II} - v_L - c_{m,x}}$$

Donde:

n_m = número de vehículos que se pueden almacenar en la mediana;



c_I = capacidad de movimiento para el proceso de la Etapa I (veh/h);

c_{II} = capacidad de movimiento para el proceso de la Etapa II (veh/h);

v_L = mayor caudal de giro a la izquierda o en U, ya sea $v_1 + v_{1U}$ o $v_4 + v_{4U}$ (veh/h);

y

$c_{m,x}$ = capacidad de movimiento del sujeto, considerando la tasa de flujo conflictiva total para ambas etapas de un proceso de aceptación de brecha de dos etapas (del Paso 8a).

La capacidad total c_T para el movimiento del sujeto, considerando la brecha de dos etapas proceso de aceptación:

$$c_T = \frac{c}{y^{n_m+1} - 1} * [y * (y^{n_m} - 1) * (c_{II} - v_L) + (y - 1) * c_{m,x}]$$

- **Paso 9: cálculo de capacidad de movimientos de 4 entradas para giros a la izquierda de rango 4**

Los movimientos de rango 4 ocurren solo en las intersecciones de cuatro entradas (es decir, solo los giros a la izquierda en una calle menor en una intersección de cuatro entradas) pueden ser impedidos por todos los movimientos de rango superior (rangos 1, 2 y 3). De giro de frente.

$$p_{0,8} = 1 - \frac{v_8}{c_{m,T,8}}$$

$$p_{0,11} = 1 - \frac{v_{11}}{c_{m,T,11}}$$

Probabilidad de un estado sin cola para cada cálculo.

$$p_7'' = p_{0,11} * f_{11}$$

$$p_{10}'' = p_{0,8} * f_8$$

- Paso 9.1: capacidad de rango 4 para movimientos de una etapa

$$p_7' = 0.65 * p_7'' - \frac{p_7''}{p_7'' + 3} + 0.6 * \sqrt{p_7''}$$



$$p'_{10} = 0.65 * p''_{10} - \frac{p''_{10}}{p''_{10} + 3} + 0.6 * \sqrt{p''_{10}}$$

$$p' = 0.65 * p'' - \frac{p''}{p'' - 3} + 0.6 * \sqrt{p''}$$

Donde:

p' = Ajuste a la calle mayor izquierda, calle menor a través de impedancia factor;

$$p'' = (p_{0.j}) * (p_{0.k})$$

$p_{0.j}$ = Probabilidad de un estado sin colas para el tráfico conflictivo que gira a la izquierda en las calles principales; y

$p_{0.k}$ = Probabilidad de un estado libre de colas para la calle menor en conflicto cruzando el tráfico.

- 9.2 Ajustes de Movimientos

$$p'' = (p_{0.1}) * (p_{0.4}) * (p_{0.11})$$

$$p'' = (p_{0.1}) * (p_{0.4}) * (p_{0.8})$$

- 9.3 Factor de ajuste de Capacidad

$$f_7 = p'_7 * p_{0,12}$$

$$f_{10} = p'_{10} * p_{0,9}$$

Donde:

l = movimiento de giro a la izquierda en una calle menor de rango 4 (movimientos 7 y 10 en Figura 20-1), y

j = Movimiento de giro a la derecha en calle menor de rango 2 conflictivo (Movimientos 9 y 12 en el Anexo 20-I).

- 9.4 Capacidad de Movimiento para de los tramos 7 y 12



$$c_{m,7} = c_{p,7} * f_7$$

$$c_{m,10} = c_{p,10} * f_{10}$$

- Paso 9.5: Cálculo de rango 4 para movimiento en II etapas

$$a = 1 - 0.35 * e^{-1.3 * \sqrt{n_m}}$$

$$y = \frac{c_I - c_{m,x}}{c_{II} - v_L - c_{m,x}}$$

Donde:

n_m = Número de vehículos que se pueden almacenar en la mediana;

c_I = Capacidad de movimiento para el proceso de la Etapa I (veh/h);

c_{II} = Capacidad de movimiento para el proceso de la Etapa II (veh/h);

v_L = Mayor caudal de giro a la izquierda o en U, ya sea $v_1 + v_{1U}$ o $v_4 + v_{4U}$ (veh/h);

y

$c_{m,x}$ = Capacidad de movimiento del sujeto, considerando la tasa de flujo conflictiva total para ambas etapas de un proceso de aceptación de brecha de dos etapas (del Paso 8a) Total de capacidad Para c_t .

$$c_t = \frac{c}{y^{n_m+1} - 1} * [y * (y^{n_m} - 1) * (c_{II} - c_L) + (y - 1) * c_{m,x}]$$

- Paso 10: ajuste de capacidad final

Cuando dos o más movimientos comparten el mismo carril y no pueden detenerse uno al lado del otro en la línea de parada, para calcular la capacidad de carril compartido.

- Paso 10.1: capacidad de carril compartido de acceso a las calles secundarias (7, 8 Y 9) y (10, 11 Y12).

$$C_{SH} = \frac{\sum_y v_y}{\sum_y \frac{v_y}{c_{m,y}}}$$

Donde:



C_{SH} = Capacidad del carril compartido (veh/h),

v_y = Velocidad de flujo del movimiento y en el carril compartido del sujeto (veh/h), y

$c_{m,y}$ = Capacidad de movimiento del movimiento y en el carril compartido del sujeto (veh/h).

- **Paso 11: calcular la demora del control de movimiento**

El retraso experimentado por un automovilista está relacionado con factores como el tipo de control, la geometría, el tráfico y los incidentes. En la metodología de intersección TWSC, solo se cuantifica la parte de la demora atribuida al aspecto de control de PARE de la intersección, denominada demora de control.

El retraso de control incluye el retraso debido a la desaceleración hasta una parada en la parte posterior de la cola desde la velocidad de flujo libre, el tiempo de avance dentro de la cola, el retraso de parada al principio de la cola y el retraso debido a la aceleración de regreso a la velocidad de flujo libre. Con respecto a las mediciones de campo, el retardo de control se define como el tiempo total que transcurre desde que un vehículo se detiene al final de la cola hasta que el vehículo sale de la línea de parada. Este tiempo total transcurrido incluye el tiempo requerido para que el vehículo viaje desde la última posición en la cola hasta la primera posición en la cola, incluida la desaceleración del vehículo desde la velocidad de flujo libre hasta la velocidad de los vehículos en la cola.

- Paso 11.1: cálculo de retardo del control para los movimientos de rango 2 a 4

$$d = \frac{3600}{c_{m,x}} + 900 * T + \left[\frac{v_x}{c_{m,x}} - 1 + \sqrt{\left(\frac{v_x}{c_{m,x}} - 1\right)^2 + \frac{\left(\frac{3600}{c_{m,x}}\right) * \left(\frac{v_x}{c_{m,x}}\right)}{450 * T}} \right] + 5$$

Donde:

d = Retardo de control (s/veh),

v_x = Caudal de movimiento x (veh/h),



$c_{m,x}$ = Capacidad de movimiento x (veh/h), y

T = Período de tiempo de análisis (0,25 h para un período de 15 min) (h).

- **Paso 12: calcular el retardo del control de aproximaciones e intersecciones**

La demora de control para todos los vehículos en una aproximación particular se puede calcular como el promedio ponderado de las estimaciones de demora de control para cada movimiento en la aproximación. Que se utiliza para el cálculo.

$$d_A = \frac{d_r * v_r + d_t * v_t + d_l * v_l}{v_r + v_t + v_l}$$

Donde:

d_A = Retardo de control en la aproximación (s/veh);

d_r, d_t, d_l = Retardo de control calculado para el giro a la derecha, a través y a la izquierda movimientos, respectivamente (s/veh) y

v_r, v_t, v_l = volumen o tasa de flujo del tráfico que gira a la derecha, a través y que gira a la izquierda en la aproximación, respectivamente (veh/h)

De manera similar, el retardo de control de intersección d_l se puede calcular

$$d_l = \frac{d_{A,1} * v_{A1} + d_{A,2} * v_{A,2} + d_{A,4} * v_{A,4}}{v_{A,1} + v_{A,2} + v_{A,2}}$$

Donde:

d_l = Retardo de control de intersección

d_A = Retardo de control en la aproximación x (s/veh)

v_{A1} = Volumen o caudal en la aproximación x (veh/h).



