

CAPÍTULO I

1.1. INTRODUCCIÓN.-

El casco central de la ciudad de Tarija es una zona estratégica que une los distintos barrios de nuestra ciudad, así también es un zona donde se genera la economía aportando de gran manera al desarrollo de nuestra ciudad, ya que en estos lugares se encuentran generalmente todas las instituciones, lugares de trabajo, colegios, universidades y el comercio, razón por la cual el ritmo de vida de los habitantes es más acelerado implicando mayor movilización de los ciudadanos ya sea por la necesidad de trasladarse a su lugar de trabajo, por llevar su mercadería al lugar de destino o por las necesidad que son propias del ser humano que sin duda necesitan del transporte para cumplir con su objetivo propuesto.

Por tal razón es imprescindible hacer el análisis de la influencia del volumen del transporte público en la capacidad y nivel de servicio en el casco central de la ciudad de Tarija, porque existen zonas que deben operar arriba de su capacidad con el fin de abastecer la demanda de los servicios de transporte, originando problemas de tránsito, cuya severidad por lo general se puede medir en términos de accidentes o congestionamiento.

Un estudio de la capacidad vehicular y del Nivel de Servicio, nos da a conocer el comportamiento de una carretera o calle, con condiciones de circulación prefijadas y reales, para determinar los diferentes regímenes de explotación con el propósito que en base a este tipo de estudio puedan servir como base para una planificación y poder conseguir que la circulación de personas y mercancías sea segura, eficiente y económica.

En Ingeniería de Tráfico existen diversos métodos empíricos de análisis que en función de las características de la vía permiten conocer la capacidad de la misma. De ellos, el principal método es el Manual de Capacidad de Carreteras HCM (Highway Capacity Manual) el cual será la herramienta básica para poder realizar el presente trabajo, cuyo estudio permitirá validar las metodologías del HCM para vías

de nuestro medio, de manera que su información pueda ser valedera y tomada en cuenta para acciones de control de la circulación.

Se explicará de manera detallada la forma como calcular las Capacidades y Niveles de Servicio, a partir de los lineamientos sugeridos en el HCM 2000 y el “Highway Capacity Manual 2010” (HCM 2010) del “Transportation Research Board” (TRB) de los Estados Unidos y se realizara una comparación entre ambas metodologías.

El aporte académico estará orientado a prestar mayor información como material bibliográfico y de consulta ya que este tipo de trabajo permite conocer relaciones directas antes mencionadas y en especial conocer la relación entre dos métodos aplicados por el HCM en su versión 2000 y 2010, ya que la universidad como una entidad pionera debe brindar aportes de estudios e investigación a la sociedad y ser parte de este tipo de análisis porque como estudiantes y futuros profesionales debemos poner en práctica nuestros conocimientos adquiridos en esta superior casa de estudios.

1.2. JUSTIFICACIÓN.

Es indispensable en la Ingeniería de tráfico, realizar investigaciones y analizar diferentes métodos, para planificar la vialidad en un país. Para el estudio de análisis sobre influencia del volumen del transporte público en la capacidad y nivel de servicio en el casco central de la ciudad de Tarija se debe realizar un estudio que permita conocer la situación actual respecto al volumen, su capacidad y nivel de servicio.

El principal objetivo del análisis de la capacidad es la estimación del máximo número de vehículos a los que una instalación puede dar servicio con seguridad razonable dentro de un período de tiempo; es por eso que la capacidad proporciona herramientas para el análisis de las instalaciones existentes y para el planeamiento y dimensionamiento de instalaciones a mejorar o futuras. El nivel de servicio se define como una medida cualitativa que describe las condiciones operacionales dentro de la corriente del tránsito y su percepción por el conductor y el pasajero.

Uno de los parámetros más valiosos con lo que cuenta una sociedad es su infraestructura y su sistema vial, este estudio se justifica porque existe un crecimiento vehicular desmesurado no previsto durante la ejecución de la infraestructura lo que produce un congestionamiento, convirtiéndose en una zona donde se ocasionan accidentes, las estimaciones de capacidad y nivel de servicio son necesarios para la mayoría de las decisiones y acciones de ingeniería de tráfico y de planeamiento de transporte.

Con los datos en estudio se lograra conocer la incidencia que tiene el HCM 2010 respecto del HCM 2000, en un estudio de capacidad vehicular y nivel de servicio en el Casco Central de Tarija, a la vez realizar una comparación de ambas metodologías y establecer diferencias que permitan hacer la valoración técnica y aplicación.

Los resultados servirán para que las autoridades competentes tomen en cuenta estas relaciones en la regulación del tráfico ya que nos brindara parámetros directos entre variables como la capacidad y el nivel de servicio pudiendo realizar políticas de mejora para ofrecer un mejor nivel de servicio en vías urbanas.

1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

1.3.1. Situación problemática.

Desde hace mucho tiempo atrás en el casco central de la ciudad de Tarija aumentó el índice de incremento vehicular y está en constante ascenso progresivo, por lo que en algunas vías del casco central de la ciudad de un tiempo a esta parte, el flujo vehicular se tornó caótico, especialmente en horas y días pico, provocando congestionamiento, accidentes y choques. Si bien es cierto que Tarija es un Departamento que está en pleno crecimiento, en consecuencia el casco central de la ciudad de Tarija se encuentra en estado conflictivo por ello se debe generar políticas de desarrollo y alternativas de crecimiento planificado, lo cual amerita realizar estudios en sus diferentes áreas, la falta de un estudio adecuado que relacione la Capacidad y el Nivel de servicio, es que no permiten tomar medidas ya que no sabemos lo que está sucediendo en relación a la calidad de servicio que las vías

prestan, por lo que no se puede tomar medidas para aumentar las características funcionales y de seguridad.

En nuestro país y particularmente en la ciudad de Tarija no se tienen normas para determinar la capacidad y nivel de servicio en calles urbanas, al utilizar normas extranjeras cuya actualización es periódica como es el caso del HCM es necesario analizar las variaciones de la metodología en la revisión del 2000 y 2010 para intersecciones semaforizadas y no semaforizadas en vías interrumpidas del casco central de Tarija.

1.3.2. Problema.

¿Cuál es la incidencia que tiene el HCM 2010 respecto del HCM 2000, en un estudio de capacidad vehicular y nivel de servicio en el Casco Central de Tarija?

1.4. OBJETIVOS.

1.4.1. Objetivo general.

- ◆ Elaborar un análisis comparativo entre los manuales HCM 2000 y HCM 2010, en la capacidad vehicular y nivel de servicio con la finalidad de obtener diferencias que permitan hacer la valoración técnica y aplicación en el Casco central de Tarija.

1.4.2. Objetivos específicos.

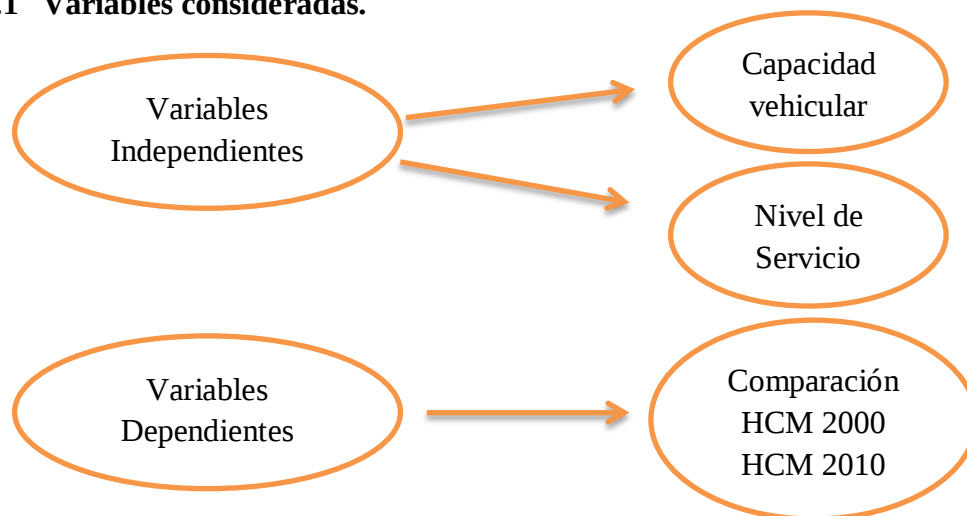
- ◆ Delimitar la zona de estudio y visitas al lugar conociendo sus características tanto físicas como geométricas.
- ◆ Realizar aforos vehiculares en puntos determinados de los tramos escogidos, para llevar a cabo el estudio.
- ◆ Procesar los datos de los aforos, para obtener los volúmenes de tráfico promedio horario de cada acceso en cada intersección.
- ◆ El conocimiento de las diferentes condiciones y factores que afectan la capacidad y nivel de servicio del flujo de servicio.

- ◆ Determinar la capacidad y nivel de servicio en las vías de estudio por HCM 2000 y HCM 2010.
- ◆ Comparación de parámetros, procesamiento y resultados de la capacidad y nivel de servicio del HCM 2000 Y HCM 2010.
- ◆ Conclusiones y recomendaciones.

1.5. HIPÓTESIS.

Si se hace un levantamiento de aforos que determinen volúmenes, capacidad y nivel de servicio por los manuales HCM 2000 y HCM 2010; entonces se obtendrá diferencias que visualicen la incidencia entre ambas metodologías que se aplican al Casco central de Tarija.

1.5.1 Variables consideradas.



1.6. DISEÑO METODOLÓGICO.

1.6.1. Componentes:

Unidades de estudio: Las unidades de estudio son los manuales HCM 2000 y HCM 2010.

Población: Nuestra población serán los elementos de la ingeniería de tráfico.

Muestra: Los elementos de la ingeniería de tráfico que serán utilizados son los volúmenes vehiculares, capacidad vehicular y nivel de servicio.

1.6.2. Métodos y técnicas empleadas.

Método Teórico-Empírico: Es teórico porque se realizará un análisis y una síntesis de la investigación basada en toda la bibliografía encontrada, y en los datos de campo que serán analizados para luego ser depurados y así llegar a un resultado.

Es empírico; porque se realizarán observaciones y mediciones dentro del trabajo de campo, mediante el cual se encontrarán los datos necesarios para la realización de este proyecto, sin embargo no se realizará experimentación.

Se realizara la traducción del documento HCM 2000 y el HCM 2010 puesto que ambos documentos solo se lo consigue en el idioma de su origen (Ingles), para saber qué datos de entrada son necesarios para la aplicación de ambas metodologías.

En la parte práctica o de aplicación se realizaran aforos manuales para obtener el volumen total horario, giro derecha e izquierda, vehículos pesados y vehículos que estacionan y paran en los accesos de la intersección, para los puntos seleccionados y posteriormente realizar el trabajo de gabinete tanto con los manuales HCM 2000 y HCM 2010 como con los datos obtenidos en campo para realizar todos los cálculos necesarios y poder llegar a una parte conclusiva y de recomendaciones.

Dentro de los medios para utilizar en nuestro trabajo tenemos:

- ◆ Planos: Para determinar las ubicaciones de los puntos de aforo, nos permitirán tener una ubicación exacta de donde partir para realizar la toma de datos correspondientes.
- ◆ Cámara fotográfica: Permitirá tomar fotografías de la zona de estudio.
- ◆ Planilla de aforos: Es donde se suministra toda la información general que se solicita y que se obtiene de la toma de datos de las aforaciones.
- ◆ Reloj o cronómetro: Es para controlar los intervalos de tiempo en que se realizaran nuestras aforaciones.
- ◆ Cinta métrica: Instrumento que nos permite medir la longitud de un punto a otro punto.

- ◆ Calculadora: Material que nos ayuda a realizar cálculos en cualquier momento y lugar dependiendo lo requerido.
- ◆ Computadora: Instrumento donde se realizara el contenido de este estudio como así también donde se procesa los datos obtenidos llegando así a un análisis minucioso.

1.6.3. Procedimiento para el análisis y la interpretación de la información.

- 1. Ubicación del área de estudio y determinación de los puntos conflictivos;** se realizará una inspección de la zona del Casco central de Tarija para determinar los puntos conflictivos en los cuales se realizara el estudio.
- 2. Toma de datos;** se determinara las horas pico realizando el aforo vehicular de un día desde las 7:00 a.m. hasta las 19:00 p.m. en una intersección del Casco central de Tarija, las tres horas con mayor presencia vehicular serán las horas pico del día los mismos que nos servirán para las aforaciones posteriores de nuestra zona de estudio. La aforación será manual y se la realizará 15 minutos en cada intersección para luego multiplicarlo por 4 para obtener el volumen de una hora, la aforación se realizará en las tres horas pico del día para tres días de la semana (dos días hábiles y un día inhábil) durante cuatro semanas, haciendo el conteo de los vehículos livianos (taxis, jeeps, vagonetas, camionetas pequeñas, trufis), los vehículos medianos (Camionetas de 4 o 6 cabinas, micros de las diferentes líneas, camiones) y de los vehículos pesados (volquetas, camiones grandes, flotas, camiones con remolque) tanto públicos como privados. En la aforación se tomó en cuenta el movimiento del vehículo de giro izquierdo, de frente y giro derecho.
Se realizará también la aforación de vehículos que estacionan y paran en los accesos de la intersección durante un semana completa en las horas pico.
Se tomara registro de las características geométricas de las intersecciones; ancho de carril, utilización de carril, y en intersecciones semaforizadas se registrara la duración del ciclo total del semáforo y del ciclo verde.

3. **Procesamiento de aforos realizados;** una vez obtenidos los datos de aforación vehicular se procederá a procesar los mismos realizando depuraciones y así llegar a un resultado del volumen total horario. Para obtener los porcentajes de vehículos pesados, giro derecho e izquierdo y el volumen de vehículos que estacionan y paran en los accesos de cada intersección se trabajara con medias aritméticas.
4. **Aplicación de procedimiento del HCM 2000 y HCM 2010;** con el resultado del proceso de los datos obtenidos se procede a realizar la aplicación de ambos métodos para realizar el cálculo de la capacidad vehicular y nivel de servicio.
5. **Comparación entre ambas metodologías;** terminada la aplicación de ambos métodos se procede a realizar la observación de las diferencias encontradas entre el HCM 2000 y HCM 2010 haciendo una comparación de resultados.
6. **Planteamiento de la metodología más adecuada para nuestro medio;** una vez obtenido los resultados y realizada la comparación de ambas metodologías se procede a realizar el planteamiento del método seleccionado más adecuado aplicado a nuestra área de estudio.

1.6.4. Tratamiento estadístico.

En el procesamiento de los aforos realizados se usaran las siguientes ecuaciones de los indicadores estadísticos:

- **Media aritmética.**

La media aritmética se obtiene con la siguiente fórmula:

$$X = \frac{\sum Xi}{N}$$

Dónde:

X = Media aritmética.

Xi = Valores de la variable x

N = Número de valores observados.

Σ = Signo de sumatoria indica que se debe sumar

- **Desviación estándar.**

La desviación estándar se obtiene con la siguiente fórmula:

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X_j - \bar{X})^2}{N - 1}}$$

Dónde:

S = Desviación estándar.

X = Media aritmética.

X_j = Valores de la variable x

N = Número de observaciones.

- **Rango de depuración.**

El rango de depuración se obtiene con la siguiente fórmula:

$$\text{Óptima: } x \pm \sigma$$

Dónde:

x = Media Aritmética

σ = Desviación Estándar

1.6.4. Alcance.

El trabajo planteado de Comparación y valoración de la capacidad y nivel de servicio utilizando el HCM 2000 y HCM 2010 aplicado al casco central de la ciudad de Tarija, tiene en su alcance el desarrollo de lo necesario dentro del marco teórico donde se definen con precisión la problemática sobre la que se basa el presente trabajo, los elementos que justifican la elaboración, los objetivos que se pretende alcanzar, el alcance que tendrá el mismo y los medios y la forma metodológica que se desarrollara.

Es importante dentro del marco teórico general enmarcar todo lo relacionado con los manuales HCM 2000 y HCM 2010 de manera que sustenten el trabajo a

desarrollar sobre todo en lo que se refiere a la capacidad y nivel de servicio en vías urbanas tanto en intersecciones semaforizadas como no semaforizadas.

Como parte del marco teórico aplicativo está el desarrollo de todo lo referente a la aplicación de las metodologías establecidas tanto por el Manual de Capacidad del año 2000 como por el Manual de Capacidad HCM 2010 en cuanto se refiere a vías urbanas concentradas en intersecciones con y sin semaforización, desde los conceptos esenciales, su forma de determinación y sus elementos de valoración en cuanto a la aplicabilidad en nuestro medio en el cálculo de la capacidad y nivel de servicio en vías urbanas.

En base a lo desarrollado en el marco teórico que tiene como base nuestro trabajo y aplicando todas las conceptualizaciones necesarias realizamos la aplicación práctica en el casco central de la ciudad de Tarija, para lo cual determinamos con precisión el área de estudio, los puntos donde se realizarán los aforos de volúmenes y donde se determinarán la capacidad y nivel de servicio aplicando los métodos del HCM 2000 y HCM 2010 de manera que se obtengan ambos resultados y se pueda valorizar su utilización desde puntos de vista de los datos de entrada, del proceso metodológico en cada uno de los métodos y de los resultados que se obtienen con ambos en el casco central de la ciudad de Tarija y concluir con la comparación entre ambas.

Finalmente a manera concluyente del presente trabajo se establecerán en función a los resultados obtenidos fundamentalmente en la aplicación práctica las conclusiones y recomendaciones referentes al tema.

CAPÍTULO II

MANUALES DE CAPACIDAD VIAL DE LOS ESTADOS UNIDOS “HCM 2000 Y HCM 2010” CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO EN VÍAS URBANAS.

2.1. HISTORIA Y EVOLUCIÓN.

Durante los años treinta y cuarenta, hubo gran inquietud por cuantificar el diseño de las vías con respecto al tránsito que iban a servir, y de cierto modo, convertir el arte de la ingeniería de tránsito en una verdadera técnica.

La demanda de tránsito, expresada en volumen, debía satisfacerse con una oferta de tránsito expresada también en volumen, que se llamaría capacidad vial. Entonces sería posible diseñar los elementos geométricos y de regulación de la circulación a fin de proporcionar una capacidad, en vehículos por hora, superior a los vehículos por hora que se estimara pasarían por la vía en el año de diseño y evitar que ocurriera la temida congestión de tránsito.

Existían diversos procedimientos teóricos que estimaban la capacidad vial basados en principios racionales, pero el fenómeno comprendía tantas variables desconocidas que se pensó que lo más práctico sería elaborar un procedimiento basado mayormente en datos tomados en el terreno que establecieran relaciones empíricas entre las características del tránsito y las vías, y la capacidad de éstas.

El objetivo de un estudio de la circulación es el de conocer de antemano el comportamiento de una carretera o un tramo de ella, con condiciones de circulación prefijadas y reales, para determinar los diferentes regímenes de explotación y con el objetivo principal de conseguir que la circulación de personas y mercancías sea segura, eficiente y económica.

En la Ingeniería de Tráfico (1930), el objetivo principal es el de mejorar la explotación de las redes viarias existentes, empleándose posteriormente para la planificación y el proyecto de nuevas vías.

En Ingeniería de Tráfico existen diversos métodos empíricos de análisis que en función de las características de la carretera permiten conocer la capacidad de la misma. De ellos, el principal método es el Manual de Capacidad de Carreteras HCM (Highway Capacity Manual).

El Manual de Capacidad de las Carreteras (HCM) determina la capacidad y los niveles de servicio en condiciones ideales y, posteriormente, estas variables se adaptan en función de las discrepancias que existan entre éstas condiciones y las características propias del tramo real de la carretera estudiada o proyectada.

Para los Estados Unidos, la tarea de crear ese procedimiento fue acometida por el "Bureau of Public Roads" (que hoy se llama "Federal Highway Administration") y fue dirigida por el ingeniero Olav Koch Normann. El fruto de esa labor fue el primer "Manual de Capacidad Vial" norteamericano ("Highway Capacity Manual" o "HCM") que vio la luz y publicó la primera edición del HCM en 1950 por la Oficina de Caminos Públicos de los Estados Unidos, y nació como una guía al diseño y al análisis funcional de las carreteras.

El HCM 1950 fue el primer documento de cuantificar el concepto de capacidad de las instalaciones de transporte y se centró casi exclusivamente en ese tema. Este enfoque fue en respuesta a la rápida expansión del sistema de carreteras de EE.UU. después de la Segunda Guerra Mundial y la necesidad de determinar los requisitos de carril para el sistema de autopistas interestatales y las carreteras que daban acceso a la misma. El manual fue diseñado para ser "una guía práctica en la que el ingeniero, después de haber determinado los hechos esenciales, puede diseñar una nueva carretera o renovar uno con la seguridad de que la capacidad resultante será según lo calculado".

La segunda edición fue publicada en 1965 por la Junta de Investigación de Carreteras y escrito por el Comité de Capacidad de Carreteras. Normann llevó gran parte de este esfuerzo hasta su prematura muerte en 1964. Cari C. Saal continuó el trabajo como el nuevo presidente del comité con Arthur A. Cartea Jr., como secretario. El enfoque en el diseño continuó en el 1965 HCM, pero el concepto de

nivel de servicio (LOS) se introdujo también en esta edición, junto con un capítulo sobre el tránsito de autobuses. El HCM permite la "determinación de la capacidad, el volumen de servicio, o el nivel de servicio que se proporcionará ya sea por un nuevo diseño de la carretera, o una carretera existente, en condiciones especiales. "

La tercera edición del manual fue publicada en 1985 por la Junta de Investigación del Transporte (TRB) y escrito por el Comité en la autopista de la capacidad y calidad de servicio, presidida por Carlton C. Robinson, con Charles W. Dale como secretario. El crédito también se debe a Robert C. Blumenthal y James H. Kell, quien se desempeñó como presidentes de comités entre la publicación de las ediciones 1965 y 1985. La edición de 1985 se extendió el análisis de la capacidad de los tipos de instalación adicional, incorpora la percepción del conductor en el nivel de servicio, y fue el primero en tener los procedimientos de análisis implementados en el software del ordenador. La HCM 1985 fue otro paso importante en la evolución de la CMH. Se perfeccionó el concepto de LOS e incorporó los resultados de varios proyectos importantes de investigación realizados desde la publicación de la 1965 HCM. El público objetivo se amplió con la incorporación de capítulos sobre los peatones y bicicletas y una ampliación del capítulo de tránsito.