- **Paso 13: calcular las longitudes de cola del percentil 95**

La longitud de la cola es una consideración importante en las intersecciones no señalizadas. Los estudios teóricos y las observaciones empíricas han demostrado que la distribución de probabilidad de las longitudes de las colas para cualquier movimiento menor en una intersección no señalizada es función de la capacidad del movimiento y del volumen de tráfico que se atiende durante el período de análisis. Que se puede utilizar para estimar la longitud de la cola del percentil 95 para cualquier movimiento menor en una intersección no señalizada durante el período punta de 15 minutos sobre la base de estos dos parámetros.

$$Q_{95} \approx 900 * T * \left[\frac{v_x}{c_{m,x}} - 1 + \sqrt{\left(\frac{v_x}{c_{m,x}} - 1\right)^2 + \frac{\left(\frac{3600}{c_{m,x}}\right) * \left(\frac{v_x}{c_{m,x}}\right)}{150 * T}} \right] * \left(\frac{c_{m,x}}{3600}\right)$$

Donde:

Q_{95} = Retardo de control (s/veh),

v_x = Caudal de movimiento x (veh/h),

$c_{m,x}$ = Capacidad de movimiento x (veh/h) y

T = Período de tiempo de análisis (0,25 h para un período de 15 min) (h).

3.7.3. Procesamiento de resultados

Los datos que se han obtenido en las 3 intersecciones no semaforizadas luego de los realizar el procesamiento según corresponde para intersecciones no semaforizadas de cuatro entradas o en T. (Highway Capacity Manual, 2016)

- o Las intersecciones no semaforizadas número 01 y 02 corresponde a una de tipo T, la cual fue elaborado según los giros críticos para su evaluación, la cual al no tener un ingreso se tiene menor cantidad de giros.



- o La intersección de cuatro entradas evaluado en la presente investigación se da en la intersección numero 03 la cual presenta el total de giros evaluados por el manual de HCM 2016. (Highway Capacity Manual, 2016)

- Resultados de la Intersección N°01

Los procedimientos de los resultados para la intersección N°01 ubicada en la prolongación avenida de la cultura con la calle José Olaya ajustando los giros asignados hacia los giros modelo planteados del TWSC en la intersección en T.

INTERSECCION: PROLONGACIÓN AVENIDA DE LA CULTURA CON CALLE JOSÉ OLAYA								
Factor Hora Punta (FHP)	$I_{60} =$	3526	$I_{15} =$	908	FHP =	0.97		
Descripcion	Volúmenes y ajustes de vehículos							
Rango de movimiento	R2	R4	R4	R2	R2	R4	R4	R2
Giro modelo	1U	2	3	4	4U	5	7	9
Giro de interseccion	16	14	15	12	13	11	18	17
Volumen de demanda para el movimiento j (veh/h), V_j	4	1915	66	33	8	1591	137	58
Factor de hora pico, (FHP)	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97
Caudal de demanda para el movimiento j (veh/h), v_j	4	1973	68	34	8	1639	141	60

Tabla 9: Caudal de demanda, Intersección N°01

Fuente: Propia

Volumen de conflicto de la intersección en T. para los rangos 2 y 4.

Descripcion	Volumen de Conflicto						
	Rango 2				Rango 4		
Volumen de conflicto	$V_{c,4}$	$V_{c,9}$	$V_{c,1U}$	$V_{c,4U}$	$V_{c,7}$	$V_{c,l,7}$	$V_{c,ll,7}$
Tasas de flujo en conflicto	2041	1021	1196	1490	2755	2015	740

Tabla 10: Volumen de conflicto, Intersección N°01

Fuente: Propia

Avances críticos de la intersección en T, para rangos 2 y 4.

Avances críticos							
Rangos	Rango 2				Rango 4		
Descripcion	$t_{c,4}$	$t_{c,1U}$	$t_{c,4U}$	$t_{c,9}$	$t_{c,7}$	$t_{c,I,7}$	$t_{c,II,7}$
$t_{c,base}$	5.30	5.60	5.60	7.10	6.50	7.30	6.70
$t_{c,HV}$	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
P_{HV}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
$t_{c,G}$	0.00	0.00	0.00	0.10	0.20	0.00	0.00
G	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
$t_{3,LT}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.70	0.70	0.70
t_c	5.30	5.60	5.60	7.10	5.80	6.60	6.00

Tabla 11: Avances críticos, intersección N°01

Fuente: Propia

Avance de seguimiento para el movimiento de rango 2 y 4.

Avance de seguimiento para el movimiento x (s), $t_{f,x}$							
Rangos	Rango 2				Rango 4		
Descripcion	$t_{f,4}$	$t_{f,1U}$	$t_{f,4U}$	$t_{f,9}$	$t_{f,7}$	$t_{f,I,7}$	$t_{f,II,7}$
$t_{f,base}$	3.10	2.30	2.30	3.90	3.80	3.80	3.80
$t_{f,HV}$	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
P_{HV}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
t_f	3.10	2.30	2.30	3.90	3.80	3.80	3.80

Tabla 12: Avances de seguimiento, intersección N°01

Fuente: Propia

Capacidades potenciales de rango 2 y 4.

Capacidades Potenciales							
Rangos	Rango 2				Rango 4		
Descripcion	$C_{p,4}$	$C_{p,1U}$	$C_{p,4U}$	$C_{p,9}$	$C_{p,7}$	$C_{p,I,7}$	$C_{p,II,7}$
$C_{p,x}$	122	348	239	204	34	57	398

Tabla 13: Capacidad potencial, intersección N°01

Fuente: Propia



Giros de movimiento de izquierda de la calle mayor a calle menor 9 y 4.

Giro a la izquierda de calle Mayor a calle Menor		
Descripcion	v_9	v_4
Volumen de flujo	$v_9 = 60$	$v_4 = 34$
Volumen en Conflicto	$v_{c,9} = 1021$	$v_{c,4} = 2041$
Capacidades Potenciales	$c_{p,9} = 204$	$c_{p,4} = 122$
Capacidad de Movimiento	$c_{m,9} = 204$	$c_{m,4} = 122$
Probabilidad del Movimiento	$p_{0,9} = 0.706$	$p_{0,4} = 0.722$

Tabla 14: Giros izquierda, intersección N°01

Fuente: Propia

Giros en U de calles mayores de los movimientos de calles menores 1U y 4U.

Giro en U de calles Mayores		
Descripcion	v_{1U}	v_{4U}
Volumen de flujo	$v_{1U} = 4$	$v_{4U} = 8$
Volumen en Conflicto	$v_{c,1U} = 348$	$v_{c,4U} = 1490$
Capacidades Potenciales	$c_{p,1U} = 348$	$c_{p,4U} = 239$
Factores de ajuste de Capacidad	$f_{1U} = 1.000$	$f_{4U} = 0.706$
Probabilidad del Movimiento	$p_{0,1U} = 0.989$	$p_{0,4U} = 0.953$
Probabilidad del Movimiento	$p_{0,1U} = 0.989$	$p_{0,4+4U} = 0.674$
Capacidad de Movimiento	$c_{m,1U} = 348$	$c_{m,4U} = 169$
Capacidad de Movimiento ($j+jU$)	$c_{m,1+1U} = 348$	$c_{m,4+4U} = 129$

Tabla 15: Giros en U, intersección N°01

Fuente: Propia



Giros a derecha de calle menor a calle mayor del movimiento 7

Giro de calle menor a calle Mayor (en T)	
Descripción	v_7
Tasas de flujo	$v_7 = 141$
Tasas de flujo en Conflicto Epata I	$v_{c,I,7} = 2015$
Tasas de flujo en Conflicto Epata II	$v_{c,II,7} = 740$
Tasas de flujo en Conflicto	$v_{c,7} = 2755$
Capacidades Potenciales	$c_{p,7} = 34$
Capacidades Potenciales Epata I	$c_{p,I,7} = 57$
Capacidades Potenciales Epata II	$c_{p,II,7} = 398$
Factores de ajuste de Capacidad	$f_7 = 0.667$
Factores de ajuste de Capacidad Epata I	$f_{I,7} = 0.667$
Factores de ajuste de Capacidad Epata II	$f_{II,7} = 1.000$
Capacidad de Movimiento	$c_{m,7} = 23$
Capacidad de Movimiento Epata I	$c_{m,I,7} = 38$
Capacidad de Movimiento Epata II	$c_{m,II,7} = 398$

Tabla 16: Giros a la derecha, intersección N°01

Fuente: Propia

Capacidad de movimientos en 2 etapas de rango 4 del movimiento 7.

Capacidad de movimientos en dos etapas de Rango 4	
Número de vehículos que se pueden almacenar en la mediana	$n_m = 2$
Tasas de flujo	$v_{1U} = 4$
a (Equation 20-55)	$a_7 = 0.949$
y (Equation 20-56)	$y_7 = 0.040$
c_T (Equation 20-57)	$c_{T,7} = 36$

Tabla 17: Capacidad de movimiento, intersección N°01

Fuente: Propia



Capacidad de uso de carriles compartidos de salida de calles menores de los movimientos 7 y 9 aguas arriba (NB).

Capacidad de Carril Compartido calles Menores				
Descripcion	Movimiento	v (veh/h)	c _m (veh/h)	c _{SH} (veh/h)
C _{SH,NB} ↑	7	141.0	23	31
	9	60.0	204	

Tabla 18: Capacidad de carril compartido, intersección N°01

Fuente: Propia

- Resultados de la Intersección N°02

Los procedimientos de los resultados para la intersección N°02 ubicada en la prolongación avenida de la cultura con calle Inti Raymi ajustando los giros asignados hacia los giros modelo planteados del TWSC en la intersección en T.

INTERSECCION N°02: PROLONGACIÓN AVENIDA DE LA CULTURA CON CALLE INTI RAYMI								
Factor Hora Punta (FHP)	I ₆₀ = 3635		I ₁₅ = 928		FHP= 0.98			
Descripcion	Volúmenes y ajustes de vehículos							
Rango de movimiento	R2	R4	R4	R2	R2	R4	R4	R2
Giro modelo	1U	2	3	4	4U	5	7	9
Giro de interseccion	24	23	22	20	21	19	26	25
Volumen de demanda para el movimiento j (veh/h, V _j)	9	1807	9	96	22	1624	37	31
Factor de ajuste al aforo K=0.08	10	1952	10	104	24	1754	40	34
Factor de hora pico, (FHP)	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
Caudal de demanda para el movimiento j (veh/h), v _j	10	1993	10	106	25	1791	41	35

Tabla 19: Caudal de demanda, intersección N°02

Fuente: Propia



Volumen en conflicto de la intersección en T. para rangos 2 y 4.

Descripción	Volumen de Conflicto						
	Rango 2				Rango 4		
Rango de movimiento							
Volumen de conflicto	$V_{c,4}$	$V_{c,9}$	$V_{c,1U}$	$V_{c,4U}$	$V_{c,7}$	$V_{c,I,7}$	$V_{c,II,7}$
Tasas de flujo en conflicto	2003	1002	1307	1462	2996	2018	978

Tabla 20: Volumen de conflicto, Intersección N°02

Fuente: Propia

Avances críticos de la intersección en T, para rangos 2 y 4

Avances críticos							
Rangos	Rango 2				Rango 4		
Descripción	$t_{c,4}$	$t_{c,1U}$	$t_{c,4U}$	$t_{c,9}$	$t_{c,7}$	$t_{c,I,7}$	$t_{c,II,7}$
$t_{c,base}$	5.30	5.60	5.60	7.10	6.50	7.30	6.70
$t_{c,HV}$	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
P_{HV}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
$t_{c,G}$	0.00	0.00	0.00	0.10	0.20	0.00	0.00
G	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
$t_{3,LT}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.70	0.70	0.70
t_c	5.30	5.60	5.60	7.10	5.80	6.60	6.00

Tabla 21: Avances críticos, intersección N°02

Fuente: Propia

Avances de seguimientos para los movimientos de rango 2 y 4.

Avance de seguimiento para el movimiento x (s), $t_{f,x}$							
Rangos	Rango 2				Rango 4		
Descripción	$t_{f,4}$	$t_{f,1U}$	$t_{f,4U}$	$t_{f,9}$	$t_{f,7}$	$t_{f,I,7}$	$t_{f,II,7}$
$t_{f,base}$	3.10	2.30	2.30	3.90	3.80	3.80	3.80
$t_{f,HV}$	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
P_{HV}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
t_f	3.10	2.30	2.30	3.90	3.80	3.80	3.80

Tabla 22: Avances de seguimiento, intersección N°02

Fuente: Propia



Capacidades potenciales de rango 2 y 4.

Capacidades Potenciales							
Rangos	Rango 2				Rango 4		
Descripcion	$C_{p,4}$	$C_{p,1U}$	$C_{p,4U}$	$C_{p,9}$	$C_{p,7}$	$C_{p,I,7}$	$C_{p,II,7}$
$C_{p,x}$	128	302	248	210	25	57	297

Tabla 23: Capacidad potencial, intersección N°02

Fuente: Propia

Giros de movimientos de izquierda de la calle mayor a calle menor 9 y 4.

Giro a la izquierda de calle Mayor a calle Menor				
Descripcion	v_9		v_4	
Volumen de flujo	$v_9 =$	35	$v_4 =$	106
Volumen en Conflicto	$v_{c,9} =$	1002	$v_{c,4} =$	2003
Capacidades Potenciales	$c_{p,9} =$	210	$c_{p,4} =$	128
Capacidad de Movimiento	$c_{m,9} =$	210	$c_{m,4} =$	128
Probabilidad del Movimiento	$p_{0,9} =$	0.833	$p_{0,4} =$	0.170

Tabla 24: Giros izquierda, intersección N°02

Fuente: Propia

Giros en U de calles mayores de los movimientos de calles menores 1U y 4U.

Giro en U de calles Mayores				
Descripcion	v_{1U}		v_{4U}	
Volumen de flujo	$v_{1U} =$	10	$v_{4U} =$	25
Volumen en Conflicto	$v_{c,1U} =$	302	$v_{c,4U} =$	1462
Capacidades Potenciales	$c_{p,1U} =$	302	$c_{p,4U} =$	248
Factores de ajuste de Capacidad	$f_{1U} =$	1.00	$f_{4U} =$	0.833
Probabilidad del Movimiento	$p_{0,1U} =$	0.967	$p_{0,4U} =$	0.879
Probabilidad del Movimiento	$p_{0,1U} =$		$p_{0,4+4U} =$	0.049
Capacidad de Movimiento	$c_{m,1U} =$	302	$c_{m,4U} =$	206
Capacidad de Movimiento (j+jU)	$c_{m,1+1U} =$	302	$c_{m,4+4U} =$	138

Tabla 25: Giros en U, intersección N°02

Fuente: Propia

Giros a derecha de calle menor a calle mayor del movimiento 7

Giro de calle menor a calle Mayor (T)	
Descripcion	v_7
Tasas de flujo	$v_7 = 41$
Tasas de flujo en Conflicto Epata I	$v_{c,i,7} = 2018$
Tasas de flujo en Conflicto Epata II	$v_{c,ii,7} = 978$
Tasas de flujo en Conflicto	$v_{c,7} = 2996$
Capacidades Potenciales	$c_{p,7} = 25$
Capacidades Potenciales Epata I	$c_{p,i,7} = 57$
Capacidades Potenciales Epata II	$c_{p,ii,7} = 297$
Factores de ajuste de Capacidad	$f_7 = 0.047$
Factores de ajuste de Capacidad Epata I	$f_{i,7} = 0.047$
Factores de ajuste de Capacidad Epata II	$f_{ii,7} = 1.000$
Capacidad de Movimiento	$c_{m,7} = 1$
Capacidad de Movimiento Epata I	$c_{m,i,7} = 3$
Capacidad de Movimiento Epata II	$c_{m,ii,7} = 297$

Tabla 26: Giros a la derecha, intersección N°02

Fuente: Propia

Capacidad de movimientos en 2 etapas de rango 4 del movimiento 7.