Una actualización de la tercera edición del manual se publicó en 1994 con Adolf D. como presidente de la comisión y Wayne K. Kittelson como secretario. La edición de 1994 del manual se caracteriza por nuevos procedimientos para el análisis de los cruces de la rampa de la autopista, toda vía y las intersecciones de dos vías de parada controlada y carreteras rurales de dos carriles.

La cuarta edición del manual se publicó en 2000 con John D. Zegeer como presidente del comité y Richard G. Dowling como secretario. El manual fue el primero en ir a un formato multivolumen y tutoriales auto guiados y narrados por algunos de los problemas de ejemplo. Un aumento sustancial en el volumen y la amplitud del material se produjo con la publicación de la HCM2000. La intención de este manual era "proporcionar una base sistemática y consistente para la evaluación de la capacidad y nivel de servicio para los elementos del sistema de transporte de

superficie y también para sistemas que involucran una serie o una combinación de instalaciones individuales. "

El Highway Capacity Manual 2010 (HCM) es la quinta edición de este documento fundamental de referencia. Al igual que sus predecesores, el HCM 2010 se ha revisado significativamente para incorporar las últimas investigaciones sobre la capacidad de la carretera y la calidad de servicio. También se ha reorganizado sustancialmente. Estos cambios de la evolución del HCM, manteniendo el manual en el paso con las necesidades de sus usuarios y los tiempos actuales. La HCM 2010 ha añadido mucho material nuevo de los proyectos de investigación finalizados desde la publicación de HCM2000 y se ha reorganizado para hacer su contenido más accesible y comprensible. La reorganización también pretende fomentar los analistas y tomadores de decisiones para considerar todos los usuarios de las carreteras, así como una gama más amplia de medidas de desempeño, al evaluar el rendimiento medio de transporte.

El Manual de Capacidad de Carreteras ha crecido a lo largo de las décadas, y ha cesado desde hace mucho tiempo para ser el producto de unos pocos expertos altamente competentes, o incluso la de un solo comité. Esta edición del Manual de Capacidad de Carreteras se ha beneficiado de la más amplia participación de más de 300 profesionales.

Paralelamente a la preparación del HCM se han ido elaborando programas informáticos que realizan automáticamente los procedimientos que se van plasmando en el HCM. Estos programas proceden de distintas fuentes, pero los más populares son los llamados HCS ("Highway Capacity Software") que difunde el Centro McTrans de la Universidad de Florida en los Estados Unidos.

Los programas HCS replican fielmente los procedimientos del HCM en el computador y resuelven los problemas en una pequeña fracción del tiempo que requiere su solución manual utilizando los formatos y tablas del HCM. Otra manera más precisa de estimar la capacidad vial y el nivel de servicio es mediante *modelos de simulación microscópicos*, tales como Netsim, Fresim, TEXAS y TWOPAS. Algunos

de estos modelos se han empleado para generar tablas para el HCM; sin embargo, tanto los programas HCS como esos modelos representan una manera mecánica de resolver problemas que no permite que el que los use comprenda bien lo que está haciendo. Es recomendable empezar con los procedimientos manuales antes de usar métodos computarizados.

2.2. OBJETIVO DEL MANUAL HCM.

El Highway Capacity Manual (HCM) proporciona a los profesionales del transporte e investigadores un sistema coherente de técnicas para la evaluación de la calidad de servicio en las instalaciones de las calles y carreteras.

Sus objetivos incluyen proporcionar un conjunto lógico de métodos para la evaluación de instalaciones de transporte, asegurando que los profesionales tengan acceso a las últimas investigaciones, resultados, y a la presentación de ejemplos de problemas. El manual es la fuente primaria con los resultados de investigaciones sobre la capacidad, la calidad del servicio y la presentación de métodos para el análisis de las operaciones de las calles y carreteras.

El HCM es principalmente un documento que contiene una serie de procedimientos basados en modelos analíticos calibrados con datos empíricos tomados en los Estados Unidos y el Canadá. En su confección han participado personas de varios países y se han tenido en cuenta métodos usados fuera de su país de origen.

2.3. ANTECEDENTES.

En la actualidad el análisis de la Capacidad Vial de una avenida, es importante tanto para la realización de nuevos proyectos como para determinar las condiciones de operación de un camino ya existente.

Las intersecciones en un nivel son uno de los elementos más importantes del sistema vial, que limitan y a menudo interrumpen la circulación del tránsito.

La cantidad de vehículos que pueden pasar a través de una intersección, depende de las características geométricas y de operación de los caminos, de la

influencia que tienen las condiciones ambientales sobre la experiencia y acciones del conductor, de las características de la corriente del tránsito y de las medidas para el control del tránsito.

Debido a esto, los estudios o las investigaciones que se realizan sobre la capacidad vial y los niveles de servicio se realizan generalmente en los lugares más críticos para la vialidad, que suelen ser las intersecciones semaforizadas.

La capacidad de un camino está relacionada principalmente con las características geométricas de la vía, así como la composición del tránsito en ella.

En las intersecciones semaforizadas se introduce un elemento adicional al concepto de capacidad que es la asignación del tiempo. Un semáforo asigna un tiempo a los movimientos del tránsito conflictivo que buscan el uso del mismo espacio físico.

2.4. CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO.

2.4.1. Capacidad.

Está definida como el valor de flujo máximo horario en el cual, en forma razonable puede esperarse que las personas y los vehículos pasen por un punto o un tramo uniforme de un carril o de un camino durante un periodo de tiempo dado, en las condiciones prevalecientes del tránsito, del camino y de los controles.

El intervalo de tiempo utilizado en la mayoría de los análisis de Capacidad es de 15 minutos, debido a que se considera que éste es el intervalo más corto durante el cual puede presentarse un flujo estable. Como se sabe, que el volumen en 15 minutos así obtenido es convertido a tasa de flujo horaria, entonces la Capacidad de un sistema vial, es la tasa máxima horaria.

Los sistemas viales de circulación discontinua tienen elementos fijos que producen interrupciones periódicas del flujo de tránsito, independientemente de la cantidad de vehículos, tales como los semáforos, las intersecciones de prioridad con señales de alto y ceda el paso, y otros tipos de regulación.

2.4.2. Nivel de servicio.

El término de **nivel de servicio**, introducido por el Manual de Capacidad del Transportation Research Board estadounidense, se define como una medida de la calidad que la vía ofrece al usuario.

Se define como una medida cualitativa que describe las condiciones operacionales dentro de la corriente del tránsito y su percepción por el conductor y el pasajero. Una definición de nivel de servicio generalmente describe estas condiciones en términos tales como velocidad y tiempo de recorrido, libertad de maniobra, interrupciones del tránsito, confort, comodidad y seguridad.

El HCM establece seis niveles de servicio LOS (por sus siglas en inglés, level of service), identificados subjetivamente por las letras desde la A hasta la F, donde al nivel de servicio A se logra un flujo vehicular totalmente libre, mientras que al nivel F se alcanza el flujo forzado que refleja condiciones de utilización a plena capacidad de la vía.

2.5. HIGHWAY CAPACITY MANUAL “HCM 2000”.

Esta cuarta edición del HCM se publica en dos versiones: métrica y unidades habituales. La organización capítulo también ha cambiado consta de cinco partes con un total de 31 capítulos.

Este manual presenta los métodos para el análisis de la capacidad y nivel de servicio para una amplia gama de servicios de transporte. Proporciona procedimientos para el análisis de las calles y carreteras, autobuses y en la calle de tránsito de tren ligero, para peatones y bicicletas. Las instalaciones se clasifican en dos categorías de flujo: ininterrumpido e interrumpido.

Instalaciones ininterrumpidas de flujo no tienen elementos fijos, como las señales de tráfico, que son externa a la corriente de tráfico y podría interrumpir el flujo de tráfico.

Instalaciones de flujo interrumpido controlado, estos puntos de acceso incluyen las señales de tráfico, señales de alto rendimiento, signos y otros tipos de

control que detienen el tráfico periódicamente, independientemente de la cantidad de tráfico.

2.5.1. INTRODUCCIÓN AL ÁMBITO DE APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA HCM 2000.

Este capítulo contiene una metodología para el análisis de la capacidad y nivel de servicio(LOS) de intersecciones semaforizadas y no semaforizadas.

El análisis debe tener en cuenta una amplia variedad de condiciones que prevalecen, incluida la cantidad y distribución de los movimientos de tráfico, características geométricas, y los detalles de la semaforización en la intersección. La metodología se centra en la determinación de LOS para las condiciones conocidas o proyectadas.

La metodología se refiere a la capacidad, LOS, y otras medidas de rendimiento para accesos y enfoques de intersección y el LOS de la intersección como un todo. Capacidad se evalúa en términos de la relación de caudal de la demanda a la capacidad (relación V/C), mientras que LOS se evalúa sobre la base de control de retardo por vehículo (en segundos por vehículo). De control de retardo es la porción de la demora total atribuido a la señal de tráfico de operación de las intersecciones semaforizadas. Retardo de control incluye retraso inicial de desaceleración y demora de la aceleración final.

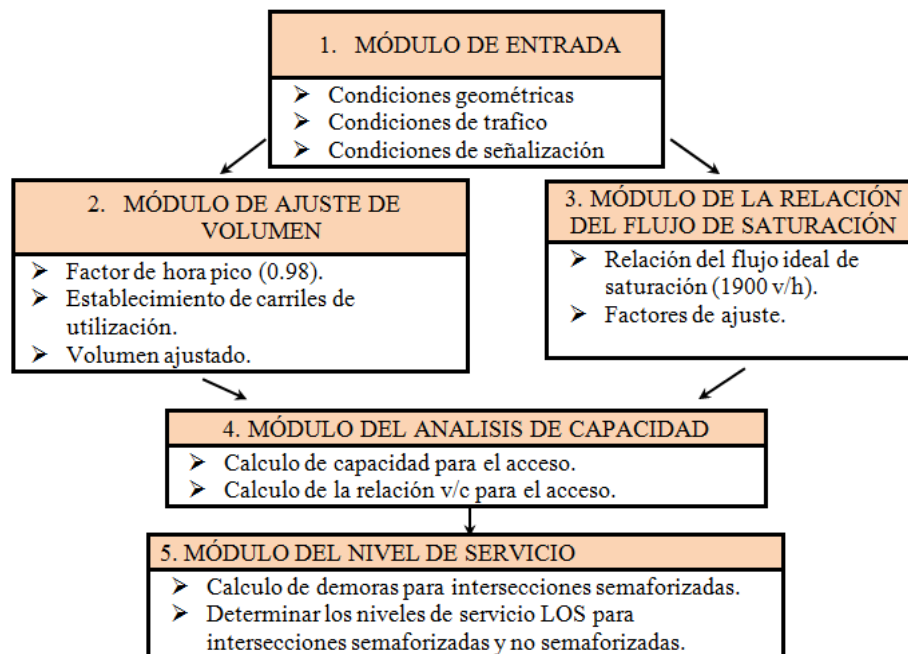
La metodología de este capítulo se basa en parte en los resultados de un nacional Cooperative Highway Research Program (NCHRP) y técnicas de análisis de capacidad que se han desarrollado en los Estados Unidos, Australia, Gran Bretaña y Suecia.

2.5.2. METODOLOGÍA.

El análisis tiene en cuenta una amplia variedad de condiciones que prevalecen, incluida la cantidad y distribución de los movimientos de tráfico, características geométricas, y los detalles de la semaforización en la intersección.

El desarrollo y el orden de la computación básica para el método se dividen en cinco módulos, cuyos parámetros principales son:

Figura 2.5-1. Procedimiento del análisis operacional manual HCM 2000.



Fuente: HCM 2000.

Insumos necesarios; se presenta un resumen de la información de entrada necesaria para llevar a cabo un análisis operacional de intersecciones semaforizadas. Esta información constituye la base para la selección de valores y procedimientos de cálculo en los módulos que siguen.

Los datos necesarios se dividen en tres categorías principales: geométrico de tráfico y señalización.

Figura 2.5-2. Datos necesarios de entrada para el análisis HCM 2000.

TIPO DE CONDICION	PARAMETRO	SIMBOLO
Condición geométrica	Tipo de área.	CBD urbana 0.90 otras 1
	Número de carriles.	N
	Número de carril de operación.	N
	Ancho de carril (m. o pies).	W
	Pendiente (%).	A nivel + (ascendente) -(descendente)
	Condiciones de estacionamiento.	
Condiciones de tráfico	Volúmenes por movimiento: total, giro izquierdo y derecho.	VTH-ERT-ELT
	Factor de hora pico.	PHF 0.98
	Porcentaje de vehículos pesados	%HV
	Número de paradas de autobuses en el acceso.	N _M
	Actividad de estacionamiento, (maniobras de estacionamiento/hora).	N _B
Condiciones de señalización	Tiempo del ciclo, (seg.)	C
	Tiempo de luz verde, (seg.)	G

Fuente: HCM 2000.

NIVEL DE SERVICIO (LOS)

Tabla 2.5-1. LOS método HCM 2000 intersecciones sin semaforización.

Nivel de Servicio	Descripción del Flujo de Tránsito	Factor de Carga V/C
A	Flujo Libre	0,0
B	Flujo Estable	≤ 0,10
C	Flujo Estable	≤ 0,30
D	Próximo al flujo inestable	≤ 0,70
E	Flujo Inestable	≤ 1,0
F	Flujo Forzado	--b
a. Capacidad		
b. No aplicable		

Fuente: HCM 2000.

Características de la operación del nivel de servicio (LOS) HCM 2000 intersecciones sin semaforización.

Nivel de servicio A: Representa al flujo libre. La circulación de los vehículos queda virtualmente libre de los efectos de la presencia de otros vehículos, y las operaciones únicamente quedan restringidas por la geometría de la carretera y por las preferencias del conductor.

Nivel de servicio B: Está en el intervalo de un flujo estable, pero la presencia de otros usuarios en la corriente del tránsito empieza a ser notoria.

Nivel de servicio C.

Está en el intervalo de flujo estable, pero marca el inicio del intervalo de flujo en el cual la operación de los usuarios en forma individual empieza a ser afectada significativamente por la interacción con otros en la corriente del tránsito.

Nivel de servicio D: Representa alta densidad, pero un flujo estable en el cual la capacidad de maniobra se ve seriamente restringida debido a la congestión de la circulación. Al incrementarse los volúmenes la velocidad de recorrido comienza a reducirse.

Nivel de servicio E: Representa las condiciones de operación o cerca del nivel de la capacidad.

Nivel de servicio F: Se usa para definir un flujo forzado y a los embotellamientos.

El nivel de servicio para intersecciones semaforizadas; está basado en la demora promedio de parada por vehículo para varios movimientos dentro de la intersección. Mientras la relación v/c afecta la demora, existen otros parámetros que la afectan más fuertemente, tales como la calidad de la sincronía, la duración de las fases de luz verde, la duración del ciclo y otros.

La clasificación del nivel de servicio para intersecciones con semaforización el manual HCM 2000 define niveles de servicio en términos de la demora promedio

de parada por vehículo, siendo ésta una medida que refleja la molestia y frustración del conductor, el consumo del combustible y la pérdida de tiempo de viaje. El nivel de servicio para intersecciones semaforizadas se clasifica a través de la demora para los accesos y la demora crítica para toda la intersección.

El retraso medio de control por vehículo se calcula para cada acceso y para la intersección como un todo. LOS está directamente relacionada para el valor de retardo de control.

Tabla 2.5-2. LOS método HCM 2000 intersecciones con semaforización.

N.S.(LOS)	CARACTERISTICAS DE LA OPERACIÓN	DEMORA (SEG)
A	Baja la demora, sincronía extremadamente favorable y ciclos cortos. Los vehículos no hacen alto.	<5.00
B	Ocorre con una buena sincronía y ciclos cortos. Los vehículos empiezan a detenerse.	5.1 a 15.0
C	Ocorre con una sincronía regular y/o ciclos largos. Los ciclos en forma individual empiezan a fallar.	15.1 a 25.0
D	Empieza a notarse la influencia de congestionamientos ocasionados por un ciclo largo y/o una sincronía desfavorable o relaciones v/c altas. Muchos vehículos se detienen.	25.1 a 40.0
E	Es el límite aceptable de la demora; indica una sincronía muy pobre, grandes ciclos y relaciones v/c mayores. Las fallas en los ciclos son frecuentes.	40.1 a 60.0
F	El tiempo de demora es inaceptable para la mayoría de los conductores. Ocurren cuando los valores del flujo exceden a la capacidad de la intersección o cuando las relaciones v/c sean menores de 1.00 con una sincronía muy pobre y/o ciclos demasiado largos.	>60.0

Fuente: HCM 2000.

2.5.3. PROCESAMIENTO.

Para comenzar con el procesamiento del HCM 2000 se debe seguir la secuencia de los siguientes pasos tal como indica el manual:

a) Módulo de entrada.

1. Una vez localizadas las intersecciones en conflicto de la zona de estudio, se debe realizar aforos para registrar el número de vehículos que pasan por el acceso de la intersección en quince minutos o una hora, tomando en cuenta los movimientos de frente, giro derecho, giro izquierdo y el tipo de vehículo.

Realizados los aforos se debe procesar el volumen total horario, los porcentajes de giros derechos e izquierdos y porcentajes de vehículos pesados de cada acceso. También se debe realizar aforos del número de vehículos que se estacionan en una hora en los carriles del acceso y el número de maniobras de parada de los autobuses por hora en el acceso cuando suben o bajan los pasajeros.

2. Se debe conocer las características geométricas de los accesos de las intersecciones, tales como el número de carril, número de carril de operación, ancho de carril, si existe pendientes mayores al +10% o menores al -6% y si hay la presencia de estacionamiento en el acceso.

3. En intersecciones semaforizadas se debe registrar la duración de cada una de las fases del ciclo del semáforo y la duración total del ciclo del semáforo.

Una vez obtenido todos los datos mencionados se procede al cálculo de los demás módulos.

b) Módulo de ajuste de volumen.

1. Valor de flujo de máxima demanda:

$$V_p = V / PHF$$

Dónde:

V_p = Valor de flujo en v/h.

V = Volumen total horario en v/h.

PHF = Factor horario de máxima demanda, según manual HCM 2000 el factor horario es de 0.980.

2. Ajuste del valor de flujo por carril de utilización:

$$V = V_g * U$$

Dónde:

V = Valor de flujo de demanda ajustado.

V_g = Valor de flujo de demanda en v/h.

U = Factor de utilización de carriles.

El factor de utilización de carriles, si se desea la condición promedio el factor será 1.00, si se quiere tener mayor precisión en el cálculo está dado por la siguiente tabla de valores.

Tabla 2.5-3. Factor por carril de utilización manual HCM 2000.

Grupo de carriles	N° de carriles en el grupo	Porcentaje del transito que utiliza el carril	factor de utilizacion de carril
Directos y compartido	1	100,0	1,00
	2	52,5	1,05
	3'	36,7	1,10
Exclusivo vuelta izquierda	1	100,0	1,00
	2'	51,5	1,03
Exclusivo vuelta derecha	1	100,0	1,00
	2'	56,5	1,13

Fuente: HCM 2000.

3. Registro de proporción de vueltas derechas e izquierdas en el acceso:

$$P_{LT} = V_{LT}/v$$

$$P_{RT} = V_{RT}/v$$

Dónde:

P_{LT} y P_{RT} = Proporción de vueltas izquierda y derecha de los vehículos en el acceso, expresado en decimales.

V_{LT} y V_{RT} = Valores de flujo de vuelta izquierda y derecha en v/h.

V = Volumen total horario en v/h.

c) Módulo de flujo de saturación.

En este módulo se calcula el valor de flujo de saturación para cada acceso que consiste en ajustar el valor de flujo de saturación "ideal" para reflejar la variedad de condiciones prevalecientes.

El cálculo inicia con la selección de un valor de flujo "ideal" que es 1900 v/hg., el cual se ajusta a una variedad de condiciones prevalecientes que no son ideales.

$$s = s_o * N * f_w * f_{hv} * f_g * f_p * f_{bb} * f_a * f_{RT} * f_{LT}$$

Dónde:

S = Valor de flujo de saturación para el acceso, en las condiciones prevalecientes v/h.

S_o = Valor del flujo de saturación ideal, generalmente 1900 v/h, valor asignado por el manual HCM 2000.

N = Número de carriles de operación en el acceso.

F_w = Factor de ajuste por ancho de carriles.

f_{hv} = Factor de ajuste por la presencia de vehículos pesados en la corriente del tránsito.

f_g = Factor de ajuste para la pendiente del acceso.

f_p = Factor de ajuste por la existencia de un carril de estacionamiento adyacente y la actividad de estacionamiento en ese carril.

f_{cb} = Factor de ajuste por el efecto del bloqueo por paradas de los autobuses.

f_a = Factor de ajuste por el tipo de área.

f_{RT} = Factor de ajuste por vueltas derechas en el acceso.

f_{LT} = Factor de ajuste por vueltas izquierdas en el acceso.

Si no se tienen los factores descritos anteriormente, el valor de s será de 1600 v/h *N, reconociendo que el análisis será aproximado, a grandes rasgos.

Para resultados precisos es aconsejable realizar el cálculo de cada uno de los factores que interfieren en el valor de flujo de saturación ideal y el proceso del cálculo es el siguiente:

Tabla 2.5-4. Factor de ajuste del flujo de saturación HCM 2000.

EXHIBIT 16-7. ADJUSTMENT FACTORS FOR SATURATION FLOW RATE*			
Factor	Formula	Definition of Variables	Notes
Lane width	$f_w = 1 + \frac{(W - 3.6)}{9}$	W = lane width (m)	W ≥ 2.4 If W > 4.8, a two-lane analysis may be considered
Heavy vehicles	$f_{HV} = \frac{100}{100 + \% HV(E_T - 1)}$	% HV = % heavy vehicles for lane group volume	$E_T = 2.0$ pc/HV
Grade	$f_g = 1 - \frac{\% G}{200}$	% G = % grade on a lane group approach	-6 ≤ % G ≤ +10 Negative is downhill
Parking	$f_p = \frac{N - 0.1 - \frac{18N_p}{3600}}{N}$	N = number of lanes in lane group N_p = number of parking maneuvers/h	$0 \leq N_p \leq 180$ $t_p \geq 0.050$ $t_p = 1.000$ for no parking
Bus blockage	$f_{bb} = \frac{N - \frac{14.4N_b}{3600}}{N}$	N = number of lanes in lane group N_b = number of buses stopping/h	$0 \leq N_b \leq 250$ $t_{bb} \geq 0.050$
Type of area	$f_a = 0.900$ in CBD $f_a = 1.000$ in all other areas		
Left turns	Shared lane: $f_{LT} = \frac{1}{1.0 + 0.05P_{LT}}$	P_{LT} = proportion of LTs in lane group	See Exhibit C 16-1, Appendix C, for nonprotected phasing alternatives
Right turns	Shared lane: $f_{RT} = 1.0 - (0.15)P_{RT}$	P_{RT} = proportion of RTs in lane group	$f_{RT} \geq 0.050$

Fuente: HCM 2000.

1. Factor de ajuste por ancho de carril (Fw).

$$Fw = 1 + (w - 3.6) / 9 \quad (1)$$

Dónde:

Fw = Factor de ajuste por ancho de carril.

W = Ancho de carril en m.

Condición:

El ancho de carril jamás deberá ser menor a 2.4 m. o mayor a 4.8 m.

$$W \geq 2.4 \text{ m. y } W \leq 4.8 \text{ m.}$$

En función de la ecuación 1, para mayor facilidad se diseñó una tabla de valores para el factor de ajuste por ancho de carril:

Tabla 2.5-5. Factor de ajuste por ancho de carril manual HCM 2000.

Promedio de Ancho de Carril, w (mts.)	Factor por ancho de carril, Fw
2,44 (8 pies)	0,867
2,74 (9 pies)	0,900
3,05 (10 pies)	0,933
3,35 (11 pies)	0,967
3,65 (12 pies)	1,000
3,96 (13 pies)	1,033
4,26 (14 pies)	1,067
4,57 (15 pies)	1,100
4,88 (16 pies)	1,133

Fuente: HCM 2000.

2. Factor de ajuste por la presencia de vehículos pesados en la corriente del tránsito (f_{hv}).

El factor de vehículos pesados representa el espacio adicional ocupado por estos vehículos y para la diferencia en la operación. El pasajero – coche equivalente

(ET) que se utiliza para cada vehículo pesado es de 2,0 unidades de turismos y se refleja en la fórmula:

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

Dónde:

f_{hv} = Factor de ajuste por la presencia de vehículos pesados.

% PHV = Porcentaje de vehículos pesados (%).

ET = 2.0 pc / HV.

Partiendo de la formula, tambien se puede obtener el factor de ajuste por vehículos pesados de la siguiente tabla de valores, cuyo resultado sera el mismo:

Tabla 2.5-6. Factor de ajuste por vehículos pesados (f_{hv}) manual HCM 2000.

Porcentaje de vehiculos pesados, % $_{HV}$.	Factor por vehiculos pesados, f_{HV} .
0	1,000
2	0,980
4	0,962
6	0,943
8	0,926
10	0,909
15	0,870
20	0,833
25	0,800
30	0,769
35	0,741
40	0,714
45	0,690
50	0,667
75	0,571
100	0,500

Fuente: HCM 2000.

3. Factor de ajuste para la pendiente del acceso (f_g).

Representa el efecto de los grados sobre el funcionamiento de todos los vehículos. Cuando la pendiente en el acceso no sea ascendente mayor a +10, o descendente menor a -6 el factor f_g será igual a 1.

Es decir:

Descendente $f_g < -6 = 1.03$

Ascendente $f_g > +10 = 0.950$

A nivel $f_g < 10$ y $f_g > -6 = 1$

Dónde:

f_g = Factor de ajuste para la pendiente del acceso.

4. Factor de ajuste por la existencia de estacionamiento (f_p).

Cuando existe un carril de estacionamiento adyacente y actividad de estacionamiento en ese carril, se debe calcular el factor de ajuste con la siguiente expresión:

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

Dónde:

F_p = Factor de ajuste por la existencia de estacionamiento.

N = Número de carril utilizado como carril de estacionamiento.

N_m = Número de maniobras de estacionamiento por hora (maniobras / h).

Condición:

El número de maniobras de estacionamiento jamás deberá exceder a 180 maniobras por hora, en el caso de ser mayor asumir 180 maniobras/h.

El valor del factor de ajuste por estacionamiento debe ser mayor a 0.050, en el caso de ser menor asumir 0.050 como factor de ajuste de estacionamiento. Para accesos donde no exista estacionamiento asumir f_p igual a 1.

Cada maniobra supone para bloquear el tráfico una maniobra de aparcamiento para un tiempo promedio de 18 segundos.

5. Factor de ajuste por bloqueo de paradas de autobuses (fbb).

El factor de ajuste de bloqueo de autobuses fbb , da cuenta de los impactos de tránsito local autobuses que paran para descargar o recoger pasajeros en una parada de autobús, se cree que es un factor importante en el rendimiento de la intersección, capítulo 27 puede ser consultado para más información sobre este efecto. El factor utilizado aquí asume un tiempo de bloqueo promedio de 14,4 segundos.

Cuando existe bloqueo por paradas de autobuses se debe calcular el factor de ajuste con la siguiente expresión:

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

Dónde:

Fbb = Factor de ajuste por el número de paradas de autobuses.

N = Número de carril que utiliza para realizar paradas de autobuses.

NB = Número de autobuses que realizan paradas en una hora (parada / h).

Condición:

El número de paradas de autobuses jamás deberá exceder a 250 paradas por hora, en el caso de ser mayor asumir 250 paradas/h.

El valor del factor de ajuste por paradas de autobuses debe ser mayor a 0.050, en el caso de ser menor asumir 0.050 como factor de ajuste de paradas autobuses.

6. Factor de ajuste por el tipo de área (fa).

La aplicación de este factor de ajuste es típicamente adecuada en las zonas que presentan un distrito central de negocios (CBD), estas características incluyen la estrecha calle, los derechos de vía, las maniobras de aparcamiento frecuentes, bloqueos de vehículos, taxis y la actividad del bus, giros de radio pequeño, limitado uso de carriles exclusivos a su vez, la actividad peatonal elevado.

Para determinar el factor de ajuste por el tipo de área, se debe tomar en cuenta a qué tipo de zona pertenece nuestro proyecto de estudio, por ello se tiene los siguientes valores:

Tabla 2.5-7. Factor de ajuste por tipo de área f_a manual HCM 2000.

TIPO DE ZONA	FACTOR f_a
Centro urbano	0,90
Todas las demas areas	1,00

Fuente: HCM 2000.

7. Factor de ajuste por vueltas derechas (f_{rt}).

Este factor nos permitirá realizar un ajuste por vueltas derechas en el acceso, cuyo cálculo se determina por la siguiente ecuación:

$$f_{rt} = 1 - (0.15) \cdot P_{rt}$$

Dónde:

f_{RT} = Factor de ajuste por vueltas derechas.

P_{rt} = Proporción de vueltas derechas.

Cuando no exista giro derecho en el acceso, el factor F_{rt} sera igual a 1.

8. Factor de ajuste por vueltas izquierdas (f_{lt}).

Este factor nos permitirá realizar un ajuste por vueltas izquierdas en el acceso.

$$f_{lt} = 1 / (1 + 0.05 P_{lt})$$

Dónde:

f_{LT} = Factor de ajuste por vueltas izquierdas.

P_{rt} = Proporción de vueltas izquierdas.

Cuando no exista giro izquierdo en el acceso, el factor F_{rt} sera igual a 1.

Una vez determinados todos los factores de ajuste, se los multiplica con el número de carril de operación y con el valor del flujo ideal, obteniendo así el ajuste del valor del flujo de saturación.

d) Módulo de capacidad y nivel de servicio para intersecciones sin semaforización.

Se relacionan los volúmenes y los valores de flujo de saturación, para calcular la capacidad y las relaciones v/c para cada acceso, cuyo valor nos permitirá obtener el nivel de servicio del acceso y con relación v/c crítica el nivel de servicio para la intersección.

El cálculo se realiza de la siguiente manera:

1. El valor del flujo de saturación calculado es la capacidad del acceso.
2. Calculado el valor de flujo de demanda ajustado (V), se lo debe dividir con el valor del flujo de saturación (capacidad), cuyo valor obtenido es la relación de flujo v/c .
3. Obtenido el valor de la relación de flujo v/c (factor de carga), se debe ingresar a la tabla 2.5-1 de niveles de servicio y obtener la clasificación que corresponda.
4. Este procedimiento de capacidad y nivel de servicio se lo debe realizar para cada acceso.
5. Para obtener el nivel de servicio de la intersección se realizara la clasificación con la relación de flujo crítico de los accesos.

e) Módulo de capacidad y nivel de servicio para intersecciones con semaforización.

Para intersecciones semaforizadas el cálculo es más complejo y se realiza de la siguiente manera:

1. Se calcula el valor de la relación de flujo, dividiendo el valor del flujo de demanda ajustado (V) con el valor de flujo de saturación.
2. Se debe calcular la relación de luz verde, dividiendo el tiempo de luz verde con el tiempo total del ciclo del semáforo.

3. Capacidad en las intersecciones con semáforos se basa en el concepto de flujo de saturación y define velocidad de flujo de saturación. La relación de flujo se define como la relación de la tasa de flujo de demanda real para el grupo de carril y la tasa de flujo de saturación.

$$c_i = s_i \frac{g_i}{C}$$

Dónde:

C_i = Capacidad (ve/h).

s_i = Flujo de saturación (veh/h).

g_i / C = Relación verde eficaz para grupo carril i .

4. La relación de flujo v/c , se calcula dividiendo el valor del flujo de demanda ajustado (V) con la capacidad del carril. X_i se calcula utilizando la ecuación:

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

Dónde:

$X_i = (v/c)_i$ = Razón para el grupo de carriles i .

v_i = Valor de flujo i (veh/h).

s_i = Flujo de saturación i (veh/h).

g_i = Tiempo de verde efectivo i (seg.).

C = Longitud (s) ciclo.

5. Determinación de demora para obtener el nivel de servicio en intersecciones semaforizadas se debe realizar el cálculo de la demora promedio para los accesos de toda la intersección.

Los valores derivados de los cálculos de retardo representan el control de retardo promedio experimentado por todos los vehículos que llegan en el período de análisis, incluidos los retrasos incurridos más allá del período de análisis, cuando el

grupo de carril está sobresaturado. Retardo de control incluye movimientos a velocidades más lentas. La demora se encuentra mediante la siguiente ecuación:

$$d = d_1 + d_2$$

Así:

$$d_1 = \frac{0.30C[1 - (g/C)]^2}{[1 - (g/C)(X)]}$$

$$d_2 = 173X^2 \left[(X - 1) + \sqrt{(X - 1)^2 + (16X/c)} \right]$$

Dónde:

d = Demora promedio por parada de vehículo para el acceso en seg/veh.

C = Duración total del ciclo en seg.

g/C = Relación de luz verde para el acceso.

X = Relación v/c para cada acceso.

c = Capacidad del acceso.

El primer término de la ecuación (d_1) cuantifica la demora uniforme, la demora que ocurre si la demanda de llegada en estudio está uniformemente distribuida en el tiempo. El segundo término de la ecuación (d_2) cuantifica el incremento de la demora de las llegadas aleatorias sobre las llegadas uniformes y por la demora adicional, debido a las fallas del ciclo.

6. Una vez que se haya obtenido la demora promedio por vehículo para cada acceso se consulta la tabla 2.5-2 para determinar los niveles de servicio LOS.

7. LOS está directamente relacionada con el control de retardo medio por vehículo, para determinar el nivel de servicio de la intersección se debe ingresar a la tabla 2.5-2 con la demora promedio critico de los accesos.

Una relación crítica V/C mayor de 1,0 indica que la señal general y diseño geométrico proporciona una capacidad inadecuada para los flujos dados.

Las mejoras que pueden ser consideradas son incluir cambios básicos en la geometría de intersección (número y uso de carriles), aumento en la longitud de ciclo de la señal si se determina que es demasiado corta, y los cambios en el plan de eliminación de la señal. Capítulo 10 y el Apéndice B contienen información sobre estos tipos de mejoras. Políticas o normas estatales y locales existentes también deben ser consultados en el desarrollo de las mejoras potenciales.

2.6. HIGHWAY CAPACITY MANUAL “HCM 2010”.

El Highway Capacity Manual 2010 (HCM) es la quinta edición de este documento fundamental de referencia. El HCM 2010 se ha revisado significativamente para incorporar las últimas investigaciones sobre la capacidad de la carretera y la calidad de servicio. También se ha reorganizado sustancialmente, manteniendo el manual en el paso con las necesidades de sus usuarios y los tiempos actuales.

2.6.1. INTRODUCCIÓN AL ÁMBITO DE APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA HCM 2000.

El HCM 2010 ha añadido mucho material nuevo de los proyectos de investigación finalizados desde la publicación de HCM2000 y se ha reorganizado para hacer su contenido más accesible y comprensible. El propósito del HCM es proporcionar un conjunto de metodologías y procedimientos de aplicación asociados, para evaluar el desempeño de la infraestructura de la carretera y de la calle en términos de medidas operacionales y uno o más indicadores de calidad de servicio.

Los objetivos del HCM 2010 son definir las medidas de rendimiento, proporcionar metodologías para estimar y predecir medidas de rendimiento, y explicar metodologías a un nivel de detalle que permita a los lectores entender los factores que afectan la operación.

La HCM 2010 presenta las mejores técnicas disponibles en el momento de la publicación para determinar la capacidad y LOS. Sin embargo, no establece una norma jurídica para el diseño de carreteras o la construcción.

El HCM es preparado para su uso por (a) los ingenieros que trabajan en el campo de las operaciones de tráfico o diseño geométrico de carreteras y (b) los planificadores del transporte que trabajan en el campo de la gestión del sistema de transporte. Para utilizar la guía de manera eficaz y aplicar sus metodologías, algún fondo técnico es deseable, por lo general la formación del nivel universitario o en el trabajo técnico de una agencia pública o empresa de Consultoría.

Más de 5 millones de dólares en capitalización del Programa Nacional Cooperativo de Investigación de Carreteras (NCHRP), la investigación se ha centrado en su totalidad en las metodologías, para mantener el HCM a un tamaño manejable e incorporar los resultados de esta investigación, el HCM 2010 se ha dividido en cuatro volúmenes:

1. Conceptos,
2. Flujo ininterrumpido.
3. Flujo interrumpido.
4. Guía de Aplicaciones.

2.6.2. METODOLOGÍA.

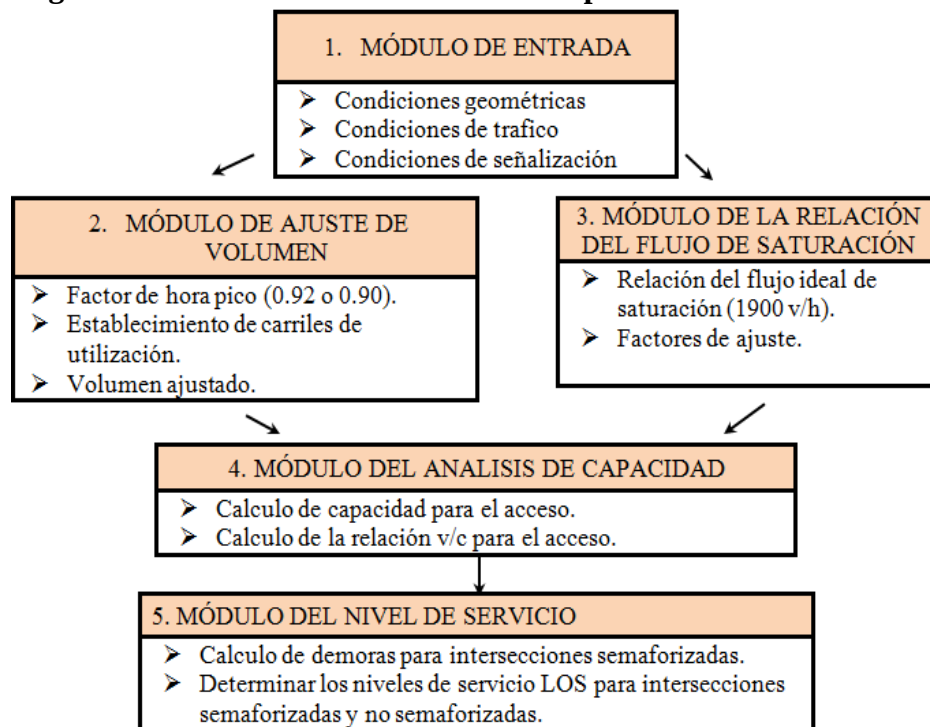
El capítulo 18 del HCM 2010, describe una metodología para la evaluación de la capacidad y calidad de servicio prestado a los usuarios de la carretera que viajan a través de una intersección semaforizada y no semaforizada, sin embargo, la metodología es mucho más que una herramienta para la evaluación de la capacidad y nivel de servicio, incluye una serie de medidas de desempeño que describen la operación de medidas que sirven como pistas para identificar el origen de los problemas y proporcionar información sobre el desarrollo de estrategias de mejora eficaces.

El análisis del nivel de servicio describe el nivel utilizado cuando se aplica la metodología. Tres niveles son reconocidos el operativo, diseño y planificación e ingeniería preliminar.

El análisis operativo es la aplicación más detallada y requiere el máximo de información sobre el tráfico, geométrico, y las condiciones de señalización. El análisis de diseño también requiere información detallada sobre las condiciones del tráfico y el nivel de servicio (LOS), así como información acerca de las condiciones geométricas y señalización, el análisis del diseño y luego busca determinar los valores razonables de las condiciones no previstas. La planificación y el análisis preliminar de ingeniería requieren sólo los tipos más fundamentales de la información del analista.

En el período de análisis T el caudal horario equivalente en vehículos por hora (veh/h) que se utiliza para el análisis se basa en un conteo de tráfico, ya sea de 15 min multiplicado por cuatro o un volumen de demanda de 1 hora dividido por el factor de hora pico, o utiliza un período de estudio de 1 h y la divide en cuatro períodos de análisis de 0,25 h. Se prefiere la primera opción, discusión adicional sobre el uso del factor de pico horas se proporciona en la subsección datos de entrada requeridos.

Figura 2.6-1. Procedimiento del análisis operacional manual HCM 2010.



Fuente: HCM 2010.

Los datos necesarios se dividen en tres categorías principales: geométrico de tráfico y señalización.

Figura 2.6-2. Datos necesarios de entrada para el análisis de cada acceso HCM2010.

TIPO DE CONDICION	PARAMETRO	SIMBOLO
Condición geométrica	Tipo de área.	CBD urbana 0.90 otras 1
	Número de carriles.	N
	Número de carril de operación.	N
	Ancho de carril (m. o pies).	W
	Pendiente (%).	A nivel + (ascendente) -(descendente)
	Condiciones de estacionamiento.	
Condiciones de tráfico	Volúmenes por movimiento: total, giro izquierdo y derecho.	VTH-ELT-ERT.
	Factor de hora pico.	PHF
	PHF para volumen > 1000 v/h.	PHF 0.92
	PHF para volumen < 1000 v/h.	PHF 0.90
	Porcentaje de vehículos pesados	%HV
	Número de paradas de autobuses en el acceso.	N _M
	Actividad de estacionamiento, (maniobras de estacionamiento/hora).	N _B
Condiciones de señalización	Tiempo del ciclo, (seg.).	C
	Tiempo de luz verde, (seg.)	G

Fuente: HCM 2010.

Criterios del nivel de servicio LOS.

Esta sección describe los criterios de LOS se basan en medidas de rendimiento que son campo medible y perceptible por los viajeros. Se define como una medida cualitativa que describe las condiciones operacionales dentro de la corriente del tránsito y su percepción por el conductor y el pasajero.

Tabla 2.6-1. LOS método HCM 2010 intersecciones sin semaforización.

Nivel de Servicio	Descripción del Flujo de Tránsito	Factor de Carga V/C
A	Flujo Libre	0,0
B	Flujo Estable	$\leq 0,10$
C	Flujo Estable	$\leq 0,50$
D	Próximo al flujo inestable	$\leq 0,70$
E	Flujo Inestable	$\leq 1,0$
F	Flujo Formado	--b

a. Capacidad
b. No aplicable

Fuente: HCM 2010.

Tabla 2.6-2. LOS método HCM 2010 intersecciones con semaforización.

NIVEL DE SERVICIO	DEMORAS DE VEHICULOS POR PARADAS (seg.)
A	$\leq 10,0$
B	$> 10,0$ y $\leq 20,0$
C	$> 20,0$ y $\leq 35,0$
D	$> 35,0$ y $\leq 55,0$
E	$> 55,0$ y $\leq 80,0$
F	> 80

Fuente: HCM 2010.

Características de la operación del nivel de servicio (LOS) HCM 2010 intersecciones semaforizadas.