Capacidad de movimientos en dos etapas de Rango 4	
Número de vehículos que se pueden almacenar en la mediana	$n_m = 2$
Tasas de flujo	$v_{1u} = 10$
a (Equation 20-55)	$a_7 = 0.949$
y (Equation 20-56)	$y_7 = 0.005$
c_T (Equation 20-57)	$c_{T,7} = 3$

Tabla 27: Capacidad de movimiento, intersección N°02

Fuente: Propia



Capacidad de uso de carriles compartidos de salida de calles menores de los movimientos 7 y 9.

Capacidad de Carril Compartido calles Menores				
Descripcion	Movimiento	v (veh/h)	c _m (veh/h)	c _{SH} (veh/h)
C _{SH,NB} ↑	7	41.0	1	2
	9	35.0	210	

Tabla 28: Capacidad de carril compartido, intersección N°02

Fuente: Propia

- Resultados de la Intersección N°03

Los procedimientos de los resultados para la intersección N°03 ubicada en la prolongación avenida de la cultura con camino real, ajustando los giros asignados hacia los giros modelo planteados del TWSC en la intersección de 4 entradas.

INTERSECCION N° 03: PROLONGACIÓN AVENIDA DE LA CULTURA - CAMINO REAL														
Factor Hora Punta (FHP)	I ₆₀ = 3526			I ₁₅ = 908			FHP= 0.97							
Descripcion	Volúmenes y ajustes de vehículos													
Rango de movimiento	R2	R2	R4	R4	R2	R2	R4	R4	R4	R3	R2	R4	R3	R2
Giro modelo	1	1U	2	3	4	4U	5	6	7	8	9	10	11	12
Giro de interseccion	29	30	28	27	33	34	32	31	38	39	40	37	36	35
Volumen de demanda para el movimiento j (veh/h),v	76	13	1543	54	19	3	1775	19	3	3	3	4	1	20
Factor de ajuste al aforo K=0.08	83	15	1667	59	21	4	1917	21	4	6	10	5	2	22
Factor de hora pico, (FHP)	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97
Caudal de demanda para el movimiento j (veh/h),v	85	15	1717	61	22	4	1975	22	4	6	10	5	2	23

Tabla 29: Caudal de demanda, intersección N°03

Fuente: Propia



Volumen de conflicto en intersecciones en 4 entradas, para rangos 2, 3 y 4.

Descripcion	Volumen de Conflicto									
	Rango 2		Rango 2		Rango 2		Rango 3		Rango 4	
Rango de movimiento	Rango 2		Rango 2		Rango 2		Rango 3		Rango 4	
Volumen de conflicto	$V_{c,1}$	$V_{c,4}$	$V_{c,1U}$	$V_{c,4U}$	$V_{c,9}$	$V_{c,12}$	$V_{c,8}$	$V_{c,11}$	$V_{c,7}$	$V_{c,10}$
Tasas de flujo en conflicto	1997	1778	1458	1298	889	999	3966	4005	2791	2928
Rango de movimiento	Rango 4		Rango 3		Rango 4		Rango 3			
Volumen de conflicto, (Etapas I y II)	$V_{c,I,7}$	$V_{c,I,10}$	$V_{c,I,8}$	$V_{c,I,11}$	$V_{c,II,7}$	$V_{c,II,10}$	$V_{c,II,8}$	$V_{c,II,11}$		
Tasas de flujo en conflicto	1948	2038	1917	2027	843	890	2049	1978		

Tabla 30: Volumen de conflicto, Intersección N°03

Fuente: Propia

Avances críticos de la intersección de 4 entradas, para rangos 2,3 y 4

Avances críticos										
Rangos	Rango 2		Rango 2		Rango 2		Rango 3		Rango 4	
Descripcion	$t_{c,1}$	$t_{c,4}$	$t_{c,1U}$	$t_{c,4U}$	$t_{c,9}$	$t_{c,12}$	$t_{c,8}$	$t_{c,11}$	$t_{c,7}$	$t_{c,10}$
$t_{c,base}$	5.30	5.30	5.60	5.60	7.10	7.10	6.50	6.50	6.50	6.50
$t_{c,HV}$	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
P_{HV}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
$t_{c,G}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	0.20	0.20	0.20	0.20
G	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
$t_{3,LT}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.70	0.70	0.70	0.70
t_c	5.30	5.30	5.60	5.60	7.10	7.10	5.80	5.80	5.80	5.80
Rangos	Rango 4		Rango 3		Rango 4		Rango 3			
Descripcion	$t_{c,I,7}$	$t_{c,I,10}$	$t_{c,I,8}$	$t_{c,I,11}$	$t_{c,II,7}$	$t_{c,II,10}$	$t_{c,II,8}$	$t_{c,II,11}$		
$t_{c,base}$	7.30	7.30	5.50	5.50	6.70	6.70	5.50	5.50		
$t_{c,HV}$	0.00	0.00	2.00	2.00	0.00	0.00	2.00	2.00		
P_{HV}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
$t_{c,G}$	0.00	0.00	0.20	0.20	0.00	0.00	0.20	0.20		
G	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
$t_{3,LT}$	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70		
t_c	6.60	6.60	4.80	4.80	6.00	6.00	4.80	4.80		

Tabla 31: Avances críticos, intersección N°03

Fuente: Propia



Avances de seguimientos para los movimientos de rango 2, 3 y 4.

Avance de seguimiento para el movimiento x (s), $t_{f,x}$										
Rangos	Rango 2		Rango 2		Rango 2		Rango 3		Rango 4	
Descripcion	$t_{f,1}$	$t_{f,4}$	$t_{f,1U}$	$t_{f,4U}$	$t_{f,9}$	$t_{f,12}$	$t_{f,8}$	$t_{f,11}$	$t_{f,7}$	$t_{f,10}$
$t_{f,base}$	3.10	3.10	2.30	2.30	3.90	3.90	4.00	4.00	3.80	3.80
$t_{f,HV}$	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
P_{HV}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
t_f	3.10	3.10	2.30	2.30	3.90	3.90	4.00	4.00	3.80	3.80
Rangos	Rango 4		Rango 3		Rango 4		Rango 3			
Descripcion	$t_{f,I,7}$	$t_{f,I,10}$	$t_{f,I,8}$	$t_{f,I,11}$	$t_{f,II,7}$	$t_{f,II,10}$	$t_{f,II,8}$	$t_{f,II,11}$		
$t_{f,base}$	3.80	3.80	4.00	4.00	3.80	3.80	4.00	4.00		
$t_{f,HV}$	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		
P_{HV}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
t_f	3.80	3.80	4.00	4.00	3.80	3.80	4.00	4.00		

Tabla 32: Avances de seguimiento, intersección N°03

Fuente: Propia

Capacidades potenciales de rango 2, 3 y 4.