Esta sección describe los criterios de LOS para los modos de automóviles. LOS se puede caracterizar para cada acceso y para toda la intersección. A continuación se describen cada uno de LOS.

LOS A describe las operaciones con un control de retardo de 10 s/veh. o menos y una relación de volumen a la capacidad no superior a 1,0. Este nivel se le asigna típicamente cuando la relación de volumen a la capacidad es baja y, o bien la progresión es excepcionalmente favorable o de la duración del ciclo es muy corto. Si es debido a la progresión favorable, la mayoría de los vehículos llegan durante la indicación verde y viajan a través de la intersección sin detenerse.

LOS B describe las operaciones con control de retardo entre 10 y 20 s/veh. y una relación de volumen a la capacidad no superior a 1,0. Este nivel se le asigna típicamente cuando la relación de volumen a la capacidad es baja o bien la progresión es altamente favorable o la duración del ciclo es corta.

LOS C describe las operaciones con control de retardo entre 20 y 35 s/veh. y una relación de volumen a la capacidad no superior a 1,0. Este nivel se asigna típicamente cuando la progresión es favorable o de la duración del ciclo es moderado. El número de vehículos que se detienen es significativa, aunque muchos vehículos que todavía pasan a través de la intersección sin parar.

LOS D describe las operaciones con control de retardo entre 35 y 55 s/veh. y una relación de volumen a la capacidad no superior a 1,0. Este nivel se le asigna típicamente cuando la relación de volumen a la capacidad es alta y, o bien la progresión es ineficaz o la longitud del ciclo es largo. Muchos de los vehículos paran.

LOS E describe las operaciones con control de retardo entre 55 y 80 s/veh. y una relación de volumen a la capacidad no superior a 1,0. Este nivel se le asigna típicamente cuando la relación de volumen a la capacidad es alta, la progresión es desfavorable, y la longitud del ciclo es larga.

LOS F describe las operaciones con control de retardo superior a 80 s/veh. o una relación de volumen a la capacidad mayor que 1,0 . Este nivel se le asigna típicamente cuando la relación de volumen a la capacidad es muy alta, la progresión es muy pobre, y la longitud del ciclo es larga.

2.6.3. PROCESAMIENTO.

El procesamiento del HCM 2010 presenta diferencias en las fórmulas del HCM 2000. Todas las ecuaciones presentadas se obtuvieron a partir de numerosas investigaciones cuyo objetivo radica en simplificar el cálculo de los factores de ajuste para hacer su contenido más comprensible. El cálculo se realiza con la secuencia de los siguientes pasos:

a) Módulo de entrada.

1. Se debe realizar aforos en las intersecciones en conflicto y registrar el número de vehículos que pasan por el acceso de la intersección en quince minutos o una hora, tomando en cuenta los movimientos de frente, giro derecho, giro izquierdo y el tipo de vehículo.

Una vez realizados los aforos se debe procesar el volumen total horario, los porcentajes de giros derechos e izquierdos y porcentajes de vehículos pesados de cada acceso. A su vez se debe realizar aforos del número de vehículos que se estacionan en una hora en los carriles del acceso y el número de paradas de los autobuses por hora en el acceso.

2. Conocer las características geométricas de los accesos de las intersecciones: el número de carril, número de carril de operación, ancho de carril, si existe pendientes mayores al +10% o menores al -6% y si hay la presencia de estacionamiento en el acceso.

3. En intersecciones semaforizadas se debe registrar la duración de tiempo de luz verde y la duración total del ciclo del semáforo.

b) Cálculo del módulo de ajuste de volumen.

1. Con el volumen total horario del acceso que se obtuvo en la aforación, se realiza el cálculo del valor de flujo de máxima demanda.

$$V_P = V / PHF$$

Dónde:

V_p = Valor de flujo en v/h.

V = Volumen total horario en v/h.

PHF = Factor horario de máxima demanda.

Los valores del factor horario se extienden típicamente desde 0.80 a 0.95, pero es recomendable utilizar para accesos con volumen total horario mayor a 1000 veh/h. el factor horario de 0.92 y para accesos con volumen total horario menor a 1000 veh/h. utilizar el factor horario de 0.90.

El uso de un factor único pico de horas para toda la intersección tiene por objeto evitar la posibilidad de la creación de escenarios de demanda, con volúmenes en conflicto que son desproporcionadas con respecto a los volúmenes reales durante el período de análisis de 15 min.

2. Identificar el número de carril de utilización u operación.

3. Ajuste del valor de flujo por carril de utilización: Este factor proporciona un ajuste a la tasa de flujo de saturación de bases para tener en cuenta para el uso desigual de los carriles. Se calcula con la ecuación:

$$V = V_g * U$$

Dónde:

V = Valor de flujo de demanda ajustado.

V_g = Valor de flujo de demanda en v/h.

U = Factor de utilización de carriles.

En cuanto al factor de utilización de carriles, sí se desea la condición promedio el factor será 1.00, si se quiere tener mayor precisión en el cálculo, el factor de utilización de carril se obtiene de la siguiente tabla:

Tabla 2.6-3. Factor por carril de utilización manual HCM 2010.

Grupo de carriles	N° de carriles en el grupo	Porcentaje del transito que utiliza el carril	factor de utilizacion de carril
Directos y compartido	1	100,0	1,00
	2	52,5	1,05
	3'	36,7	1,10
Exclusivo vuelta izquierda	1	100,0	1,00
	2'	51,5	1,03
Exclusivo vuelta derecha	1	100,0	1,00
	2'	56,5	1,13

Fuente: HCM 2010.**c) Módulo de flujo de saturación.**

En este módulo se calcula el valor de flujo de saturación para cada acceso que consiste en ajustar el valor de flujo de saturación "ideal" para reflejar la variedad de condiciones prevalecientes.

El cálculo se realiza con la siguiente expresión:

$$S = S_o * N * f_w * f_{hv} * f_g * f_p * f_{bb} * f_a * f_{RT} * f_{LT}$$

Dónde:

S = Valor de flujo de saturación para el acceso, en las condiciones prevalecientes v/h.

S_o = Valor del flujo de saturación ideal, 1900 v/h., valor asignado por el manual HCM 2010.

N = Número de carriles de operación en el acceso.

f_w = Factor de ajuste por ancho de carriles.

f_{hv} = Factor de ajuste por la presencia de vehículos pesados en la corriente del tránsito.

f_g = Factor de ajuste para la pendiente del acceso.

f_p = Factor de ajuste por la existencia de un carril de estacionamiento adyacente y la actividad de estacionamiento en ese carril.

f_{cb} = Factor de ajuste por el efecto del bloqueo por paradas de los autobuses.

f_a = Factor de ajuste por el tipo de área.

f_{RT} = Factor de ajuste por vueltas derechas en el acceso.

f_{LT} = Factor de ajuste por vueltas izquierdas en el acceso.

El cálculo de cada uno de los factores para la determinación del valor de flujo de saturación ideal es el siguiente:

1. Factor de ajuste por ancho de carriles (F_w).

El manual HCM 2010 establece el factor por ancho de carril a través de la siguiente tabla de valores:

Tabla 2.6-4. Factor de ajuste por ancho de carril manual HCM 2010.

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

Note: ^a Factors apply to average lane widths of 8.0 ft or more.

Fuente: HCM 2010

Dónde:

F_w = Factor de ajuste por ancho de carril.

W = Ancho de carril en pies.

Los factores se aplican a los anchos de carril promedio de 8 pies o más, carriles estándar son de 12 pies de ancho. El factor de ancho de carril puede ser utilizado con precaución para anchos de carriles superiores a 16 pies.

El uso de dos carriles estrechos siempre dará lugar a una velocidad de flujo de saturación más alta que un solo carril de ancho, pero el análisis debe reflejar la forma en que la anchura se utiliza realmente.

2. Factor de ajuste por la presencia de vehículos pesados en la corriente del tránsito (f_{hv}).

El porcentaje de vehículos pesados representa el conteo de vehículos pesados que llegan durante el período de análisis, dividido por el número total de vehículos en el mismo periodo. El pasajero – coche equivalente (ET) que se utiliza para cada vehículo pesado es de 2,0 unidades de turismos y se refleja en la fórmula.

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

Dónde:

f_{hv} = Factor de ajuste por la presencia de vehículos pesados.

% PHV = Porcentaje de vehículos pesados (%).

ET = 2.0 pc / HV, valor asignado manual HCM 2010.

3. Factor de ajuste para la pendiente del acceso (f_g).

El factor de ajuste por pendiente HCM 2010 establece que cuando la pendiente en el acceso no sea ascendente mayor a +10, o descendente menor a -6 el factor f_g será igual a 1.

Es decir:

Descendente $f_g < -6 = 1.03$

Ascendente $f_g > +10 = 0.950$

A nivel $f_g < 10$ y $f_g > -6 = 1$

Dónde:

f_g = Factor de ajuste para la pendiente del acceso.

4. Factor de ajuste por la existencia de estacionamiento (f_p).

La tasa de maniobra de aparcamiento representa el conteo de las maniobras de aparcamiento influyentes que se producen medida durante el período de análisis.

Cuando existe un carril de estacionamiento adyacente y actividad de estacionamiento en ese carril, se debe calcular el factor de ajuste con la siguiente expresión:

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

Dónde:

Fp = Factor de ajuste por la existencia de estacionamiento.

N = Número de carril utilizado como carril de estacionamiento.

Nm = Número de maniobras de estacionamiento por hora (maniobras / h).

El HCM 2010 aclara que el número de maniobras de estacionamiento jamás deberá exceder a 180 maniobras por hora, en el caso de ser mayor se debe asumir 180 maniobras/h.

Se debe tomar en cuenta que el valor del factor de ajuste por estacionamiento debe ser mayor a 0.050, en el caso de ser menor se debe asumir 0.050 como factor de ajuste de estacionamiento. Para accesos donde no exista estacionamiento asumir fp igual a 1.

5. Factor de ajuste por bloqueo de paradas de autobuses (fbb).

Representa el número de autobuses que paran para descargar o recoger pasajeros, medida durante el período de análisis. Cuando existe bloqueo por paradas de autobuses se debe calcular el factor de ajuste con la siguiente expresión:

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

Dónde:

fbb = Factor de ajuste por el número de paradas de autobuses.

N = Número de carril que utiliza para realizar paradas de autobuses.

NB = Número de autobuses que realizan paradas en una hora (parada / h).

El HCM 2010 establece que el número de paradas de autobuses jamás deberá exceder a 250 paradas por hora, en el caso de ser mayor asumir 250 paradas/h., así mismo el factor de ajuste por paradas de autobuses debe ser mayor a 0.050, en el caso de ser menor asumir 0.050 como factor de ajuste de paradas autobuses.

6. Factor de ajuste por el tipo de área (fa).

Para determinar el factor de ajuste por el tipo de área, se debe clasificar a qué tipo de zona pertenece nuestro proyecto de estudio, es decir para zonas centrales urbanas el factor f_a es de 0.90 y para las demás áreas el factor de ajuste por el tipo de área será 1.

Tabla 2.6-5. Factor de ajuste por tipo de área f_a manual HCM 2010.

TIPO DE ZONA	FACTOR f_a
Centro urbano	0,90
Todas las demas areas	1,00

Fuente: HCM 2010.

7. Factor de ajuste por vueltas derechas (frt).

Este factor nos permite realizar un ajuste por vueltas derechas en el acceso, cuyo formula es:

$$f_{rt}=1-(1/E_{rt})$$

Dónde:

f_{RT} = Factor de ajuste por vueltas derechas.

E_{rt} = Porcentaje de vehiculos que giran a la derecha (%).

Cuando no exista giro derecho en el acceso, se debe tomar un factor de ajuste por vueltas derechas de 1.18.

8. Factor de ajuste por vueltas izquierdas (flt).

Este factor nos permitirá realizar un ajuste por vueltas izquierdas en el acceso, cuyo cálculo se determina por la siguiente ecuación:

$$f_{LT} = 1 - (1/E_{LT})$$

Dónde:

f_{LT} = Factor de ajuste por vueltas izquierdas.

E_{LT} = Porcentaje de vehiculos que giran a la izquierda.

Cuando no existe giro izquierdo en el acceso, se debe tomar un factor de ajuste por vueltas izquierdas de 1.05.

Una vez determinados todos los factores de ajuste tal como indica el manual HCM 2010, se los debe multiplicar con el número de carril de operación y con el valor del flujo ideal establecido por el HCM 2010, dando como resultado el ajuste del valor del flujo de saturación.

Solo en el caso de no contar con los factores descritos anteriormente, el valor de s será de 1600 v/h.*N, reconociendo que el resultado solo será aproximado a grandes rasgos.

d) Módulo de capacidad y nivel de servicio para intersecciones sin semaforización.

1. El valor del flujo de saturación calculado es la capacidad del acceso.
2. Calculado el valor de flujo de demanda ajustado (V), se lo debe dividir con el valor del flujo de saturación (capacidad), cuyo valor obtenido será la relación de flujo v/c .
3. Obtenido el valor de la relación de flujo v/c (factor de carga), se debe ingresar a la tabla 2.6-1 de nivel de servicio y obtener la clasificación que corresponda.
4. Este procedimiento de capacidad y nivel de servicio se lo debe realizar para cada acceso sin semaforización.
5. Para obtener el nivel de servicio de la intersección se realizara la clasificación con la relación de flujo crítico de los accesos.

e) Módulo de capacidad y nivel de servicio para intersecciones con semaforización.

Para intersecciones semaforizadas el procedimiento del cálculo de la capacidad y nivel de servicio se realiza de la siguiente manera:

1. Se calcula el valor de la relación de flujo, dividiendo el valor del flujo de demanda ajustado (V) con el valor de flujo de saturación.

2. Se debe calcular la relación de luz verde, dividiendo el tiempo de luz verde con el tiempo total del ciclo del semáforo.

3. La capacidad del carril se obtendrá multiplicando el valor del flujo de saturación con la relación de luz verde:

$$c_i = s_i \frac{g_i}{C}$$

Dónde:

c_i = Capacidad (veh / h).

s_i = Flujo de saturación (veh / h).

g_i / C = Relación verde eficaz para grupo carril i .

4. La relación de flujo v/c , se calcula dividiendo el valor del flujo de demanda ajustado (V) con la capacidad del carril:

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

Dónde:

$X_i = (v/c)_i$ = Razón para el grupo de carriles i.

v_i = Valor de flujo i (veh/h).

s_i = Flujo de saturación i (veh/h).

g_i = Tiempo de verde efectivo i (seg.).

C = Longitud (s) ciclo.

5. Para obtener el nivel de servicio en intersecciones semaforizadas se debe realizar el cálculo de la demora promedio para los accesos:

$$d = d_1 + d_2$$

Así:

$$d_1 = \frac{0.30C[1 - (g/C)]^2}{[1 - (g/C)(X)]}$$

$$d_2 = 173X^2 \left[(X - 1) + \sqrt{(x - 1)^2 + (16X/c)} \right]$$

Dónde:

d = Demora promedio por parada de vehículo para el acceso en seg/veh.

C = Duración total del ciclo en seg.

g/C = Relación de luz verde para el acceso.

X = Relación v/c para cada acceso.

c = Capacidad del acceso.

El primer término de la ecuación (d_1) cuantifica la demora uniforme, el segundo término de la ecuación (d_2) cuantifica el incremento de la demora de las llegadas aleatorias sobre las llegadas uniformes y por la demora adicional, debido a las fallas del ciclo. Los valores derivados de los cálculos de retardo representan el control de retardo promedio experimentado por todos los vehículos que llegan en el período de análisis, incluidos los retrasos incurridos más allá del período de análisis, cuando el grupo de carril está sobresaturado. Retardo de control incluye movimientos a velocidades más lentas.

6. Una vez que se haya obtenido la demora promedio por vehículo para cada acceso se consulta la tabla 2.6-2 para determinar los niveles de servicio.

7. Finalmente para determinar el nivel de servicio de la intersección se debe ingresar a la tabla 2.6-2 con la demora promedio critico de los accesos.

CAPÍTULO III

ANÁLISIS COMPARATIVO DE METODOLOGÍAS DEL MANUAL DE CAPACIDAD VIAL DE LOS ESTADOS UNIDOS “HCM 2000 Y HCM 2010”.

3.1. COMPARACIÓN ENTRE “HCM 2000 Y HCM 2010”.

3.1.1. POR PARÁMETROS.

A continuación se presenta una comparación de los parámetros de los módulos del Highway Capacity manual HCM 2000 y HCM 2010.

Módulo de entrada HCM 2000.

TIPO DE CONDICION	PARAMETRO	SIMBOLO
Condición geométrica	Tipo de área.	CBD urbana 0.90 otras 1
	Número de carriles.	N
	Número de carril de operación.	N
	Ancho de carril (m. o pies).	W
	Pendiente (%).	A nivel + (ascendente) -(descendente)
	Condiciones de estacionamiento.	
Condiciones de tráfico	Volúmenes por movimiento: total, giro izquierdo y derecho.	VTH-ERT-ELT
	Factor de hora pico.	PHF 0.98
	Porcentaje de vehículos pesados	%HV
	Número de paradas de autobuses en el acceso.	N _M
	Actividad de estacionamiento, (maniobras de estacionamiento/hora).	N _B
Condiciones de señalización	Tiempo del ciclo, (seg.)	C
	Tiempo de luz verde, (seg.)	G



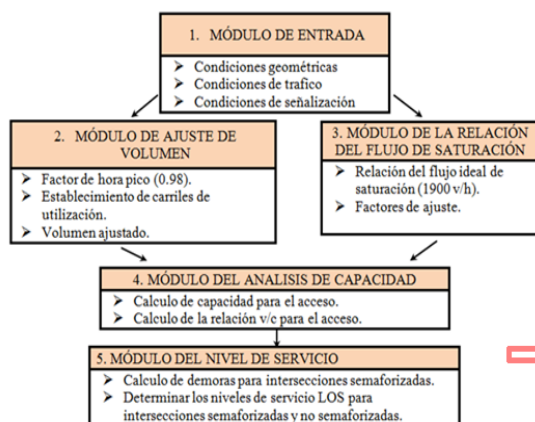
Módulo de entrada HCM 2010.

TIPO DE CONDICION	PARAMETRO	SIMBOLO
Condición geométrica	Tipo de área.	CBD urbana 0.90 otras 1
	Número de carriles.	N
	Número de carril de operación.	N
	Ancho de carril (m. o pies).	W
	Pendiente (%).	A nivel + (ascendente) -(descendente)
	Condiciones de estacionamiento.	
Condiciones de tráfico	Volúmenes por movimiento: total, giro izquierdo y derecho.	VTH-ELT-ERT.
	Factor de hora pico.	PHF
	PHF para volumen > 1000 v/h.	PHF 0.92
	PHF para volumen < 1000 v/h.	PHF 0.90
	Porcentaje de vehículos pesados	%HV
	Número de paradas de autobuses en el acceso.	N _M
	Actividad de estacionamiento, (maniobras de estacionamiento/hora).	N _B
Condiciones de señalización	Tiempo del ciclo, (seg.)	C
	Tiempo de luz verde, (seg.)	G

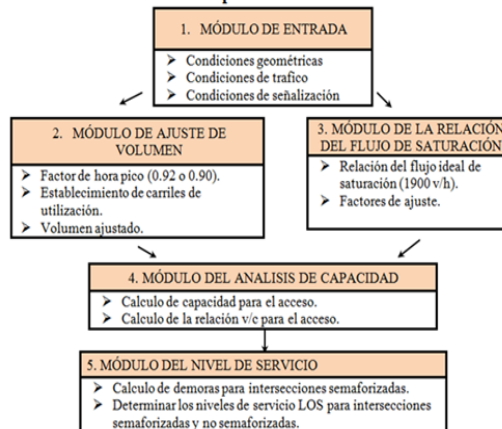
MÉTODO HCM 2000	MÉTODO HCM 2010
2. MÓDULO DE AJUSTE DE VOLUMEN. ♦ Factor de hora pico (0.980). ♦ Establecimiento de carriles de Utilización. ♦ Volumen ajustado. 3. MÓDULO DE FLUJO DE SATURACIÓN. ♦ Relación del flujo ideal de saturación (1900 veh/h). ♦ Factores de ajuste. 4. MÓDULO DE ANALISIS DE LA CAPACIDAD. ♦ Calculo de capacidad para el acceso. ♦ Calculo de la relación v/c para el acceso. 5. MÓDULO LOS ♦ LOS para intersecciones no semaforizadas, tabla 2.5-1. ♦ Calculo de demoras para intersecciones semaforizadas. ♦ LOS para intersecciones semaforizadas, tabla 2.5-2.	2. MÓDULO AJUSTE DE VOLUMEN. ♦ Uso de factor de hora pico según el volumen vehicular de 0.92 a 0.90. 3. MÓDULO DE FLUJO DE SATURACIÓN. ♦ Mantiene las condiciones del HCM 2000. 4. MÓDULO DE ANALISIS DE LA CAPACIDAD. ♦ Emplea el módulo de análisis de la capacidad del HCM 2000. 5. MÓDULO LOS. ♦ Para intersecciones no semaforizadas mantiene el proceso del HCM 2000, tabla 2.6-1. ♦ Para intersecciones semaforizadas, se realiza el cálculo de demora promedio y la determinación LOS con la tabla 2.6-2.

3.1.2. POR PROCESAMIENTO.

Procedimiento del análisis operacional manual HCM 2000.



Procedimiento del análisis operacional manual HCM 2010.



LOS HCM 2000-HCM 2010 intersecciones sin semaforización.

Nivel de Servicio	Descripción del Flujo de Tránsito	Factor de Carga V/C
A	Flujo Libre	0.0
B	Flujo Estable	≤ 0.10
C	Flujo Estable	≤ 0.50
D	Próximo al flujo inestable	≤ 0.70
E	Flujo Inestable	≤ 1.0
F	Flujo Forzado	--b
a. Capacidad		
b. No aplicable		

LOS HCM 2000 intersecciones con semaforización.

N.S.(LOS)	CARACTERÍSTICAS DE LA OPERACIÓN	DEMORA (SEG)
A	Baja la demora, sincronía extremadamente favorable y ciclos cortos. Los vehículos no hacen alto.	<5.00
B	Ocorre con una buena sincronía y ciclos cortos. Los vehículos empiezan a detenerse.	5.1 a 15.0
C	Ocorre con una sincronía regular y/o ciclos largos. Los ciclos en forma individual empiezan a fallar.	15.1 a 25.0
D	Empieza a notarse la influencia de congestionamientos ocasionados por un ciclo largo y/o una sincronía desfavorable o relaciones v/c altas. Muchos vehículos se detienen.	25.1 a 40.0
E	Es el límite aceptable de la demora; indica una sincronía muy pobre, grandes ciclos y relaciones v/c mayores. Las fallas en los ciclos son frecuentes.	40.1 a 60.0
F	El tiempo de demora es inaceptable para la mayoría de los conductores. Ocurren cuando los valores del flujo exceden a la capacidad de la intersección o cuando las relaciones v/c sean menores de 1.00 con una sincronía muy pobre y/o ciclos demasiado largos.	>60.0

LOS HCM 2010 intersecciones con semaforización.

NIVEL DE SERVICIO	DEMORAS DE VEHICULOS POR PARADAS (seg.)
A	≤ 10.0
B	> 10.0 y ≤ 20.0
C	> 20.0 y ≤ 35.0
D	> 35.0 y ≤ 55.0
E	> 55.0 y ≤ 80.0
F	> 80

MÉTODO HCM 2000	MÉTODO HCM 2010
1. MÓDULO DE ENTRADA. ◆ Aforos del número de vehículos que pasan en el acceso por hora (veh/h.). ◆ Porcentajes de vehículos con giro a la derecha y giro a la izquierda (%). ◆ Porcentaje de vehículos pesados de cada acceso (%). ◆ Aforos de vehículos que se estacionan en una hora en los carriles del acceso. ◆ Aforos del número de paradas de los autobuses por hora en el acceso. ◆ Se debe conocer las características geométricas del acceso: el número de carril, número de carril de operación, ancho de carril, si existe pendientes mayores al +10% o menores al -6% y si hay la presencia de estacionamiento en el acceso. ◆ En intersecciones semaforizadas registrar la duración de tiempo de luz verde y la duración total del ciclo del semáforo.	1. MÓDULO DE ENTRADA. ◆ La obtención y el proceso de los datos de entrada se realiza del mismo modo citado en el manual HCM 2000.

2. MÓDULO DE AJUSTE DE VOLUMEN. ♦ Valor del flujo: $V_p = V / PHF$ Dónde: V_p = Valor de flujo. V = Volumen horario en v/h $PHF=0.980$. ♦ Si existe más de un carril identificar el número de carril de operación. ♦ Ajuste de flujo por carril de utilización: $V = V_g * U$ Dónde: V = Valor de flujo ajustado. V_g = Valor de flujo de demanda v/h. U = Factor de utilización, tabla 2.5-3. ♦ Registro de la proporción de vueltas derechas e izquierdas en el acceso: $P_{LT} = V_{LT}/v$ $P_{RT} = V_{RT}/v$ Dónde: PLT y PRT = Proporción de vueltas izquierda y derecha de los	2. MÓDULO DE AJUSTE DE VOLUMEN. ♦ El HCM 2010 en el valor del flujo aplica el proceso del HCM 2000, con la diferenciación en el empleo del PHF. Si $V_{TH}>1000\text{veh/h}$. $\rightarrow PHF = 0.92$. Si $V_{TH}<1000\text{veh/h}$. $\rightarrow PHF = 0.90$. ♦ El HCM 2010 ya no realiza la proporción de vueltas derechas e izquierdas.
--	--

vehículos, expresado en decimales. V_{LT} y V_{RT} = Valores de flujo de vuelta izquierda y derecha en v/h. V = Volumen total horario en v/h. 3. MÓDULO DE FLUJO DE SATURACIÓN. ◆ Módulo de flujo de saturación: $S = S_o * N * f_w * f_{hv} * f_g * f_p * f_{bb} * f_a * f_{RT} * f_{LT}$ Dónde: S = Valor de flujo de saturación v/h. S_o = Valor del flujo de saturación ideal 1900 v/h. N = Número de carriles de operación en el acceso. Los demás factores se calculan siguiente manera: ✓ Factor de ajuste por ancho de carril: $Fw = 1 + (w - 3.6) / 9$ Dónde: Fw = Factor de ajuste por ancho de carril. W = ancho de carril en m. $W \geq 2.4$ m. y $W \leq 4.8$ m. ✓ Factor por vehiculos pesados: $F_{hv} = 100 / (100 + Phv(Et - 1))$	3. MÓDULO DE FLUJO DE SATURACIÓN. ◆ El HCM 2010 realiza el cálculo del módulo de flujo de saturación del mismo modo que el HCM 2000 con los mismos factores de ajuste. $S = S_o * N * f_w * f_{hv} * f_g * f_p * f_{bb} * f_a * f_{RT} * f_{LT}$ ◆ Los factores de ajuste por vehículos pesados f_{hv}, factor de ajuste por pendiente f_g, factor de ajuste por vehículos estacionados f_p, factor de ajuste por paradas de autobuses f_{bb} y factor de ajuste por el tipo de área f_a, se realiza su cálculo como el HCM 2000. ◆ Los factores de ajuste por ancho de carril f_w, factor de ajuste por vuelta derecha f_{rt} y factor de ajuste por vuelta izquierda f_{lt}, se procesa de distinta manera al HCM 2000. Su cálculo es el siguiente: ✓ Fw factor de ajuste por ancho de carril se obtiene por tabla 2.6-4.
--	---

Dónde: f_{hv} = Factor de ajuste por vehículos pesados. % PHV = Porcentaje de vehículos pesados (%). ET = 2.0 pc/HV. ✓ Factor de ajuste por pendiente: Descendente $fg < -6 = 1.03$ Ascendente $fg > +10 = 0.950$ A nivel $fg < 10$ y $fg > -6 = 1$ Dónde: f_g = Factor de ajuste para la pendiente del acceso. ✓ Factor de ajuste por vehículos estacionados: $fp = (N - 0.1 - (18Nm/3600))/N \geq 0.05$ Dónde: fp = Factor de ajuste vehículos e estacionados por hora. N = Número de carril utilizado como carril de estacionamiento. Nm = Número de maniobras de estacionamiento por hora (maniobras/h). $Nm \leq 180$ maniobras/h. Si no hay estacionamiento fp será 1.	Con la condición de un carril de $W \geq 8$ pies. y $W \leq 16$ pies. ✓ Factor de ajuste por vueltas derechas: $F_{rt} = 1 - (1/E_{rt})$ Dónde: F_{RT} = Factor de ajuste por vueltas derechas. E_{rt} = Porcentaje de vueltas derechas. Cuando no hay giro derecha en el acceso f_{rt} es 1.18. ✓ Factor de ajuste por vueltas izquierdas: $F_{lt} = 1 - (1/E_{lt})$ Dónde: F_{lt} = Factor de ajuste por vueltas izquierdas. Plt = Porcentaje de vueltas izquierdas. Cuando no hay giro izquierda en el acceso f_{lt} es 1.05.
--	---

✓ Factor de ajuste por paradas de autobuses: $f_{bb} = (N - (14.4 N_b / 3600)) / N \geq 0.050$ Dónde: f_{bb} = Factor de ajuste por el número de paradas de autobuses. N = Número de carril que utiliza para realizar paradas de autobuses. N_b = Número de autobuses que realizan paradas en una hora (parada/h). $N_b \leq 250$ paradas/h. ✓ Factor de ajuste por el tipo de área: Centro urbano 0.90. Demás áreas 1. ✓ Factor de ajuste por vueltas derechas: $f_{rt} = 1 - (0.15) * P_{rt}$ Dónde: f_{rt} = Factor de ajuste por vueltas derechas. P_{rt} = Proporción de vueltas derechas. Cuando no hay giro derecha en el acceso f_{rt} es 1. ✓ Factor de ajuste por vueltas	
---	--

izquierdas: $F_{lt} = 1/(1+0.05Plt)$ Dónde: F_{lt} = Factor de ajuste por vueltas izquierdas. Plt = Proporción de vueltas izquierdas. Cuando no hay giro izquierda en el acceso f_{lt} es 1. 4. MÓDULO DE CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO. ◆ Para intersecciones sin semaforización: 1. El valor del flujo de saturación calculado es la capacidad del acceso. 2. El valor de la relación de flujo v/c es igual a la división del de flujo de demanda ajustado (V) con el valor del flujo de saturación (C). 3. El valor de la relación de flujo v/c (factor de carga), se debe ingresar a la tabla 2.5-1 de niveles de servicio y obtener la clasificación que corresponda. 4. Este procedimiento de capacidad y nivel de servicio se lo debe realizar para cada acceso, y para	4. MÓDULO DE CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO. ◆ En intersecciones sin semaforización, para la obtención de la capacidad y nivel de servicio el HCM 2010 aplica el procedimiento del HCM 2000 y la tabla 2.6-1 para determinar el nivel de servicio del acceso y la intersección. ◆ Así mismo para intersecciones semaforizadas, el procedimiento para el cálculo de la capacidad y nivel de servicio esta basado en el manual HCM 2000, con la diferencia que el HCM 2010 utiliza la tabla 2.6-2 para determinar los niveles de servicio, la misma que tiene mayor amplitud de demora en su clasificación.
--	---

obtener el nivel de servicio de la intersección se realizara la clasificación con la relación de flujo crítico de los accesos.

♦ Para intersecciones semaforizadas:

1. Se calcula el valor de la relación de flujo, dividiendo el valor del flujo de demanda ajustado (V) con el valor de flujo de saturación.

2. Se calcula la relación de luz verde, dividiendo el tiempo de luz verde con el tiempo total del ciclo del semáforo.

3. La capacidad del carril se obtendrá dividiendo el valor del flujo de saturación con la relación de luz verde.

4. La relación de flujo v/c , se calcula dividiendo el valor del flujo de ajustado (V) con la capacidad del carril.

5. Para el nivel de servicio en intersecciones semaforizadas se calcula la demora promedio para los accesos:

$$d = d_1 + d_2$$

Así:

$$d_1 = \frac{0.30C[1 - (g/C)]^2}{[1 - (g/C)(X)]}$$

$d2 = 173X^2 \left[(X - 1) + \sqrt{(x - 1)^2 + (16X/c)} \right]$ Dónde: d = Demora promedio en seg/veh. C = Duración total del ciclo en seg. g/C = Relación de luz verde para el acceso. X = Relación v/c para cada acceso. C = Capacidad del acceso. 6. Una vez obtenido la demora promedio por vehículo para cada acceso se consulta la tabla 2.5-2 para determinar los niveles de servicio. 7. Para el nivel de servicio de la intersección se debe ingresar a la tabla 2.5-2 con la demora promedio critico de los accesos.	
---	--

3.1.3. POR RESULTADOS.

Al realizar una comparación por resultados entre ambos métodos se puede observar lo siguiente:

♦ La capacidad que se obtendrá por el HCM 2010 será mayor en comparación a la obtenida por el HCM 2000, debido al reajuste y modificación de fórmulas establecidas por el Highway Capacity Manual.

♦ El manual HCM 2010 amplía el rango de demora para la clasificación del nivel de servicio para intersecciones semaforizadas, por ello el HCM 2000 obtendrá niveles de servicio para condiciones más críticas que el HCM 2010, y a su

vez el nivel de servicio que se obtendrá por el HCM 2010 serán de mejores condiciones que el HCM 2000.

3.2. VALORACIÓN DE VENTAJAS Y DESVENTAJAS.

♦ La desventaja del HCM es que al ser un documento que contiene una serie de procedimientos basados en modelos analíticos calibrados con datos empíricos tomados en los Estados Unidos y Canadá, su aplicación fuera del ámbito de origen podría resultar no muy precisa en nuestro medio ya que el comportamiento y las condiciones prevalecientes locales son diferentes a las de USA, aunque de alguna manera es válida al no contar con un propio método para poder cuantificar el nivel de servicio de nuestras carreteras como lo existen en otros países.

♦ En cuanto a la aplicación de las metodologías la ventaja del HCM 2000 es que aparte de contar con tablas para la determinación de los factores de corrección también presenta las formulas con las que fueron determinadas dichas tablas, permitiéndonos así verificar los resultados obtenidos. En cambio el HCM 2010 presenta en algunos factores solo formulas o tablas y no ambas, debido a que se trató de simplificar la metodología.

♦ Gracias a la incorporación de las últimas investigaciones sobre la capacidad de la carretera y la calidad de servicio, el HCM 2010 ha añadido mucho material nuevo de los proyectos de investigación finalizados desde la publicación de HCM 2000 y se ha reorganizado para hacer su contenido más accesible y comprensible, cuya ventaja se ve reflejada en la obtención de mejores resultados para la capacidad y nivel de servicio porque su aplicación obtendrá por el HCM 2010 mejores condiciones que el HCM 2000.

CAPÍTULO IV

APLICACIÓN PRÁCTICA EN EL CASCO CENTRAL DE LA CIUDAD DE TARIJA.

4.1. UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO.

El estudio fue realizado en el casco central del departamento de Tarija, en la provincia Cercado, en las intersecciones más conflictivas de las calles Bolívar, Ingavi, 15 de abril, Cochabamba, Domingo Paz y puntos aleatorios críticos de la av. Jaime Paz Zamora, av. Circunvalación, av. Monseñor Font, av. La Paz y av. España.

La provincia Cercado se encuentra situada en el valle central del departamento de Tarija y limita al norte y oeste con la provincia Méndez, al este con la Provincia de Burdet O'Connor y al sur con las provincias de Avilés y Aniceto Arce. Su clima es templado, con una temperatura promedio de 18°C. a 1874 msnm. El departamento de Tarija al igual que todas las ciudades del mundo se enfrentan directamente a serios problemas de tráfico vehicular que son parte del vivir de los individuos y de su desempeño en la sociedad. La ciudad de Tarija convive con este gran inconveniente, debido a que cada vez se incrementa a mayor magnitud el crecimiento urbano, como también el parque automotriz.

Figura 4.1-1. Mapa del departamento de Tarija.



Fuente: Google imágenes.

La zona de estudio tiene intersecciones con semaforización y sin semaforización:

Tabla 4.3-1. Nombres de las intersecciones de estudio.

INTERSECCIONES:
Intersección N#1: Ingavi y Santa Cruz
Intersección N#2: Domingo Paz y Campero
Intersección N#3: Domingo Paz y Sucre
Intersección N#4: Ingavi y Campero
Intersección N#5: Ingavi y Sucre
Intersección N#6: Ingavi y Colón
Intersección N#7: 15 de abril y Daniel Campos
Intersección N#8: 15 de abril y Suipacha
Intersección N#9: 15 de abril y Delgadillo
Intersección N#10: Domingo Paz y Colón
Intersección N#11: Domingo Paz y Santa Cruz
Intersección N#12: 15 de abril y General Trigo
Intersección N#13: Bolívar y Méndez
Intersección N#14: Bolívar y Ballivián
Intersección N#15: Bolívar y General Trigo
Intersección N#16: Bolívar y Daniel Campos
Intersección N#17: Cochabamba y Sucre
Intersección N#18: Cochabamba y Venezuela
Intersección N#19: Cochabamba y Ballivián
Intersección N#20: Belgrano y España
Intersección N#21: Av. Víctor Paz Z. y Pte. Bicentenario
Intersección N#22: Av. Víctor Paz Z. y Pte. San Martín
Intersección N#23: Av. Jaime Paz Z. y Av. Monseñor Font.
Intersección N#24: Av. Jaime Paz Z., Juan José Pérez E. y España
Intersección N#25: Av. La Paz y Belgrano
Intersección N#26: Av. La Paz y Av. Potosí
Intersección N#27: Av. La Paz y Av. Circunvalación.
Intersección N#28: Av. Circunvalación y Mejillones
Intersección N#29: Av. Circunvalación y Colón
Intersección N#30: Av. Circunvalación y Monseñor Font

Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 4.3-2. Fotografías de las intersecciones de estudio.

Intersección N#1: Ingavi y Santa Cruz.



Intersección N#2: Domingo Paz y Campero.



Intersección N#3: Domingo Paz y Sucre.



Intersección N#4: Ingavi y Campero.



Intersección N#5: Ingavi y Sucre.



Intersección N#6: Ingavi y Colon.



Intersección N#7: 15 de abril y Daniel Campos.



Intersección N#8: 15 de abril y Suipacha.



Intersección N#9: 15 de abril y Delgadillo.



Intersección N#10: Domingo Paz y Colón.



Intersección N#11: Domingo Paz y Santa Cruz.



Intersección N#12: 15 de abril y General Trigo.



Intersección N#13: Bolívar y Méndez.



Intersección N#14: Bolívar y Ballivián.



Intersección N#15: Bolívar y General Trigo.



Intersección N#16: Bolívar y Daniel Campos.



Intersección N#17: Cochabamba y Sucre.



Intersección N#18: Cochabamba y Venezuela.



Intersección N#19: Cochabamba y Ballivián.



Intersección N#20: Belgrano y España.



Intersección N#21: Av. Víctor Paz Z. y Pte. Bicentenario.



Intersección N#22: Av. Víctor Paz Z. y Pte. San Martín.



Intersección N#23: Av. Jaime Paz Z. y Av. Monseñor Font.



Intersección N#24: Av. Jaime Paz Z., Juan José Pérez E. y España.



Intersección N#25: Av. La Paz y Belgrano.



Intersección N#26: Av. La Paz y Av. Potosí.



Intersección N#27: Av. La Paz y Av. Circunvalación



Intersección N#28: Av. Circunvalación y Mejillones.



Intersección N#29: Av. Circunvalación y Colón.



Intersección N#30: Av. Circunvalación y Monseñor Font.



Fuente: Elaboración propia.

4.4. RECOPIACIÓN Y PROCESO DE DATOS EN EL ÁREA DEL PROYECTO INTERSECCIONES SEMAFORIZADAS Y NO SEMAFORIZADAS.

4.4.1. AFOROS DE VOLUMENES.

Todos los aforos de volúmenes se realizaron con el método manual, registrando los datos en una planilla previamente diseñada para este propósito.

a) Aforos de un día para ver las horas pico del día.

Se realizó el aforo vehicular de un día (**anexo 1**) desde las 7:00 a.m. hasta las 19:00 p.m. en la intersección de la calle Ingavi y Santa Cruz, aforando los vehículos que salían del acceso de la calle Ingavi.

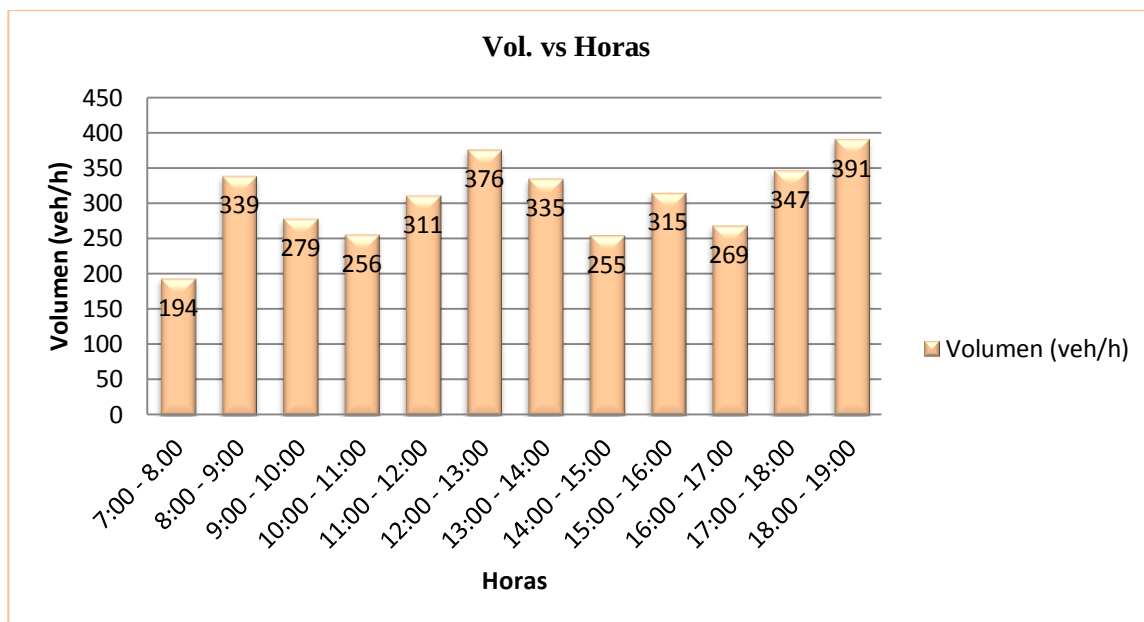
Las tres horas con mayor presencia vehicular fueron las horas pico del día, los mismos que nos servirán para las aforaciones posteriores de todos los puntos de nuestra zona de estudio.

Tabla 4.4-1. Aforaciones de la calle Ingavi en la Intersección Ingavi y Sta. Cruz.

Volumen (veh/h)	Horas
194	7:00 - 8:00
339	8:00 - 9:00
279	9:00 - 10:00
256	10:00 - 11:00
311	11:00 - 12:00
376	12:00 - 13:00
335	13:00 - 14:00
255	14:00 - 15:00
315	15:00 - 16:00
269	16:00 - 17:00
347	17:00 - 18:00
391	18.00 - 19:00

Fuente: Elaboración propia.

Figura 4.4-1. Comportamiento del tráfico vehicular en distintas horas del día de la Calle Ingavi en la intersección Ingavi y Sta. Cruz.