Capacidades Potenciales										
Rangos	Rango 2		Rango 2		Rango 2		Rango 3		Rango 4	
Descripcion	$C_{p,1}$	$C_{p,4}$	$C_{p,1U}$	$C_{p,4U}$	$C_{p,9}$	$C_{p,12}$	$C_{p,8}$	$C_{p,11}$	$C_{p,7}$	$C_{p,10}$
$C_{p,x}$	129	166	249	306	249	211	7	6	33	27
Rangos	Rango 4		Rango 3		Rango 4		Rango 3			
Descripcion	$C_{p,I,7}$	$C_{p,I,10}$	$C_{p,I,8}$	$C_{p,I,11}$	$C_{p,II,7}$	$C_{p,II,10}$	$C_{p,II,8}$	$C_{p,II,11}$		
$C_{p,I,x}$ y $C_{p,II,x}$	63	55	169	152	351	332	149	159		

Tabla 33: Capacidad potencial, intersección N°03

Fuente: Propia



Giros de movimiento de izquierda de la calle mayor a calle menor 1 y 4.

Giro a la izquierda de calle Mayor a calle Menor				
Descripcion	v_1		v_4	
Volumen de flujo	$v_1 =$	85	$v_4 =$	22
Volumen en Conflicto	$v_{c,1} =$	1997	$v_{c,4} =$	1778
Capacidades Potenciales	$c_{p,1} =$	129	$c_{p,4} =$	166
Capacidad de Movimiento	$c_{m,1} =$	129	$c_{m,4} =$	166
Probabilidad del Movimiento	$p_{0,1} =$	0.339	$p_{0,4} =$	0.867

Tabla 34: Giros izquierda calle mayor, intersección N°03

Fuente: Propia

Giros de movimiento de derecha de la calle menor a calle mayor 9 y 12.

Giro a la derecha de calle Menor a calle Mayor				
Descripcion	v_9		v_{12}	
Volumen de flujo	$v_9 =$	10	$v_{12} =$	23
Volumen en Conflicto	$v_{c,9} =$	889	$v_{c,12} =$	999
Capacidades Potenciales	$c_{p,9} =$	249	$c_{p,12} =$	211
Capacidad de Movimiento	$c_{m,9} =$	249	$c_{m,12} =$	211
Probabilidad del Movimiento	$p_{0,9} =$	0.960	$p_{0,12} =$	0.891

Tabla 35: Giros derecha calle menor, intersección N°03

Fuente: Propia



Giros en U de calles mayores de los movimientos de calles menores 1U y 4U.

Giro en U de calles Mayores		
Descripcion	v_{1U}	v_{4U}
Volumen de flujo	$v_{1U} = 15$	$v_{4U} = 4$
Volumen en Conflicto	$v_{c,1U} = 249$	$v_{c,4U} = 1298$
Capacidades Potenciales	$c_{p,1U} = 249$	$c_{p,4U} = 306$
Factores de ajuste de Capacidad	$f_{1U} = 0.891$	$f_{4U} = 0.960$
Probabilidad del Movimiento	$p_{0,1U} = 0.932$	$p_{0,4U} = 0.986$
Capacidad de Movimiento	$c_{m,1U} = 222$	$c_{m,4U} = 294$
Capacidad de Movimiento (j+jU)	$c_{m,1+1U} = 137$	$c_{m,4+4U} = 177$

Tabla 36: Giros en U, intersección N°03

Fuente: Propia

Giros de frente de calle menor a calle menor de los movimientos 8 y 11.

Giro de frente entre calles Menores		
Descripcion	v_8	v_{11}
Tasas de flujo	$v_8 = 6$	$v_{11} = 2$
Tasas de flujo en Conflicto Epata I	$v_{c,I,8} = 1917$	$v_{c,I,11} = 2027$
Tasas de flujo en Conflicto Epata II	$v_{c,II,8} = 2049$	$v_{c,II,11} = 1978$
Tasas de flujo en Conflicto	$v_{c,8} = 3966$	$v_{c,11} = 4005$
Capacidades Potenciales	$c_{p,8} = 7$	$c_{p,11} = 6$
Capacidades Potenciales Epata I	$c_{p,I,8} = 169$	$c_{p,I,11} = 152$
Capacidades Potenciales Epata II	$c_{p,II,8} = 149$	$c_{p,II,11} = 159$
Factores de ajuste de Capacidad	$f_8 = 0.294$	$f_{11} = 0.294$
Factores de ajuste de Capacidad Epata I	$f_{I,8} = 0.339$	$f_{I,11} = 0.867$
Factores de ajuste de Capacidad Epata II	$f_{II,8} = 0.867$	$f_{II,11} = 0.339$
Capacidad de Movimiento	$c_{m,8} = 2$	$c_{m,11} = 2$
Capacidad de Movimiento Epata I	$c_{m,I,8} = 57$	$c_{m,I,11} = 132$
Capacidad de Movimiento Epata II	$c_{m,II,8} = 129$	$c_{m,II,11} = 54$
Probabilidad del Movimiento Epata I	$p_{0,I,8} = 0.895$	$p_{0,I,11} = 0.985$
Probabilidad del Movimiento Epata II	$p_{0,II,8} = 0.953$	$p_{0,II,11} = 0.963$

Tabla 37: Giros de frente, intersección N°03

Fuente: Propia



Capacidad de movimientos de 2 etapas de rango 4 de los movimientos 8 y 11.

Capacidad de movimientos en dos etapas de Rango 3		
Número de vehículos que se pueden almacenar en la mediana	$n_m = 2$	$n_m = 2$
Tasas de flujo	$v_1 = 85$	$v_4 = 22$
a (Equation 20-55)	$a_8 = 0.949$	$a_{11} = 0.949$
y (Equation 20-56)	$y_8 = 1.319$	$y_{11} = 4.311$
c_T (Equation 20-57)	$c_{m,T,8} = 32$	$c_{m,T,11} = 29$
Probabilidad del Movimiento	$p_{0,8} = 0.812$	$p_{0,11} = 0.931$

Tabla 38: Capacidad de movimiento de giro de frente, intersección N°03

Fuente: Propia

Giros a derecha de calle menor a calle mayor de los movimientos 7 y 10.

Giro de calle menor a calle Mayor (4 entradas)		
Descripcion	v_7	v_{10}
Tasas de flujo	$v_7 = 4$	$v_{10} = 5$
Tasas de flujo en Conflicto Epata I	$v_{c,I,7} = 1948$	$v_{c,I,10} = 2038$
Tasas de flujo en Conflicto Epata II	$v_{c,II,7} = 843$	$v_{c,II,10} = 890$
Tasas de flujo en Conflicto	$v_{c,7} = 2791$	$v_{c,10} = 2928$
Capacidades Potenciales	$c_{p,7} = 33$	$c_{p,10} = 27$
Capacidades Potenciales Epata I	$c_{p,I,7} = 63$	$c_{p,I,10} = 55$
Capacidades Potenciales Epata II	$c_{p,II,7} = 351$	$c_{p,II,10} = 332$
Factor de impedancia calle Mayor	$p''_7 = 0.274$	$p''_{10} = 0.239$
Factor de impedancia calle Menor	$p'_7 = 0.408$	$p'_{10} = 0.375$
Factores de ajuste de Capacidad	$f_7 = 0.364$	$f_{10} = 0.359$
Factores de ajuste de Capacidad Epata I	$f_{I,7} = 0.339$	$f_{I,10} = 0.867$
Factores de ajuste de Capacidad Epata II	$f_{II,7} = 0.761$	$f_{II,10} = 0.291$
Capacidad de Movimiento	$c_{m,7} = 12$	$c_{m,10} = 10$
Capacidad de Movimiento Epata I	$c_{m,I,7} = 21$	$c_{m,I,10} = 48$
Capacidad de Movimiento Epata II	$c_{m,II,7} = 267$	$c_{m,II,10} = 97$

Tabla 39: Giros a la izquierda calle menor, intersección N°03

Fuente: Propia



Capacidad de movimientos en 2 etapas de rango 4 de los movimientos 7 y 10.