Fuente: Elaboración propia.

Según el comportamiento del tráfico vehicular que se observa en la figura se puede notar que las horas pico serán en la mañana de 8:00 a 9:00 a.m., al medio día de 12:00 a 13:00 p.m. y por la noche de 18:00 a 19:00 p.m.

b) Aforo de volúmenes en un mes para el volumen total horario, giro derecha e izquierda y vehículos pesados.

Una vez obtenido nuestras horas pico, se realizó el aforo vehicular de un mes (**anexo 2**) de las treinta intersecciones. El aforo se realizó 15 minutos en cada intersección para luego multiplicarlo por 4 para obtener el aforo de una hora. Se aforó en las tres horas pico del día, tres veces a la semana (dos días hábiles y un día no hábil) durante cuatro semanas, haciendo el conteo de los vehículos livianos como ser: (taxis, jeeps, vagonetas, camionetas pequeñas, trufis), los vehículos medianos como ser: (camionetas de 4 o 6 cabinas, micros de las diferentes líneas, camiones) y de los vehículos pesados (volquetas, camiones grandes, flotas, camiones con remolque) tanto públicos como privados.

En cada intersección se tomó en cuenta los accesos de entrada a la intersección para hacer el aforo de cada acceso en giro izquierdo, de frente y giro derecho en las tres horas pico del día.

Se utilizó el método manual para realizar el conteo de los vehículos ya que este método es el más completo porque toma en cuenta varias variables como ser el tipo de vehículo si es liviano, mediano y pesado o público y privado.

En el procesamiento de datos para calcular el VTH de los accesos de cada intersección, se utilizó indicadores estadísticos como la media aritmética y la desviación estándar que nos sirvió para hacer la depuración de datos que estaban dispersos; también se utilizó un rango de depuración óptimo para tener mejores resultados de aforos de vehículos.

Las tablas de datos depurados se encuentran en el **anexo 3**, las casillas que están pintadas de color lila son los datos depurados.

Las ecuaciones de los indicadores estadísticos son las siguientes:

- **Media aritmética.**

La media aritmética se obtiene con la siguiente fórmula:

$$X = \frac{\sum Xi}{N}$$

Dónde:

X = Media aritmética.

Xi = Valores de la variable x

N = Número de valores observados.

$\sum$ = Signo de sumatoria indica que se debe sumar

- **Desviación estándar.**

La desviación estándar se obtiene con la siguiente fórmula:

$$S = \sqrt{\frac{\sum (Xj - \bar{X})^2}{N - 1}}$$

Dónde:

S = Desviación estándar.

X = Media aritmética.

X_j = Valores de la variable x

N = Número de observaciones.

- **Rango de depuración.**

El rango de depuración se obtiene con la siguiente fórmula:

$$\text{Óptima: } x \pm \sigma$$

Dónde:

x = Media Aritmética

σ = Desviación Estándar

Tabla 4.4-2. Promedios finales de aforos de volúmenes por intersecciones.

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS.		
INTERSECCION N° 1	A-INGAVI	405
INTERSECCION N° 1	B-STA.CRUZ	436
	TOTAL=	841

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS.		
INTERSECCION N° 2	A-DOMINGO PAZ	361
INTERSECCION N° 2	B-CAMPERO	308
	TOTAL=	669

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS.		
INTERSECCION N° 3	A-DOMINGO PAZ	436
INTERSECCION N° 3	B-SUCRE	368
	TOTAL=	805

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS.		
INTERSECCION N° 4	A-INGAVI	303
INTERSECCION N° 4	B-CAMPERO	330
	TOTAL=	633

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS.		
INTERSECCION N° 5	A-INGAVI	402
INTERSECCION N° 5	B-SUCRE	430
	TOTAL=	832

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS.		
INTERSECCION N° 6	A-INGAVI	489
INTERSECCION N° 6	B-COLON	381
	TOTAL=	870

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS.		
INTERSECCION N# 7	A-15 DE ABRIL	417
INTERSECCION N# 7	B-DANIEL CAMPOS	353
	TOTAL=	770

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS.		
INTERSECCION N# 8	A-15 DE ABRIL	455
INTERSECCION N# 8	B-SUIPACHA	334
	TOTAL=	790

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS.		
INTERSECCION N# 9	A-15 DE ABRIL	423
INTERSECCION N# 9	B-DELGADILLO	339
	TOTAL=	762

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS.		
INTERSECCION N# 10	A-DOMINGO PAZ	411
INTERSECCION N# 10	B-COLON	428
	TOTAL=	839

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS.		
INTERSECCION N# 11	A-DOMINGO PAZ	402
INTERSECCION N# 11	B-STA. CRUZ	422
	TOTAL=	824

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS.		
INTERSECCION N# 12	A-15 DE ABRIL	291
INTERSECCION N# 12	B-GRAL. TRIGO	492
	TOTAL=	783

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS.		
INTERSECCION N# 13	A-BOLIVAR	418
INTERSECCION N# 13	B-MENDEZ	366
	TOTAL=	784

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS.		
INTERSECCION N# 14	A-BOLIVAR	476
INTERSECCION N# 14	B-BALLIVIAN	485
	TOTAL=	961

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS.		
INTERSECCION N# 15	A-BOLIVAR	418
INTERSECCION N# 15	B-GRAL. TRIGO	323
	TOTAL=	741

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS.		
INTERSECCION N# 16	A-BOLIVAR	428
INTERSECCION N# 16	B- D. CAMPOS	372
	TOTAL=	800

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS.		
INTERSECCION N# 17	A1-COCHABAMBA	355
INTERSECCION N# 17	A2-COCHABAMBA	564
INTERSECCION N# 17	B-SUCRE	355
	TOTAL=	1274

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS		
INTERSECCION N# 18	A1-COCHABAMBA	478
INTERSECCION N# 18	A2-COCHABAMBA	391
	TOTAL=	869

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS		
INTERSECCION N# 19	A1-COCHABAMBA	416
INTERSECCION N# 19	A2-COCHABAMBA	203
INTERSECCION N# 19	B-BALLIVIAN	593
	TOTAL=	1212

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS		
INTERSECCION N# 20	A1-BELGRANO	541
INTERSECCION N# 20	A2-BELGRANO	482
INTERSECCION N# 20	B1-ESPAÑA	480
INTERSECCION N# 20	B2-ESPAÑA	228
	TOTAL=	1731

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS		
INTERSECCION N# 21	A1-AV. VICTOR PAZ Z.	743
INTERSECCION N# 21	A2-AV. VICTOR PAZ Z.	741
INTERSECCION N# 21	A3-AV. VICTOR PAZ Z.	563
INTERSECCION N# 21	A4-AV. VICTOR PAZ Z.	786
INTERSECCION N# 21	B-PTE. BICENTENARIO	611
	TOTAL=	3445

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS		
INTERSECCION N# 22	A1-AV. VICTOR PAZ Z.	996
INTERSECCION N# 22	A2-AV. VICTOR PAZ Z.	795
INTERSECCION N# 22	A3-AV. VICTOR PAZ Z.	1005
INTERSECCION N# 22	B- PTE. SAN MARTIN	1023
	TOTAL=	3818

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS		
INTERSECCION N# 23	A1-AV. JAIME PAZ Z.	794
INTERSECCION N# 23	A2-AV. JAIME PAZ Z.	484
	TOTAL=	1278

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS		
INTERSECCION N# 24	A1-AV. JAIME PAZ Z.	728
INTERSECCION N# 24	A2-AV. JAIME PAZ Z.	758
INTERSECCION N# 24	A3-AV. JAIME PAZ Z.	309
INTERSECCION N# 24	A4-AV. JAIME PAZ Z.	963
INTERSECCION N# 24	B1-J. JOSE PEREZ	514
INTERSECCION N# 24	B2-ESPAÑA	311
	TOTAL=	3583

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS		
INTERSECCION N# 25	A1-AV. LA PAZ	453
INTERSECCION N# 25	A2-AV. LA PAZ	537
INTERSECCION N# 25	B1-BELGRANO	472
INTERSECCION N# 25	B2-BELGRANO	514
	TOTAL=	1976

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS		
INTERSECCION N# 26	A1-AV. LA PAZ	603
INTERSECCION N# 26	A2-AV. LA PAZ	365
INTERSECCION N# 26	B1-AV. POTOSI	649
INTERSECCION N# 26	B2-AV. POTOSI	570
	TOTAL=	2187

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS		
INTERSECCION N# 27	A1-AV. LA PAZ	357
INTERSECCION N# 27	A2-AV. LA PAZ	258
INTERSECCION N# 27	B1-CIRCUNVALACION	1129
INTERSECCION N# 27	B2-CIRCUNVALACION	1091
TOTAL=		2835

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS		
INTERSECCION N# 28	A1-AV. CIRCUNVALACION	668
INTERSECCION N# 28	A2-AV. CIRCUNVALACION	919
INTERSECCION N# 28	B1-MEJILLONES	254
INTERSECCION N# 28	B2-MEJILLONES	217
TOTAL=		2058

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS		
INTERSECCION N# 29	A1-AV. CIRCUNVALACION	1267
INTERSECCION N# 29	A2-AV. CIRCUNVALACION	895
INTERSECCION N# 29	B1-COLON	492
INTERSECCION N# 29	B2-COLON	310
TOTAL=		2964

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS		
INTERSECCION N# 30	A1-AV. CIRCUNVALACION	675
INTERSECCION N# 30	A2-AV. CIRCUNVALACION	685
INTERSECCION N# 30	B1-AV. MONSEÑOR FONT	408
TOTAL=		1769

Fuente: Elaboración propia.

- **Porcentaje de vehículos giro izquierdo y derecho.**

Para el cálculo del porcentaje de vehículos de giro izquierdo y giro derecho se tomó en cuenta solo los vehículos de ambos giros, ya no se hizo la depuración de datos solo se sacó la sumatoria y la media aritmética de los tres días de las cuatro semanas por hora pico (**anexo 4**), donde se encontró el total de vehículos giro izquierdo y derecho de cada acceso de la intersección; con esos valores totales de giros de cada acceso se calculó el % de giros izquierdo y derecho con el total de vehículos de cada acceso de cada intersección.

Tabla 4.4-3. Promedios finales de % de giro izquierdo y derecho.

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS (TPH)					
INTERSECCIONES	ACCESOS	GIRO IZQ.	GIRO DER.	% GIRO IZQ.	% GIRO DER.
INTERSECCION N#1	A-INGAVI	0	56	0,00	13,87
INTERSECCION N#1	B-STA. CRUZ	100	0	22,84	0,00
TOTAL=		100	56		

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS (TPH)					
INTERSECCIONES	ACCESOS	GIRO IZQ.	GIRO DER.	% GIRO IZQ.	% GIRO DER.
INTERSECCION N#2	A-DOMINGO PAZ	97	0	18,39	0,00
INTERSECCION N#2	B-CAMPERO	0	103	0,00	29,88
TOTAL=		97	103		

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS (TPH)					
INTERSECCIONES	ACCESOS	GIRO IZQ.	GIRO DER.	% GIRO IZQ.	% GIRO DER.
INTERSECCION N#3	A-DOMINGO PAZ	63	0	14,39	0,00
INTERSECCION N#3	B-SUCRE	0	136	0,00	37,07
	TOTAL=	63	136		

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS (TPH)					
INTERSECCIONES	ACCESOS	GIRO IZQ.	GIRO DER.	% GIRO IZQ.	% GIRO DER.
INTERSECCION N#4	A-INGAVI	37	0	12,06	0,00
INTERSECCION N#4	B-CAMPERO	0	92	0,00	27,74
	TOTAL=	37	92		

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS (TPH)					
INTERSECCIONES	ACCESOS	GIRO IZQ.	GIRO DER.	% GIRO IZQ.	% GIRO DER.
INTERSECCION N#5	A-INGAVI	62	0	15,47	0,00
INTERSECCION N#5	B-SUCRE	0	118	0,00	27,53
	TOTAL=	62	118		

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS (TPH)					
INTERSECCIONES	ACCESOS	GIRO IZQ.	GIRO DER.	% GIRO IZQ.	% GIRO DER.
INTERSECCION N#6	A-INGAVI	167	0	34,24	0,00
INTERSECCION N#6	B-COLON	0	52	0,00	13,71
	TOTAL=	167	52		

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS (TPH)					
INTERSECCIONES	ACCESOS	GIRO IZQ.	GIRO DER.	% GIRO IZQ.	% GIRO DER.
INTERSECCION N#7	A-15 DE ABRIL	0	89	0,00	21,35
INTERSECCION N#7	B-DANIEL CAMPOS	76	0	21,63	0,00
	TOTAL=	76	89		

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS (TPH)					
INTERSECCIONES	ACCESOS	GIRO IZQ.	GIRO DER.	% GIRO IZQ.	% GIRO DER.
INTERSECCION N#8	A-15 DE ABRIL	0	109	0,00	13,13
INTERSECCION N#8	B-SUIPACHA	82	0	24,44	0,00
	TOTAL=	82	109		

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS (TPH)					
INTERSECCIONES	ACCESOS	GIRO IZQ.	GIRO DER.	% GIRO IZQ.	% GIRO DER.
INTERSECCION N#9	A-15 DE ABRIL	0	65	0,00	15,30
INTERSECCION N#9	B-DELGADILLO	59	0	17,48	0,00
	TOTAL=	59	65		

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS (TPH)					
INTERSECCIONES	ACCESOS	GIRO IZQ.	GIRO DER.	% GIRO IZQ.	% GIRO DER.
INTERSECCION N#10	A-DOMINGO PAZ	87	0	21,23	0,00
INTERSECCION N#10	B-COLON	0	85	0,00	19,79
	TOTAL=	87	85		

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS (TPH)					
INTERSECCIONES	ACCESOS	GIRO IZQ.	GIRO DER.	% GIRO IZQ.	% GIRO DER.
INTERSECCION N#11	A-DOMINGO PAZ	0	79	0,00	19,71
INTERSECCION N#11	B-SANTA CRUZ	79	0	18,74	0,00
	TOTAL=	79	79		

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS (TPH)					
INTERSECCIONES	ACCESOS	GIRO IZQ.	GIRO DER.	% GIRO IZQ.	% GIRO DER.
INTERSECCION N#12	A-15 DE ABRIL	0	59	0,00	20,19
INTERSECCION N#12	B-GENERAL TRIGO	184	0	37,34	0,00
	TOTAL=	184	59		

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS (TPH)					
INTERSECCIONES	ACCESOS	GIRO IZQ.	GIRO DER.	% GIRO IZQ.	% GIRO DER.
INTERSECCION N#13	A-BOLIVAR	0	112	0,00	26,88
INTERSECCION N#13	B-MENDEZ	49	0	13,27	0,00
	TOTAL=	49	112		

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS (TPH)					
INTERSECCIONES	ACCESOS	GIRO IZQ.	GIRO DER.	% GIRO IZQ.	% GIRO DER.
INTERSECCION N#14	A-BOLIVAR	0	88	0,00	18,42
INTERSECCION N#14	B-BALLIVIAN	93	0	19,18	0,00
	TOTAL=	93	88		

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS (TPH)					
INTERSECCIONES	ACCESOS	GIRO IZQ.	GIRO DER.	% GIRO IZQ.	% GIRO DER.
INTERSECCION N#15	A-BOLIVAR	73	0	17,39	0,00
INTERSECCION N#15	B-GENERAL TRIGO	0	63	0,00	16,81
	TOTAL=	73	63		

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS (TPH)					
INTERSECCIONES	ACCESOS	GIRO IZQ.	GIRO DER.	% GIRO IZQ.	% GIRO DER.
INTERSECCION N#16	A-BOLIVAR	123	0	28,65	0,00
INTERSECCION N#16	B-DANIEL CAMPOS	0	97	0,00	26,12
	TOTAL=	123	97		

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS (TPH)					
INTERSECCIONES	ACCESOS	GIRO IZQ.	GIRO DER.	% GIRO IZQ.	% GIRO DER.
INTERSECCION N#17	A1-COCHABAMBA	0	37	0,00	10,37
INTERSECCION N#17	A2-COCHABAMBA	73	0	12,94	0,00
INTERSECCION N#17	B-SUCRE	83	70	23,33	19,73
	TOTAL=	156	107		

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS (TPH)					
INTERSECCIONES	ACCESOS	GIRO IZQ.	GIRO DER.	% GIRO IZQ.	% GIRO DER.
INTERSECCION N#18	A1-COCHABAMBA	0	44	0,00	9,14
INTERSECCION N#18	A2-COCHABAMBA	52	0	13,95	0,00
	TOTAL=	52	44		

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS (TPH)					
INTERSECCIONES	ACCESOS	GIRO IZQ.	GIRO DER.	% GIRO IZQ.	% GIRO DER.
INTERSECCION N#19	A1-COCHABAMBA	7	86	1,62	20,67
INTERSECCION N#19	A2-COCHABAMBA	0	60	0,00	29,56
INTERSECCION N#19	B-BALLIVIAN	111	78	18,71	13,13
	TOTAL=	118	224		

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS (TPH)					
INTERSECCIONES	ACCESOS	GIRO IZQ.	GIRO DER.	% GIRO IZQ.	% GIRO DER.
INTERSECCION N#20	A1-BELGRANO	35	45	6,38	8,41
INTERSECCION N#20	A2-BELGRANO	45	114	9,24	23,73
INTERSECCION N#20	B1-ESPAÑA	143	65	29,78	13,48
INTERSECCION N#20	B2-ESPAÑA	33	29	14,25	12,84
	TOTAL=	255	254		

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS (TPH)					
INTERSECCIONES	ACCESOS	GIRO IZQ.	GIRO DER.	% GIRO IZQ.	% GIRO DER.
INTERSECCION N#21	A1-AV. JAIME PAZ Z.	149	150	20,10	20,19
INTERSECCION N#21	A2-AV. JAIME PAZ Z.	156	147	20,99	19,85
INTERSECCION N#21	A3-AV. JAIME PAZ Z.	0	537	23,16	26,59
INTERSECCION N#21	A4-AV. JAIME PAZ Z.	99	156	12,55	19,83
INTERSECCION N#21	B-PTE. BICENTENARIO	187	88	30,67	14,33
	TOTAL=	286	243		

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS (TPH)					
INTERSECCIONES	ACCESOS	GIRO IZQ.	GIRO DER.	% GIRO IZQ.	% GIRO DER.
INTERSECCION N#22	A1-AV. VICTOR PAZ Z.	186	116	18,63	11,61
INTERSECCION N#22	A2-AV. VICTOR PAZ Z.	141	115	17,80	14,51
INTERSECCION N#22	A3-AV. VICTOR PAZ Z.	116	353	11,54	35,14
INTERSECCION N#22	B-PTE. SAN MARTIN	426	263	41,63	25,68
	TOTAL=	869	847		

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS (TPH)					
INTERSECCIONES	ACCESOS	GIRO IZQ.	GIRO DER.	% GIRO IZQ.	% GIRO DER.
INTERSECCION N#23	A1-AV. JAIME PAZ Z.	0	36	0,00	4,54
INTERSECCION N#23	A2-AV. JAIME PAZ Z.	164	0	33,95	0,00
	TOTAL=	164	36		

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS (TPH)					
INTERSECCIONES	ACCESOS	GIRO IZQ.	GIRO DER.	% GIRO IZQ.	% GIRO DER.
INTERSECCION N#24	A1-AV. JAIME PAZ Z.	163	109	22,37	15,01
INTERSECCION N#24	A2-AV. JAIME PAZ Z.	178	157	23,51	20,69
INTERSECCION N#24	A3-AV. JAIME PAZ Z.	0	293	13,63	16,86
INTERSECCION N#24	A4-AV. JAIME PAZ Z.	263	227	27,34	23,55
INTERSECCION N#24	B1-JUAN JOSE PEREZ E.	148	206	28,77	40,08
INTERSECCION N#24	B2-ESPAÑA	72	162	23,14	52,03
	TOTAL=	824	1154		

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS (TPH)					
INTERSECCIONES	ACCESOS	GIRO IZQ.	GIRO DER.	% GIRO IZQ.	% GIRO DER.
INTERSECCION N#25	A1-AV. LA PAZ	0	65	0,00	14,32
INTERSECCION N#25	A2-AV. LA PAZ	110	0	20,47	0,00
INTERSECCION N#25	B1-BELGRANO	63	283	13,25	59,98
INTERSECCION N#25	B2-BELGRANO	163	107	31,78	20,87
	TOTAL=	336	455		

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS (TPH)					
INTERSECCIONES	ACCESOS	GIRO IZQ.	GIRO DER.	% GIRO IZQ.	% GIRO DER.
INTERSECCION N#26	A1-AV. LA PAZ	122	64	20,26	10,63
INTERSECCION N#26	A2-AV. LA PAZ	40	41	10,88	11,22
INTERSECCION N#26	B1-AV. POTOSI	69	35	10,66	5,35
INTERSECCION N#26	B2-AV. POTOSI	37	63	6,44	11,01
	TOTAL=	268	203		

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS (TPH)					
INTERSECCIONES	ACCESOS	GIRO IZQ.	GIRO DER.	% GIRO IZQ.	% GIRO DER.
INTERSECCION N#27	A1-AV. LA PAZ	129	44	36,12	12,19
INTERSECCION N#27	A2-AV. LA PAZ	43	66	16,83	25,52
INTERSECCION N#27	B1-AV. CIRCUNVALACION	69	22	6,13	1,94
INTERSECCION N#27	B2-AV. CIRCUNVALACION	50	78	4,61	7,10
	TOTAL=	292	209		

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS (TPH)					
INTERSECCIONES	ACCESOS	GIRO IZQ.	GIRO DER.	% GIRO IZQ.	% GIRO DER.
INTERSECCION N#28	A1-CIRCUNVALACION	33	27	5,00	3,99
INTERSECCION N#28	A2-CIRCUNVALACION	96	68	10,43	7,41
INTERSECCION N#28	B1-MEJILLONES	47	46	18,56	18,19
INTERSECCION N#28	B2-MEJILLONES	23	60	10,82	27,83
	TOTAL=	200	201		

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS (TPH)					
INTERSECCIONES	ACCESOS	GIRO IZQ.	GIRO DER.	% GIRO IZQ.	% GIRO DER.
INTERSECCION N#29	A1-CIRCUNVALACION	68	109	5,40	12,20
INTERSECCION N#29	A2-CIRCUNVALACION	73	0	8,21	0,00
INTERSECCION N#29	B1-COLON	62	161	12,54	51,85
INTERSECCION N#29	B2-COLON	131	134	42,26	4,52
	TOTAL=	335	404		

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS (TPH)					
INTERSECCIONES	ACCESOS	GIRO IZQ.	GIRO DER.	% GIRO IZQ.	% GIRO DER.
INTERSECCION N#30	A1-CIRCUNVALACION	54	10	7,93	1,49
INTERSECCION N#30	A2-CIRCUNVALACION	34	123	4,91	18,00
INTERSECCION N#30	B-MONSEÑOR FONT	143	98	35,15	24,05
TOTAL=		231	232		

Fuente: Elaboración propia.

- **Porcentaje de vehículos pesados.**

Para los vehículos pesados primero se sacó la sumatoria de vehículos pesados y después la media aritmética de los tres días de las cuatro semanas en sus tres horas pico; ya no se hizo la depuración de datos, se trabajó con medias aritméticas (**anexo 5**). Una vez obtenido el promedio de los vehículos pesados se lo debe dividir con el volumen total horario de cada acceso y multiplicarlo por 100, cuyo valor será el porcentaje de vehículos pesados.

Nuestra zona de estudio al estar ubicado en el casco central de la ciudad de Tarija, no existe presencia de vehículos pesados en todas las intersecciones, por ello se presenta la tabla con valores de vehículos pesados solo en las intersecciones que tienen presencia.

Tabla 4.4-4. Promedios finales de % de vehículos pesados.

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS (TPH)			
Intersecciones	Accesos	Total	% Veh. Pesados
INTERSECCION N#17	A1-COCHABAMBA	2	0,56
INTERSECCION N#17	A2-COCHABAMBA	3	0,60
INTERSECCION N#17	B-SUCRE	0	0,00
TOTAL=		5	

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS (TPH)			
Intersecciones	Accesos	Total	% Veh. Pesados
INTERSECCION N#19	A1-COCHABAMBA	2	0,49
INTERSECCION N#19	A2-COCHABAMBA	1	0,51
INTERSECCION N#19	B-BALLIVIAN	0	0,07
TOTAL=		4	

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS (TPH)			
Intersecciones	Accesos	Total	% Veh. Pesados
INTERSECCION N#20	A1-BELGRANO	1	0,17
INTERSECCION N#20	A2-BELGRANO	2	0,43
INTERSECCION N#20	B1-ESPAÑA	4	0,73
INTERSECCION N#20	B2-ESPAÑA	0	0,00
TOTAL=		7	

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS (TPH)			
Intersecciones	Accesos	Total	% Veh. Pesados
INTERSECCION N#21	A1-AV. JAIME PAZ Z.	0	0,00
INTERSECCION N#21	A2-AV. JAIME PAZ Z.	15	2,08
INTERSECCION N#21	A3-AV. JAIME PAZ Z.	0	0,00
INTERSECCION N#21	A4-AV. JAIME PAZ Z.	8	1,03
INTERSECCION N#21	B-PTE. BICENTENARIO	11	1,73
TOTAL=		34	

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS (TPH)			
Intersecciones	Accesos	Total	% Veh. Pesados
INTERSECCION N#22	A1-AV. VICTOR PAZ Z.	0	0,00
INTERSECCION N#22	A2-AV. VICTOR PAZ Z.	18	2,24
INTERSECCION N#22	A3-AV. VICTOR PAZ Z.	7	0,74
INTERSECCION N#22	B-PTE. SAN MARTIN	12	1,18
TOTAL=		37	

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS (TPH)			
Intersecciones	Accesos	Total	% Veh. Pesados
INTERSECCION #23	A1-AV. JAIME PAZ Z.	3	0,35
INTERSECCION #23	A2-AV. JAIME PAZ Z.	6	1,32
TOTAL=		9	

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS (TPH)			
Intersecciones	Accesos	Total	% Veh. Pesados
INTERSECCION N#24	A1-AV. JAIME PAZ Z.	14	1,87
INTERSECCION N#24	A2-AV. JAIME PAZ Z.	0	0,00
INTERSECCION N#24	A3-AV. JAIME PAZ Z.	0	0,00
INTERSECCION N#24	A4-AV. JAIME PAZ Z.	15	1,60
INTERSECCION N#24	B1-JUAN JOSE PEREZ E.	11	2,23
INTERSECCION N#24	B2-ESPAÑA	0	0,00
TOTAL=		40	

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS (TPH)			
Intersecciones	Accesos	Total	% Veh. Pesados
INTERSECCION #25	A1-AV. LA PAZ	5	1,04
INTERSECCION #25	A2-AV. LA PAZ	1	0,20
INTERSECCION #25	B1-BELGRANO	1	0,15
INTERSECCION #25	B2-BELGRANO	0	0,00
TOTAL=		6	

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS (TPH)			
Intersecciones	Accesos	Total	% Veh. Pesados
INTERSECCION #26	A1-AV. LA PAZ	3	0,47
INTERSECCION #26	A2-AV. LA PAZ	3	0,82
INTERSECCION #26	B1-AV. POTOSI	4	0,69
INTERSECCION #26	B2-AV. POTOSI	3	0,52
TOTAL=		13	

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS (TPH)			
Intersecciones	Accesos	Total	% Veh. Pesados
INTERSECCION #27	A1-AV. LA PAZ	5	1,45
INTERSECCION #27	A2-AV. LA PAZ	4	1,55
INTERSECCION #27	B1-AV. CIRCUNVALACION	50	4,42
INTERSECCION #27	B2-AV. CIRCUNVALACION	44	4,06
TOTAL=		103	

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS (TPH)			
Intersecciones	Accesos	Total	% Veh. Pesados
INTERSECCION #28	A1-AV. CIRCUNVALACION	42	6,30
INTERSECCION #28	A2-AV. CIRCUNVALACION	32	3,46
INTERSECCION #28	B1-MEJILLONES	0	0,00
INTERSECCION #28	B2-MEJILLONES	9	3,93
TOTAL=		82	

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS (TPH)			
Intersecciones	Accesos	Total	% Veh. Pesados
INTERSECCION #29	A1-AV. CIRCUNVALACION	69	5,45
INTERSECCION #29	A2-AV. CIRCUNVALACION	28	3,12
INTERSECCION #29	B1-COLON	4	0,72
INTERSECCION #29	B2-COLON	6	1,97
TOTAL=		106	

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS (TPH)			
Intersecciones	Accesos	Total	% Veh. Pesados
INTERSECCION #30	A1-AV. CIRCUNVALACION	50	7,40
INTERSECCION #30	A2-AV. CIRCUNVALACION	18	2,61
INTERSECCION #30	B-MONSEÑOR FONT	0	0,03
TOTAL=		68	

c) Aforos de volúmenes de una semana para el número de vehículos que estacionan y paran en los accesos de la intersección.

Se realizó la aforación de vehículos que se estacionan en los carriles del acceso (**anexo 6**), así mismo se aforo el número de vehículos que obstruyen el flujo vehicular al realizar paradas del vehículo para subida o bajada de pasajeros en los accesos de la intersección (**anexo 8**).

La aforación se realizó en las tres horas pico del día, durante una semana (5 días hábiles y dos días no hábiles). Una vez obtenidos los datos ya no se hizo la depuración, solo se sacó la sumatoria y la media aritmética de los siete días de la semana por hora pico para vehículos estacionados y vehículos que paran (**anexo 7 y 9**), donde se encontró el total de vehículos que estacionan y paran en cada acceso de la intersección.

Tabla 4.4-5. Promedios finales de vehículos que estacionan (maniobras / h.)

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS		
INTERSECCION N#1	A-INGAVI	11
INTERSECCION N#1	B-STA. CRUZ	11
	TOTAL=	22

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS		
INTERSECCION N#2	A-DOMINGO PAZ	0
INTERSECCION N#2	B-CAMPERO	4
	TOTAL=	4

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS		
INTERSECCION N#3	A-DOMINGO PAZ	0
INTERSECCION N#3	B-SUCRE	3
	TOTAL=	3

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS		
INTERSECCION N#4	A-INGAVI	11
INTERSECCION N#4	B-CAMPERO	9
	TOTAL=	20

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS		
INTERSECCION N#5	A-INGAVI	8
INTERSECCION N#5	B-SUCRE	0
	TOTAL=	8

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS		
INTERSECCION N#6	A-INGAVI	12
INTERSECCION N#6	B-COLÓN	8
	TOTAL=	20

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS		
INTERSECCION N#7	A-15 DE ABRIL	8
INTERSECCION N#7	B-DANIEL CAMPOS	8
	TOTAL=	16

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS		
INTERSECCION N#8	A-15 DE ABRIL	18
INTERSECCION N#8	B-SUIPACHA	11
	TOTAL=	28

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS		
INTERSECCION N#9	A-15 DE ABRIL	11
INTERSECCION N#9	B-DELGADILLO	5
	TOTAL=	16

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS		
INTERSECCION N#10	A-DOMINGO PAZ	9
INTERSECCION N#10	B-COLÓN	8
	TOTAL=	18

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS		
INTERSECCION N#11	A-DOMINGO PAZ	12
INTERSECCION N#11	B-STA. CRUZ	9
	TOTAL=	20

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS		
INTERSECCION N#12	A-15 DE ABRIL	13
INTERSECCION N#12	B-GENERAL TRIGO	7
	TOTAL=	20

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS		
INTERSECCION N#13	A-BOLIVAR	8
INTERSECCION N#13	B-MENDEZ	11
	TOTAL=	20

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS		
INTERSECCION N#14	A-BOLIVAR	8
INTERSECCION N#14	B-BALLIVIAN	6
	TOTAL=	14

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS		
INTERSECCION N#15	A-BOLIVAR	1
INTERSECCION N#15	B-GENERAL TRIGO	9
	TOTAL=	10

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS		
INTERSECCION N#16	A-BOLIVAR	13
INTERSECCION N#16	B-DANIEL CAMPOS	9
	TOTAL=	22

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS		
INTERSECCION N#17	A1-COCHABAMBA	3
INTERSECCION N#17	A2-COCHABAMBA	2
INTERSECCION N#17	B-SUCRE	5
	TOTAL=	10

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS		
INTERSECCION N#18	A1-COCHABAMBA	6
INTERSECCION N#18	A2-COCHABAMBA	10
	TOTAL=	16

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS		
INTERSECCION N#19	A1-COCHABAMBA	3
INTERSECCION N#19	A2-COCHABAMBA	2
INTERSECCION N#19	B-BALLIVIAN	4
	TOTAL=	9

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS		
INTERSECCION N#20	A1-BELGRANO	6
INTERSECCION N#20	A2-BELGRANO	5
INTERSECCION N#20	B1-ESPAÑA	10
INTERSECCION N#20	B2-ESPAÑA	7
	TOTAL=	27

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS		
INTERSECCION N#21	A1-AV. JAIME PAZ Z.	1
INTERSECCION N#21	A2-AV. JAIME PAZ Z.	0
INTERSECCION N#21	A3-AV. JAIME PAZ Z.	0
INTERSECCION N#21	A4-AV. JAIME PAZ Z.	0
INTERSECCION N#21	B-PTE. BICENTENARIO	0
	TOTAL=	1

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS		
INTERSECCION N#22	A1-AV. VICTOR PAZ Z.	1
INTERSECCION N#22	A2-AV. VICTOR PAZ Z.	1
INTERSECCION N#22	A3-AV. VICTOR PAZ Z.	0
INTERSECCION N#22	B-PTE. SAN MARTIN	0
	TOTAL=	2

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS		
INTERSECCION N#23	A1-AV JAIME PAZ Z.	5
INTERSECCION N#23	A2-AV. JAIME PAZ Z.	0
	TOTAL=	5

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS		
INTERSECCION N#24	A1-AV. JAIME PAZ Z.	0
INTERSECCION N#24	A2-AV. JAIME PAZ Z.	0
INTERSECCION N#24	A3-AV. JAIME PAZ Z.	1
INTERSECCION N#24	A4-AV. JAIME PAZ Z.	7
INTERSECCION N#24	B1-JUAN JOSE PÉREZ E.	7
INTERSECCION N#24	B2-ESPAÑA	6
	TOTAL=	20

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS		
INTERSECCION N#25	A1-AV. LA PAZ	18
INTERSECCION N#25	A2-AV. LA PAZ	19
INTERSECCION N#25	B1-BELGRANO	8
INTERSECCION N#25	B2-BELGRANO	14
	TOTAL=	59

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS		
INTERSECCION N#26	A1-AV. LA PAZ	6
INTERSECCION N#26	A2-AV. LA PAZ	7
INTERSECCION N#26	B1-POTOSI	8
INTERSECCION N#26	B2-POTOSI	6
	TOTAL=	26

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS		
INTERSECCION N#27	A1-AV. LA PAZ	0
INTERSECCION N#27	A2-AV. LA PAZ	8
INTERSECCION N#27	B1-AV. CIRCUNVALACIÓN	2
INTERSECCION N#27	B2-AV. CIRCUNVALACIÓN	3
	TOTAL=	13

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS		
INTERSECCION N#28	A1-AV. CIRCUNVALACIÓN	4
INTERSECCION N#28	A2-AV. CIRCUNVALACIÓN	1
INTERSECCION N#28	B1-MEJILLONES	1
INTERSECCION N#28	B2-MEJILLONES	3
	TOTAL=	9

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS		
INTERSECCION N#29	A1-AV. CIRCUNVALACIÓN	4
INTERSECCION N#29	A2-AV. CIRCUNVALACIÓN	1
INTERSECCION N#29	B1-COLON	3
INTERSECCION N#29	B2-COLON	3
	TOTAL=	11

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS		
INTERSECCION N#30	A1-AV. CIRCUNVALACIÓN	3
INTERSECCION N#30	A2-AV. CIRCUNVALACIÓN	5
INTERSECCION N#30	B-AV. MONSEÑOR FONT	3
	TOTAL=	12

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4.4-6. Promedios finales de vehículos que paran (parada / h.)

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS		
INTERSECCION N#1	A-INGAVI	28
INTERSECCION N#1	B-STA. CRUZ	25
	TOTAL=	53

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS		
INTERSECCION N#2	A-DOMINGO PAZ	101
INTERSECCION N#2	B-CAMPERO	94
	TOTAL=	194

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS		
INTERSECCION N#3	A-DOMINGO PAZ	83
INTERSECCION N#3	B-SUCRE	45
	TOTAL=	128

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS		
INTERSECCION N#4	A-INGAVI	40
INTERSECCION N#4	B-CAMPERO	64
	TOTAL=	103

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS		
INTERSECCION N#5	A-INGAVI	79
INTERSECCION N#5	B-SUCRE	88
	TOTAL=	167

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS		
INTERSECCION N#6	A-INGAVI	90
INTERSECCION N#6	B-COLÓN	77
	TOTAL=	168

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS		
INTERSECCION N#7	A-15 DE ABRIL	45
INTERSECCION N#7	B-DANIEL CAMPOS	51
	TOTAL=	96

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS		
INTERSECCION N#8	A-15 DE ABRIL	59
INTERSECCION N#8	B-SUIPACHA	52
	TOTAL=	111

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS		
INTERSECCION N#9	A-15 DE ABRIL	31
INTERSECCION N#9	B-DELGADILLO	24
	TOTAL=	54

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS		
INTERSECCION N#10	A-DOMINGO PAZ	90
INTERSECCION N#10	B-COLÓN	70
	TOTAL=	160

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS		
INTERSECCION N#11	A-DOMINGO PAZ	34
INTERSECCION N#11	B-STA. CRUZ	30
	TOTAL=	64

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS		
INTERSECCION N#12	A-15 DE ABRIL	50
INTERSECCION N#12	B-GENERAL TRIGO	51
	TOTAL=	102

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS		
INTERSECCION N#13	A-BOLIVAR	42
INTERSECCION N#13	B-MENDEZ	36
	TOTAL=	78

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS		
INTERSECCION N#14	A-BOLIVAR	52
INTERSECCION N#14	B-BALLIVIAN	36
	TOTAL=	88

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS		
INTERSECCION N#15	A-BOLIVAR	68
INTERSECCION N#15	B-GENERAL TRIGO	41
	TOTAL=	109

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS		
INTERSECCION N#16	A-BOLIVAR	85
INTERSECCION N#16	B-DANIEL CAMPOS	55
	TOTAL=	139

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS		
INTERSECCION N#17	A1-COCHABAMBA	30
INTERSECCION N#17	A2-COCHABAMBA	31
INTERSECCION N#17	B-SUCRE	32
	TOTAL=	92

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS		
INTERSECCION N#18	A1-COCHABAMBA	80
INTERSECCION N#18	A2-COCHABAMBA	95
	TOTAL=	175

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS		
INTERSECCION N#19	A1-COCHABAMBA	30
INTERSECCION N#19	A2-COCHABAMBA	15
INTERSECCION N#19	B-BALLIVIAN	18
	TOTAL=	63

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS		
INTERSECCION N#20	A1-BELGRANO	17
INTERSECCION N#20	A2-BELGRANO	35
INTERSECCION N#20	B1-ESPAÑA	30
INTERSECCION N#20	B2-ESPAÑA	15
	TOTAL=	96

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS		
INTERSECCION N#21	A1-AV. JAIME PAZ Z.	30,2
INTERSECCION N#21	A2-AV. JAIME PAZ Z.	10
INTERSECCION N#21	A3-AV. JAIME PAZ Z.	11,5
INTERSECCION N#21	A4-AV. JAIME PAZ Z.	28,4
INTERSECCION N#21	B-PTE. BICENTENARIO	10
	TOTAL=	90

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS		
INTERSECCION N#22	A1-AV. VICTOR PAZ Z.	28
INTERSECCION N#22	A2-AV. VICTOR PAZ Z.	5
INTERSECCION N#22	A3-AV. VICTOR PAZ Z.	29
INTERSECCION N#22	B-PTE. SAN MARTIN	16
	TOTAL=	78

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS		
INTERSECCION N#23	A1-AV JAIME PAZ Z.	22
INTERSECCION N#23	A2-AV. JAIME PAZ Z.	10
	TOTAL=	33

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS		
INTERSECCION N#24	A1-AV. JAIME PAZ Z.	15
INTERSECCION N#24	A2-AV. JAIME PAZ Z.	129
INTERSECCION N#24	A3-AV. JAIME PAZ Z.	18
INTERSECCION N#24	A4-AV. JAIME PAZ Z.	137
INTERSECCION N#24	B1-JUAN JOSE PÉREZ E.	70
INTERSECCION N#24	B2-ESPAÑA	38
	TOTAL=	407

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS		
INTERSECCION N#25	A1-AV. LA PAZ	70
INTERSECCION N#25	A2-AV. LA PAZ	72
INTERSECCION N#25	B1-BELGRANO	38
INTERSECCION N#25	B2-BELGRANO	50
TOTAL=		230

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS		
INTERSECCION N#26	A1-AV. LA PAZ	35
INTERSECCION N#26	A2-AV. LA PAZ	26
INTERSECCION N#26	B1-POTOSI	24
INTERSECCION N#26	B2-POTOSI	33
TOTAL=		117

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS		
INTERSECCION N#27	A1-AV. LA PAZ	10
INTERSECCION N#27	A2-AV. LA PAZ	28
INTERSECCION N#27	B1-AV. CIRCUNVALACIÓN	33
INTERSECCION N#27	B2-AV. CIRCUNVALACIÓN	21
TOTAL=		92

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS		
INTERSECCION N#28	A1-AV. CIRCUNVALACIÓN	25
INTERSECCION N#28	A2-AV. CIRCUNVALACIÓN	23
INTERSECCION N#28	B1-MEJILLONES	22
INTERSECCION N#28	B2-MEJILLONES	23
TOTAL=		93

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS		
INTERSECCION N#29	A1-AV. CIRCUNVALACIÓN	20
INTERSECCION N#29	A2-AV. CIRCUNVALACIÓN	12
INTERSECCION N#29	B1-COLON	10
INTERSECCION N#29	B2-COLON	24
TOTAL=		65

PROMEDIO DE LAS TRES HORAS		
INTERSECCION N#30	A1-AV. CIRCUNVALACIÓN	55
INTERSECCION N#30	A2-AV. CIRCUNVALACIÓN	33
INTERSECCION N#30	B-AV. MONSEÑOR FONT	44
TOTAL=		132

Fuente: Elaboración propia.

4.5. DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO UTILIZANDO LOS MÉTODOS HCM 2000 Y HCM 2010.

Las intersecciones de estudio son semaforizadas y no semaforizadas, a continuación el detalle:

Tabla 4.5-1. Identificación de semaforización de las intersecciones.