Capacidad de movimientos en dos etapas de Rango 4			
Número de vehículos que se pueden almacenar en la mediana	$n_m =$	2	$n_m =$ 2
Tasas de flujo	$v_1 =$	78	$v_4 =$ 20
a (Equation 20-55)	$a_7 =$	0.949	$a_{10} =$ 0.949
y (Equation 20-56)	$y_7 =$	0.079	$y_{10} =$ 0.326
c_T (Equation 20-57)	$c_{T,7} =$	36	$c_{T,10} =$ 56

Tabla 40: Capacidad de movimiento a la izquierda calle menor, intersección N°03

Fuente: Propia

Capacidad de uso de carriles compartidos de salida de calles menores de los movimientos 7, 8 y 9 aguas arriba (NB) y de los movimientos 10, 11 y 12 aguas abajo (SB)

Capacidad de Carril Compartido calles Menores				
Descripcion	Movimiento	v (veh/h)	c_m (veh/h)	c_{SH} (veh/h)
$C_{SH,NB} \uparrow$	7	4.0	12	6
	8	6.0	2	
	9	10.0	249	
$C_{SH,SB} \downarrow$	10	5.0	10	18
	11	2.0	2	
	12	23.0	211	

Tabla 41: Capacidad de carriles compartidos, intersección N°03

Fuente: Propia

- **Implementación de señalización en las intersecciones no señalizadas**

Se plantea como solución de mejora en las intersecciones evaluadas, como la implementación de señales reguladoras o de reglamentación, que tienen por objetivo notificar a los conductores las limitaciones, restricciones y/o autorizaciones existentes para el uso de la vía Two Way Stop Controller (TWSC) y que pueda reflejarse en su funcionamiento al ingreso y salida de las entradas principales y secundarias.

- Implementación de la señalización para la Intersección N° 01 Av. José Olaya.

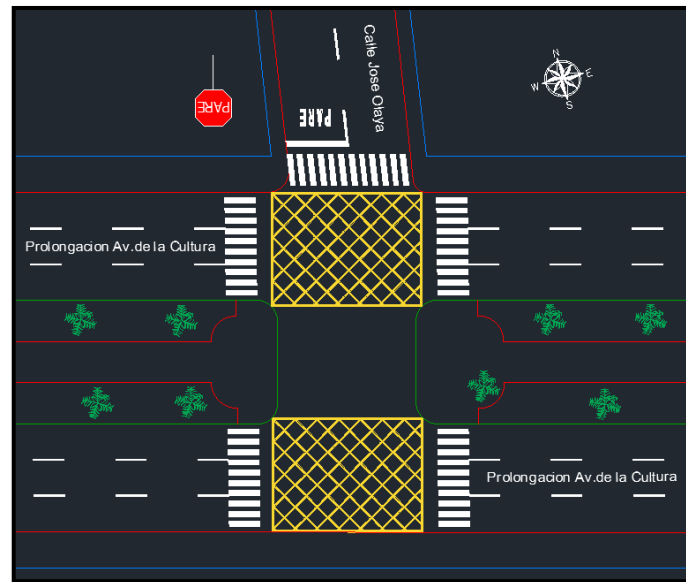


Ilustración 16: Señales Reguladoras o de Reglamentación Intersección N°01

Fuente: Propia

- Implementación de la señalización para la Intersección N° 02 Calle Inti Raymi.

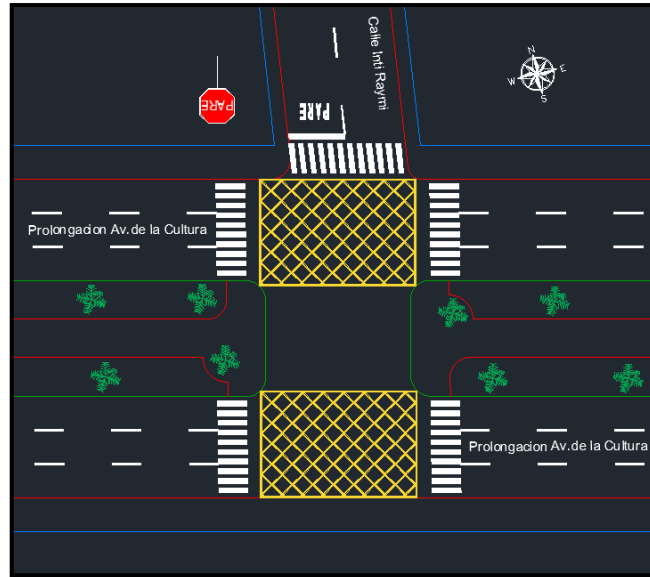


Ilustración 17: Señales Regulatoras o de Reglamentación Intersección N°02

Fuente: propia

- Implementación de la señalización para la Intersección N° 03 calle Camino Real

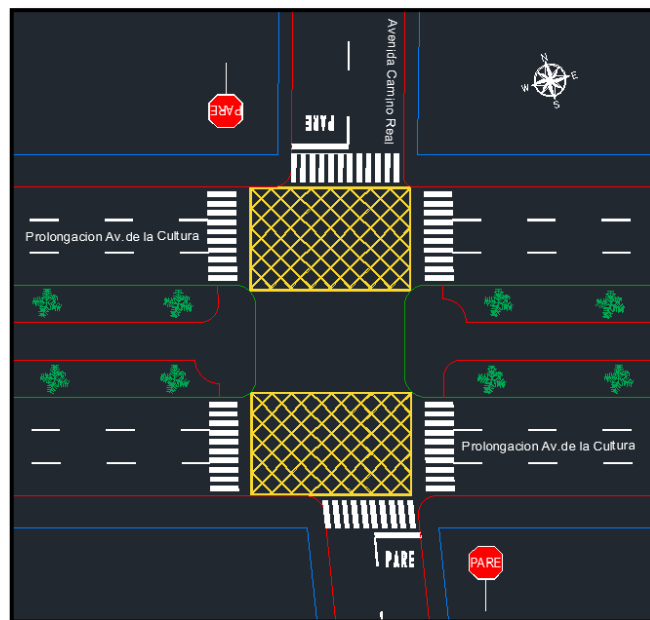


Ilustración 18: Señales Regulatoras o de Reglamentación Intersección N°03

Fuente: Propia



CAPITULO IV: Resultados de la Investigación

Se presenta de los resultados en tablas y/o gráficos, el análisis y comentarios de tablas y gráficos de los resultados.)

- Resultados intersección N°01

Se presenta un nivel de servicio a las calles menores desde los giros en la intersección T que el giro 7 está con el NS (F) el más bajo Nivel de Servicio según la HCM 2016 y el giro 9 tiene un NS (D) presenta un flujo vehicular con obstrucciones a los conductores.

Resultados de las calles Menores					
Movimiento	v (veh/h)	cm (veh/h)	d (s/veh)	NS	Q ₉₅ (veh)
7	141	23	2650	F	17.74
9	60	204	30	D	1.17

Tabla 42: Resultados calles menores, intersección N°01

Fuente: Propia

Se presenta que las calles mayores presentan de moderados flujos a altos flujos de demoras en el análisis de los resultados

Resultados de las calles Mayores					
Movimiento	v (veh/h)	cm (veh/h)	d (s/veh)	NS	Q ₉₅ (veh)
4	34	122	45	D	1.06
1U	4	348	15	C	0.03
4U	8	169	27	D	0.15
4+4U	42	129	46	D	1.29
SH,NB	201	31	2696	F	24.32

Tabla 43: Resultados calles mayores, intersección N°01

Fuente: Propia

Según corresponde cada ingreso de calles mayores y menores, dentro de las calles mayores se presenta un flujo superior con noble diferencia a los que se tienen de forma transversal como con las calles secundarias



Resultados de cada ingreso				
Movimiento		v (veh/h)	d (s/veh)	d _A (s/veh)
EB ←	1U	4	15	0.03
	2	1973	0	
	3	68	0	
WB →	4+4U	42	46	1.15
	5	1639	0	
	6	0	0	
NB ↑	7	141	2650	1868
	9	60	30	
Control de Retardo (delay d _i)				96.10

Tabla 44: Resultados de cada ingreso, intersección N°01

Fuente: Propia

- Resultados intersección N°02

Los resultados nos evidencian los Niveles de Servicio (NS) de los giros que salen de las calles menores hacia las calles mayores.

Resultados de las calles Menores					
Movimiento	v (veh/h)	cm (veh/h)	d (s/veh)	NS	Q ₉₅ (veh)
7	41	1	20832	F	7.13
9	35	210	26	D	0.58

Tabla 45: Resultados calles menores, intersección N°02

Fuente: Propia

Los niveles de servicio (NS) con giros desde las calles mayores, que ingresan a las calles menores o también realizan retornos y forman retardos como se presenta

Resultados de las calles Mayores					
Movimiento	v (veh/h)	cm (veh/h)	d (s/veh)	NS	Q ₉₅ (veh)
4	106	128	104	F	5.09
1U	10	302	17	C	0.10
4U	25	206	25	D	0.41
4+4U	131	138	126	F	6.60
SH,NB	76	2	18394	F	11.67

Tabla 46: Resultados calles mayores, intersección N°02

Fuente: Propia



Los resultados obtenidos dentro de los grupos de ingresos de calles mayores y calles menores, donde se evidencia que las calles menores presentan alto nivel de saturación, también por ser un carril compartido para los giros.

Resultados de cada ingreso				
Movimiento		v (veh/h)	d (s/veh)	d _A (s/veh)
EB ←	1U	10	17	0.09
	2	1993	0	
	3	10	0	
WB →	4+4U	131	126	8.62
	5	1791	0	
	6	0	0	
NB ↑	7	41	20832	11250
	9	35	26	
Control de Retardo (delay d _i)				217.33

Tabla 47: Resultados de cada ingreso, intersección N°02

Fuente: Propia

- Resultados intersección N°03

La intersección de cuatro entradas se muestra lo niveles de servicio (NS) según los conflictos generados por cada giro que se realiza desde las calles menores ingresando a las calles menores

Resultados de las calles Menores					
Movimiento	v (veh/h)	cm (veh/h)	d (s/veh)	NS	Q ₉₅ (veh)
7	4	12	417	F	0.82
8	6	2	3916	F	1.77
9	10	249	20	C	0.12
10	5	10	568	F	1.10
11	2	2	2894	F	0.87
12	23	211	24	D	0.36

Tabla 48: Resultados calles menores, intersección N°03

Fuente: Propia



El resultado mostrado los conflictos generados según corresponde de las calles mayores hacia las calles menores y a los retornos a las cuales están sometidos las intersecciones no semaforizadas

Resultados de las calles Mayores					
Movimiento	v (veh/h)	cm (veh/h)	d (s/veh)	NS	Q ₉₅ (veh)
1	85	129	76	F	3.54
4	22	166	30	D	0.45
1U	15	222	22	C	0.22
4U	4	294	17	C	0.04
1+1U	100	137	81	F	4.22
4+4U	26	177	29	D	0.50
SH,NB	20	6	2267	F	3.76
SH,SB	30	18	780	F	4.20

Tabla 49: Resultados calles mayores, intersección N°03

Fuente: Propia

Los grupos de ingresos que se analizaron de tal manera que los anteriores resultados nos hacen ver que existe un bajo nivel de servicio (NS) como un bajo flujo dentro de su análisis

Resultados de cada ingreso				
Movimiento		v (veh/h)	d (s/veh)	d _A (s/veh)
EB ←	1+1U	100	81	4.32
	2	1717	0	
	3	61	0	
WB →	4+4U	26	29	0.37
	5	1975	0	
	6	22	0	
NB ↑	7	4	417	1268
	8	6	3916	
	9	10	20	
SB ↓	10	5	568	306
	11	2	2894	
	12	23	24	
Control de Retardo (delay d _i)				10.99

Tabla 50: Resultados de cada ingreso, intersección N°03

Fuente: Propia



4.1. Resultados respecto al objetivo general

- Se evidencia que los Niveles de Servicio (NS) se encuentran en el rango de C a F, dentro de los giros establecidos para las Calles Menores son de bajo flujo al salir de las calles mayores, así como también los giros establecidos de las calles menores 7, 8, 9, 10, 11 y 12 que realizan desde calles mayores hacia las calles menores.

4.2. Resultados respecto a los objetivos específicos

- Según el estudio realizado se determina que las condiciones de la vía en las calles menores que comparten giros hacia la izquierda 1, 4, 1U y 4U, o de frente 8 y 11 tienen mayores demoras en el flujo vehicular con un Nivel de Servicio F.
- Los anchos de la plataforma de las calles menores son de 3m a 3.5m, lo cual se encuentra comprimida con vehículos de mayor tamaño, especialmente los giros de las calles menores hacia las calles mayores
- No se registraron señalizaciones adecuadas para la intersección no semaforizada, por tal motivo existen entrampamientos en las horas en la mañana, tarde y noche, reduciendo considerablemente el nivel de servicio (NS) de C a F.
- El trabajo de campo realizado, evidencia que el impacto vial se ve afectado con el tráfico de las velocidades, debido a que la vía expresa en su totalidad se encuentra cerrada y esto hace que baje el nivel de servicio en la prolongación avenida de la cultura, así como la existencia de un supermercado en ella.



CAPITULO V: Discusión

5.1. Descripción de los hallazgos más relevantes y significativos

Se verifica que en la hora pico existen diversos niveles de servicio (NS) para cada giro, entre las más críticas tenemos los (NS) de D a F, lo cual ocasiona momentos de cruce entre los movimientos de ingreso y salida tal como representa en los de 4 entradas los conflictos de giros 1, 1U, 4U, 7, 10, 8 y 11 debido a que se realizan en 2 tiempos o etapas antes de su destino final

Para las intersecciones en T, se presentan los conflictos en los movimientos 1U, 4, 4U y 7, por ser de ingreso en 2 tiempos o etapas, los niveles de servicio son de C a F.

La prolongación avenida de la cultura presenta un IMDA de 2879 veh/día, la clasificación de la vía es de una carretera de primera clase según el manual de diseño geométrico de carreteras DG-2018.

5.2. Limitaciones del estudio

Según la HCM 2016 Capitulo 20 Two Way Stop Controlled (TWSC) existe diferencias conceptuales entre el HCM y el modelado de simulación que impiden la comparación directa de resultados, las herramientas deterministas del HCM se basan en las estimaciones de capacidad y retraso en valores esperados, calculados a partir de fórmulas analíticas que se han derivado matemáticamente, por el contrario, Las herramientas de simulación adoptan una visión más microscópica y tratan a cada vehículo como un objeto independiente que está sujeto a las normas de circulación y a la interacción con otros vehículos. También existen diferencias en el tratamiento de aleatoriedad, como es aplicado en el Capítulo 19 (Intersecciones Señalizadas). (Highway Capacity Manual, 2016)

Cuando los volúmenes de movimiento opuestos son muy altos, hay una oportunidad mínima para que los movimientos controlados por PARE que acepten espacios y estos movimientos a menudo tienen poca o ninguna capacidad. La simulación tiende a producir capacidades ligeramente más altas en estas condiciones debido a una lógica de anulación específica de la herramienta que limita la cantidad de tiempo que cualquier conductor está dispuesto a esperar por un espacio. (Highway Capacity Manual, 2016)



Los resultados de la simulación para un problema de intersección TWSC específico deben estar cerca de los resultados obtenidos con los procedimientos del capítulo 20 (Two Way Stop Controlled Intersections). Sin embargo, se pueden esperar algunas diferencias entre las herramientas de análisis. (Highway Capacity Manual, 2016)

5.3. Comparaciones crítico con la literatura existente

Debido a no contar con estudios de impacto vial en las intersecciones no semaforizadas de la prolongación avenida de la cultura del distrito de san Sebastián, no se puede establecer comparaciones alrededor de las áreas de estudio analizados, por tal motivo se espera que se pueda realizarse mayores estudios sobre las deficientes intersecciones no señalizadas en base al Capítulo 20 Two Way Stop Controlled (TWSC) del Manual de Capacidad de Carreteras del HCM 2016.



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Conclusiones al objetivo general

- El flujo vehicular en las intersecciones no semaforizadas de la prolongación avenida de la cultura en el distrito de san Sebastián presenta resultados que evidencian el carente nivel de servicio existente en estas, según el capítulo 20 del HCM 2016 presentan bajos niveles de servicio especialmente en las salidas de calles menores, que van desde C, D, E y F (NS).

- Conclusiones a los objetivos específicos

- La Prolongación avenida de la cultura como vía principal presenta una velocidad promedio de 50 km/h con afluencia de diferentes tipos de vehículos, con un flujo interrumpido, por la que se considera dentro de la clasificación de vías urbanas por sus características como una vía colectora y las calles menores que presentan una velocidad de promedio de 30km/h se clasifican en vías locales.
- La geometría de la vía sufre una alteración al no contar con estacionamientos adecuados reglamentarios para la prolongación avenida de la cultura como vía colectora, por la cual uno de los carriles de la vía es usada como estacionamiento eventual, ocasionando que los tres carriles unidireccionales por sentido sea disminuido a solo dos, sufriendo alteración al uso funcional de la geometría de la vía la cual disminuye los niveles de servicio significativamente.
- Las intersecciones evaluadas; prolongación avenida de la cultura con José Olaya, prolongación avenida de la cultura con Inti Raymi y la prolongación avenida de la cultura con camino real carecen de señales reguladoras o de reglamentación acorde a una intersección no semaforizada, generando retardos en hora picos, en una condición F (mayor que 50 s/veh).
- Al estar cerrada la vía expresa hace que la prolongación avenida de la cultura sea la única vía colectora que soporta la carga de tránsito por lo que ocasiona bajas velocidades con referencia al flujo vehicular, en tal



sentido los giros a la izquierda generan condiciones intermedias de nivel de servicio E que van desde 35-50 s/veh

- **Recomendaciones**

- Se recomienda la implementación de señales reguladoras o de reglamentación (señal PARE R-1 y señal de NO BLOQUEAR CRUCE R-53) para evitar conflictos en las salidas de vías secundarias hacia las vías principales, en las intersecciones no semaforizadas debido que a menos de 100 metros se encuentra intersecciones semaforizadas.
- Para mejorar el nivel de servicio en las intersecciones no semaforizadas, prolongación avenida de la cultura con José Olaya, prolongación avenida de la cultura con Inti Raymi y prolongación avenida de la cultura con Camino Real, se recomienda la creación de un carril especiales en la alameda para los giros a la izquierda de la calle mayor a las menores.
- Se recomienda realizar un estudio de impacto vial dentro de la prolongación avenida de la cultura para verificar el comportamiento de las intersecciones semaforizadas y no semaforizada, debido que la vía presenta la existencia de un supermercado el cual genera un mayor impacto vial.
- Se recomiendo que municipalidad del cusco habilite un reglamento de estudios de impacto vial, debido a que en el reglamento de gestión de infraestructura vial indica que las vías urbanas están reglamentadas por ordenanzas de los gobiernos locales.



REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AASHTO. (2011). *A Policy on Geometric Design of Highways and Streets*. Washington, D.C.: AASHTO.
- BBC Mundo . (2019, 3 8). *BBC Mundo*. Retrieved from <https://www.bbc.com/mundo/noticias-47473793>
- Board, T. R. (2016). *Highway Capacity Manual*. Washington, D.C: Transportation Research Board.
- Cal y Mayor Reyes, R., & Cárdenas Grisales, J. (2017). *Ingeniería de Transito: Fundamentos y aplicaciones*. México D.F.: Alfaomega Grupo Editor, S.A.
- Carlos, C. A. (2019). *Metodologías para la evaluación de la seguridad vial de intersecciones urbanas en la ciudad de Ayacucho 18*(tesis de pre grado,Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga). repositorio institucional. Retrieved from <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/1988>
- CPIT. (2012). *Plan Regulador de Transporte Publico Urbano de Pasajeros*. Cusco: MPC.
- Dirección general de caminos y ferrocarriles . (2018). *Manual de carreteras: Diseño geometrico DG - 2018*. Lima: Diario el Peruano .
- García, E. M. (2015). Análisis y Evaluación de Intersecciones Urbanas. *CULCyT*, 51-60.
- Grisales, J. C. (2013). *Diseño Geometrico de Carreteras* (Vol. 2da edición). bogota: Ecco Ediciones,2013.
- Highway Capacity Manual. (2016). *Highway Capacity Manual*. Washington, D.C.: Transportation Research Board.
- INEI. (2007). *Censos Nacionales 2007: XI de Población y VI de Vivienda*. Lima: INEI.
- INEI. (2017). *Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas*. Lima: INEI.
- Loaiza, V. C. (2005). *Manual de Diseño Geometrico de Vias Urbanas*. ICG.



- Melgar, A. S. (2020). *Propiedades de un instrumento de recolección de información: la validación y la confiabilidad*. bogota: Independently Published.
- Ministerio de Transportes. (2007). *Guía Metodologica de Contenidos de los Estudios de Impacto Vial*. Diario el Peruano.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2016). *Manual de dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras*. Lima: El Peruano.
- Moncada Granados , E. Y., & Yerson David, D. G. (2017). Evaluacion De Propuesta De Evolucion De Interseccion Semaforizada. *Tesis de pregrado*. Universidad Catolica De Colombia, Bogota.
- Ortiz Lanchipa, E. M., & Veliz Cabrera , A. L. (2018). Optimización del flujo vehicular en la intersección vial de la Av. Gustavo Pinto con la Av. Industrial de la ciudad de Tacna - Tacna. *Tesis de pregrado*. Universidad Privada de Tacna, Tacna.
- Padilla de la Cruz, C. R. (2016). *Diseño y planeamiento de una intersección vial urbana no semaforizada simulando interacción con el área de influencia, (Tesis de pre grado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas)*. Repositorio Institucional. Retrieved from <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/621456?show=full&locale-attribute=es>
- Peña, A. J. (2017). *Evaluación de la intersección no semaforizada Narciso López–Martí con la aplicación de la metodología HCM 2010 (tesis de pre grado, Universidad De Holguín, Cuba)*. Repositorio institucional. Retrieved from <https://repositorio.uho.edu.cu/xmlui/handle/uho/4123>
- Roca De La Cruz, A. (2019). Análisis y rediseño de la intersección de av. La Molina y av. Víctor Malásquez. *Tesis de pregrado*. Pontificia Universidad Católica Del Perú, Lima.
- Rodrigo, C. C. (2017). *ANÁLISIS DE TRÁFICO Y SOLUCIÓN VIAL DE LA INTERSECCIÓN: AV. ELOY ALFARO Y AV. SHYRIS EN LA CIUDAD DE*



QUITO (tesis de pre grado, Univeridad). Repositorio Institucional. Retrieved from <https://repositorio.uho.edu.cu/xmlui/handle/uho/4123>

Trafficware Ltd. (2011). *Synchro Studio 8*. Texas: Trafficware, Ltd.

TRANSPORTATION RESEARCH BOARD OF THE NATIONAL ACADEMIES. (2010). *Transportation Research Board Of The National Academies, 2010*). Washington, D.C.: FUNDACIÓN CONFEMETAL.



INTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS

Los instrumentos utilizados para la realización de esta investigación fueron los siguientes:

- Se utilizaron implementos de escritorio como: trípode, cámara filmadora y laptop para procesar los datos.
- Softwares adecuados (Word, PowerPoint, Excel, AutoCAD, etc.) con la que fueron digitalizados e interpretados los datos obtenidos en campo para la elaboración de la presente investigación.
- Libros de textos, informes de investigación, tesis de grados o cualquier otra investigación que guarde información relacionada al objeto de estudio.
- Cámara digital para realizar la memoria fotográfica que respalde la investigación.



Anexos