Intersección N#1: Ingavi y Santa Cruz
Intersección no semaforizada
Intersección N#2: Domingo Paz y Campero
Intersección semaforizada
Intersección N#3: Domingo Paz y Sucre
Intersección semaforizada
Intersección N#4: Ingavi y Campero
Intersección semaforizada
Intersección N#5: Ingavi y Sucre
Intersección semaforizada
Intersección N#6: Ingavi y Colon
Intersección semaforizada
Intersección N#7: 15 de abril y Daniel Campos
Intersección semaforizada
Intersección N#8: 15 de abril y Suipacha
Intersección semaforizada
Intersección N#9: 15 de abril y Delgadillo
Intersección no semaforizada
Intersección N#10: Domingo Paz y Colón
Intersección semaforizada
Intersección N#11: Domingo Paz y Santa Cruz
Intersección no semaforizada
Intersección N#12: 15 de abril y General Trigo
Intersección semaforizada
Intersección N#13: Bolivar y Méndez
Intersección semaforizada
Intersección N#14: Bolivar y Ballivián
Intersección semaforizada
Intersección N#15: Bolivar y General Trigo
Intersección semaforizada
Intersección N#16: Bolivar y Daniel Campos
Intersección semaforizada
Intersección N#17: Cochabamba y Sucre
Intersección semaforizada
A1 - Cochabamba
A2 - Cochabamba
B - Sucre
Intersección N#18: Cochabamba y Venezuela
Intersección no semaforizada
A1 - Cochabamba
A2 - Cochabamba
B -Venezuela
Intersección N#19: Cochabamba y Ballivián
Intersección semaforizada
A1 - Cochabamba
A2 - Cochabamba
B - Ballivián

Intersección N#20: Belgrano y España

Intersección semaforizada

A1 - Belgrano

A2 - Belgrano

B1 - España

B2 - España

Intersección N#21: Av. Victor Paz Z. y Pte. Bicentenario

Intersección semaforizada.

A1 - Av. Victor Paz Z.

A2 - Av. Victor Paz Z.

A3 - Av. Victor Paz Z.

A4 - Av. Victor Paz Z.

B - Pte. Bicentenario

Intersección N#22: Av. Victor Paz Z. y Pte. San Martin

Intersección semaforizada y no semaforizada

A1 - Av. Victor Paz Z.

A2 - Av. Victor Paz Z.

A3 - Av. Victor Paz Z.

B - Pte. San Martin

Intersección N#23: Av. Jaime Paz Z. y Av. Monseñor Font.

Intersección no semaforizada

A1 - Av. Jaime Paz A.

A2 - Av. Jaime Paz A.

B - Monseñor Font

Intersección N#24: Av. Jaime Paz Z., Juan José Perez E. y España

Intersección semaforizada.

A1 - Av. Jaime Paz A.

A2 - Av. Jaime Paz A.

A3 - Av. Jaime Paz A.

A4 - Av. Jaime Paz A.

B1 - Juan José Perez E.

B2 - España

Intersección N#25: Av. La Paz y Belgrano

Intersección semaforizada

A1 - Av. La Paz

A2 - Av. La Paz

B1 - Belgrano

B2 - Belgrano

Intersección N#26: Av. La Paz y Av. Potosí

Intersección semaforizada

A1 - Av. La Paz

A2 - Av. La Paz

B1 - Av. Potosí

B2 - Av. Potosí

Intersección N#27: Av. La Paz y Av. Circunvalación.

Intersección semaforizada.

A1 - Av. La Paz

A2 - Av. La Paz

B1 - Av. Circunvalación

B2 - Av. Circunvalación

Intersección N#28: Av. Circunvalación y Mejillones

Intersección semaforizada.

A1 - Av. Circunvalación

A2 - Av. Circunvalación

B1 - Mejillones

B2 - Mejillones

Intersección N#29: Av. Circunvalación y Colón

Intersección semaforizada.

A1 -Av. Circunvalación

A2 -Av. Circunvalación

B1 - Colón

B2 - Colón

Intersección N#30: Av. Circunvalación y Monseñor Font

Intersección semaforizada.

A1 -Av. Circunvalación

A2 -Av. Circunvalación

B - Monseñor Font

TOTAL INTERSECCIONES:	30
(5 INTERSECCIONES SIN SEMAFORIZACIÓN Y 25 INTERSECCIONES SEMAFORIZADAS)	
TOTAL ACCESOS:	82

Fuente: Elaboración propia.

Una vez identificadas las intersecciones, procedemos a determinar los parámetros para cada metodología que son; el módulo de entrada, módulo de ajuste de volumen y módulo de flujo de saturación para el método HCM 2000 y HCM 2010 para cada acceso de las intersecciones. Con el cálculo de los módulos se obtendrá la capacidad y el nivel de servicio para cada acceso e intersección.

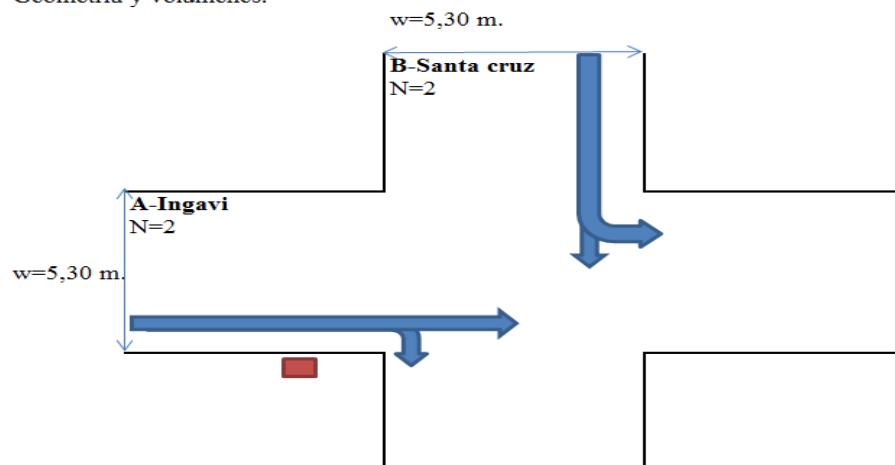
INTERSECCIÓN I

- Módulo de entrada:**

Intersección N#1: Ingavi y Santa Cruz

Intersección no semaforizada

Geometría y volúmenes:



Donde:

- N es el número de carriles.
-  Señal de paradas de autobús.
- W es el ancho del acceso

❖ A continuación el detalle del cálculo de todos los módulos por el HCM 2000 para la intersección N#1 acceso Ingavi.

- **Módulo de ajuste de volumen:**

1. Valor de flujo de máxima demanda:

$$V_P = V / PHF$$

Dónde:

V_P = Valor de flujo en v/h.

V = Volumen total horario en v/h.

PHF = Factor horario de máxima demanda, según manual HCM 2000 el factor horario es de 0.980.

$$V_P = 405 \text{ v/h.} / 0.98 = 412.93 \text{ v/h.}$$

2. Ajuste del valor de flujo por carril de utilización:

$$V = V_g * U$$

Dónde:

V = Valor de flujo de demanda ajustado.

V_g = Valor de flujo de demanda en v/h.

U = Factor de utilización de carriles.

Para este caso se usará el factor de carril 1, porque solo un carril es utilizado.

$$V = V_g * U = 412.93 \text{ v/h.} * 1 = 412.93 \text{ v/h.}$$

3. Registro de proporción de vueltas derechas e izquierdas en el acceso:

$$P_{LT} = V_{LT}/v$$

$$P_{RT} = V_{RT}/v$$

Dónde:

P_{LT} y P_{RT} = Proporción de vueltas izquierda y derecha de los vehículos en el acceso, expresado en decimales.

V_{LT} y V_{RT} = Valores de flujo de vuelta izquierda y derecha en v/h.

$$P_{LT} = 0/405 \text{ v/h.} = 0$$

$$P_{RT} = 56 \text{ v/h.} / 405 \text{ v/h.} = 0.138$$

- **Módulo de flujo de saturación.**

$$s = s_0 * N * f_w * f_{hv} * f_g * f_p * f_{bb} * f_a * f_{RT} * f_{LT}$$

Dónde:

S = Valor de flujo de saturación para el acceso, en las condiciones prevalecientes v/h.

S₀ = Valor del flujo de saturación ideal, generalmente 1900 v/h, valor asignado por el manual HCM 2000.

N = Número de carriles de operación en el acceso.

f_w, f_{hv}, f_g, f_p, f_{bb}, f_a, f_{RT}, f_{LT} = Son factores de ajuste, a continuación el cálculo:

1. Factor de ajuste por ancho de carril (Fw).

$$Fw = 1 + (w - 3.6) / 9$$

Dónde:

Fw = Factor de ajuste por ancho de carril.

W = Ancho de carril en m.

$$Fw = 1 + (2.65 - 3.6) / 9 = 0.894$$

2. Factor de ajuste por la presencia de vehículos pesados (f_{hv}).

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

Dónde:

f_{hv} = Factor de ajuste por la presencia de vehículos pesados.

% PHV = Porcentaje de vehículos pesados (%).

ET = 2.0 pc / HV.

$$fhv = \frac{100}{100 + 0(2 - 1)} = 1$$

3. Factor de ajuste para la pendiente del acceso (f_g).

Como la pendiente en el acceso no es ascendente mayor a +10, ni descendente menor a -6 $\longrightarrow$ **Fg=1**

4. Factor de ajuste por la existencia de estacionamiento (f_p).

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

Dónde:

F_p = Factor de ajuste por la existencia de estacionamiento.

N = Número de carril utilizado como carril de estacionamiento.

N_m = Número de maniobras de estacionamiento por hora (maniobras / h).

$$f_p = \frac{1 - 0.1 - 18 * 11/3600}{1} = 0.847$$

5. Factor de ajuste por bloqueo de paradas de autobuses (f_{bb}).

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

Dónde:

F_{bb} = Factor de ajuste por el número de paradas de autobuses.

N = Número de carril que utiliza para realizar paradas de autobuses.

NB = Número de autobuses que realizan paradas en una hora (parada / h).

$$f_{bb} = \frac{1 - 14.4 * \frac{28}{3600}}{1} = 0.888$$

6. Factor de ajuste por el tipo de área (f_a).

Como pertenece al centro urbano $\longrightarrow$ **fa = 0.90**

7. Factor de ajuste por vueltas derechas (f_{RT}).

$$f_{RT} = 1 - (0.15) * P_{RT}$$

Dónde:

f_{RT} = Factor de ajuste por vueltas derechas.

P_{RT} = Proporción de vueltas derechas.

Cuando no exista giro derecho en el acceso, el factor F_{RT} sera igual a 1.

$$f_{RT} = 1 - (0.15) * 0.138 = 0.979$$

8. Factor de ajuste por vueltas izquierdas (f_{LT}).

$$f_{LT} = 1 / (1 + 0.05 P_{LT})$$

Dónde:

f_{LT} = Factor de ajuste por vueltas izquierdas.

P_{LT} = Proporción de vueltas izquierdas.

Cuando no exista giro izquierdo en el acceso, el factor F_{LT} sera igual a 1.

$$f_{LT} = 1 / (1 + 0.05 * 0) = 1$$

Con todos los factores de ajuste se procede a calcular el módulo del flujo de saturación:

$$s = s_0 * N * f_w * f_{hv} * f_g * f_p * f_{bb} * f_a * f_{RT} * f_{LT}$$

$$s = 1900 * 1 * 0.894 * 1 * 1 * 0.847 * 0.88 * 0.99 * 0.979 * 1 = 1126.41 \text{ v/h.}$$

- **Módulo de capacidad y nivel de servicio para intersecciones sin semaforización.**

1. Ajuste de flujo de saturación será la capacidad del acceso.

$$C = 1126.41 \text{ v/h.}$$

2. Calculado el valor de flujo de demanda ajustado (V), se lo debe dividir con el valor del flujo de saturación (capacidad), cuyo valor obtenido es la relación de flujo v/c.

$$V/C = 412.93 \text{ v/h.} / 1126.41 \text{ v/h.} = 0.367$$

3. Obtenido el valor de la relación de flujo v/c (factor de carga), se debe ingresar a la tabla 2.5-1 de niveles de servicio y obtener la clasificación que corresponda.

$$V/C = 0.367 \longrightarrow \text{N. S.} = \text{D}$$

Siguiendo estos pasos se procede al cálculo de los módulos del acceso Sta. Cruz, para determinar su capacidad y nivel de servicio.

Finalmente obtenido el nivel de servicio de todos los accesos de la intersección, se determina el nivel de servicio por intersección, cuyo valor será designado de acuerdo al nivel de servicio más crítico de ambos.

Intersección N#1:

Acceso: Ingavi $\longrightarrow$ N.S. = D

Acceso: Sta. Cruz $\longrightarrow$ N.S. = D

Intersección Ingavi & Sta. Cruz $\longrightarrow$ N. S. = D

❖ A continuación el cálculo de todos los módulos por el manual HCM 2010 para la intersección N#1 acceso Ingavi.

- **Módulo de ajuste de volumen:**

1. Valor de flujo de máxima demanda:

$$V_p = V / PHF$$

Dónde:

V_p = Valor de flujo en v/h.

V = Volumen total horario en v/h.

PHF = Factor horario de máxima demanda, según manual HCM 2010 el factor horario es de 0.90 para volúmenes inferiores a 1000 veh/h.

$$V_p = 405 \text{ v/h.} / 0.90 = 449.63 \text{ v/h.}$$

2. Ajuste del valor de flujo por carril de utilización:

$$V = V_g * U$$

Dónde:

V = Valor de flujo de demanda ajustado.

V_g = Valor de flujo de demanda en v/h.

U = Factor de utilización de carriles.

Para este caso se usará el factor de carril 1, porque solo un carril es utilizado.

$$V = V_g * U = 449.63 \text{ v/h.} * 1 = 449.63 \text{ v/h.}$$

- **Módulo de flujo de saturación.**

$$s = s_o * N * f_w * f_{hv} * f_g * f_p * f_{bb} * f_a * f_{RT} * f_{LT}$$

Dónde:

S = Valor de flujo de saturación para el acceso, en las condiciones prevalecientes v/h.

S_o = Valor del flujo de saturación ideal, generalmente 1900 v/h, valor asignado por el manual HCM 2010.

N = Número de carriles de operación en el acceso.

$f_w, f_{hv}, f_g, f_p, f_{bb}, f_a, f_{RT}, f_{LT}$ = Son factores de ajuste, a continuación el cálculo:

1. Factor de ajuste por ancho de carril (f_w).

Según tabla 2.6-4 para anchos de carril menores a 10 ft será 0.96, como nuestro ancho de carril es de 2.65 m. (8.7 ft) $\longrightarrow f_w = 0.96$

2. Factor de ajuste por la presencia de vehículos pesados (f_{hv}).

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

Dónde:

f_{hv} = Factor de ajuste por la presencia de vehículos pesados.

% PHV = Porcentaje de vehículos pesados (%).

ET = 2.0 pc / HV.

$$fhv = \frac{100}{100 + 0(2 - 1)} = 1$$

3. Factor de ajuste para la pendiente del acceso (f_g).

Como la pendiente en el acceso no es ascendente mayor a +10, ni descendente menor a -6 $\rightarrow F_g=1$

4. Factor de ajuste por la existencia de estacionamiento (f_p).

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

Dónde:

F_p = Factor de ajuste por la existencia de estacionamiento.

N = Número de carril utilizado como carril de estacionamiento.

N_m = Número de maniobras de estacionamiento por hora (maniobras / h).

$$f_p = \frac{1 - 0.1 - \frac{18 * 11}{3600}}{1} = 0.847$$

5. Factor de ajuste por bloqueo de paradas de autobuses (f_{bb}).

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

Dónde:

F_{bb} = Factor de ajuste por el número de paradas de autobuses.

N = Número de carril que utiliza para realizar paradas de autobuses.

NB = Número de autobuses que realizan paradas en una hora (parada / h).

$$f_{bb} = \frac{1 - 14.4 * \frac{28}{3600}}{1} = 0.888$$

6. Factor de ajuste por el tipo de área (fa).

Como pertenece al centro urbano $\rightarrow fa = 0.90$

7. Factor de ajuste por vueltas derechas (frt).

$$f_{rt} = 1 - (1/E_{rt})$$

Dónde:

f_{RT} = Factor de ajuste por vueltas derechas.

E_{rt} = Porcentaje de vehiculos que giran a la derecha (%).

Cuando no exista giro derecho en el acceso, se debe tomar un factor de ajuste por vueltas derechas de 1.18.

$$f_{rt} = 1 - (1/13.87) = 0.93$$

8. Factor de ajuste por vueltas izquierdas (flt).

$$f_{lt} = 1 - (1/E_{lt})$$

Dónde:

f_{LT} = Factor de ajuste por vueltas izquierdas.

E_{lt} = Porcentaje de vehiculos que giran a la izquierda.

Cuando no existe giro izquierdo en el acceso, se debe tomar un factor de ajuste por vueltas izquierdas de 1.05.

$$F_{lt} = 1 - (1/0) = 1.05$$

Con todos los factores de ajuste se procede a calcular el módulo del flujo de saturación:

$$s = s_0 * N * f_w * f_{lv} * f_g * f_p * f_{bb} * f_a * f_{RT} * f_{LT}$$

$$s = 1900 * 1 * 0.96 * 1 * 1 * 0.847 * 0.88 * 0.9 * 0.93 * 1.05 = 1202.92 \text{ v/h.}$$

- **Módulo de capacidad y nivel de servicio para intersecciones sin semaforización.**

1. Ajuste de flujo de saturación será la capacidad del acceso.

$$C = 1202.92 \text{ v/h.}$$

2. Calculado el valor de flujo de demanda ajustado (V), se lo debe dividir con el valor del flujo de saturación (capacidad), cuyo valor obtenido es la relación de flujo v/c.

$$V/C = 449.63 \text{ v/h.} / 1202.92 \text{ v/h.} = 0.374$$

3. Obtenido el valor de la relación de flujo v/c (factor de carga), se debe ingresar a la tabla 2.6-1 de niveles de servicio y obtener la clasificación que corresponda.

$$V/C = 0.374 \longrightarrow \text{N. S.} = \text{D}$$

Siguiendo estos pasos se procede al cálculo de los módulos del acceso Sta. Cruz, para determinar su capacidad y nivel de servicio.

Finalmente obtenido el nivel de servicio de todos los accesos de la intersección, se determina el nivel de servicio por intersección, cuyo valor será designado de acuerdo al nivel de servicio más crítico de ambos.

Intersección N#1:

Acceso: Ingavi $\longrightarrow$ N.S. = D

Acceso: Sta. Cruz $\longrightarrow$ N.S. = D

Intersección Ingavi & Sta. Cruz $\longrightarrow$ N. S. = D

Resumen:

Intersección N#1 Ingavi & Sta. Cruz.

HCM 2000 N. S. = D

HCM 2010 N. S. = D

Método HCM 2000.

Acceso	VTH (veh/h)	% Giro derecha	% Giro Izq.	% HV	% Pend.	Ancho de acceso(m)	Ancho de carril(m)	Nm	NB	Número de Carril	Carril p/ est.	Número de Carril p/ est.
A-INGAVI	405	13,87	0	0	<10	5,3	2,65	11	28	2	Si	1
B-STA.CRUZ	436	0	22,84	0	<10	5,3	2,65	11	25	2	Si	1

Donde:

VTH: Volumen total horario veh/h

Pend.: Pendiente %

%HV: Porcentaje de vehículos pesados

Nm: Maniobras de estacionamiento/hora

NB: Paradas de autobuses/hora

PHF: Factor de hora pico

MODULO DE AJUSTE DE VOLUMENES:

Acceso	Volumen (VTH)	PHF	Valor de flujo	Número de carril de operación	Factor de utilización	Valor de flujo ajustado	PRT proporción de vueltas derechas	PLT proporción de vueltas izquierda
A-INGAVI	405	0,98	412,93	1	1	412,93	0,14	0
B-STA.CRUZ	436	0,98	445,12	1	1	445,12	0	0,23

MODULO DE FLUJO DE SATURACION:

Acceso	So Flujo ideal de saturación	Número de carril de operación	Factores de ajuste								Ajuste de flujo de saturación
			Fw	f _{hv}	f _g	f _p	f _{bb}	f _a	f _{RT}	f _{LT}	
A-INGAVI	1900	1	0,894	1	1	0,847	0,888	0,9	0,979	1	1126,41
B-STA.CRUZ	1900	1	0,894	1	1	0,844	0,899	0,9	1	0,989	1147,30

ANALISIS DE CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO:

Acceso	Ajuste del valor de flujo(Volumen)	Ajuste de flujo de saturación(Capacidad)	Relación de flujo VIC	Nivel de servicio
A-INGAVI	412,93	1126,41	0,367	D
B-STA.CRUZ	445,12	1147,30	0,388	D

Método HCM 2010.

Acceso	VTH (veh/h)	% Giro derecha	% Giro Izq.	% HV	% Pend.	Ancho de acceso(m)	Ancho de carril(m)	Nm	NB	Número de Carril	Carril pl est.	Número de Carril pl est.
A-INGAVI	405	13,87	0	0	<10	5,3	2,65	11	28	2	Si	1
B-STA.CRUZ	436	0	22,84	0	<10	5,3	2,65	11	25	2	Si	1

Donde:

VTH: Volumen total horario veh/h

Pend.: Pendiente %

%HV: Porcentaje de vehículos pesados

Nm: Maniobras de estacionamiento/hora

NB: Paradas de autobuses/hora

PHF: Factor de hora pico

MODULO DE AJUSTE DE VOLUMENES:

Acceso	Volumen (VTH)	PHF	Valor de flujo	Número de carril de operación	Factor de utilización	Valor de flujo ajustado
A-INGAVI	405	0,90	449,63	1	1	449,63
B-STA.CRUZ	436	0,90	484,69	1	1	484,69

MODULO DE FLUJO DE SATURACION:

Acceso	So Flujo ideal de saturación	Número de carril de operación	Factores de ajuste								Ajuste de flujo de saturación
			Fw	fhw	fg	fp	fbw	fa	fRT	fLT	
A-INGAVI	1900	1	0,960	1	1	0,847	0,888	0,9	0,93	1,05	1202,92
B-STA.CRUZ	1900	1	0,960	1	1	0,844	0,899	0,9	1,18	0,956	1405,28

ANALISIS DE CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO:

Acceso	Ajuste del valor de flujo(Volumen)	Ajuste de flujo de saturación(Capacidad)	Relación de flujo VIC	Nivel de servicio
A-INGAVI	449,63	1202,92	0,374	D
B-STA.CRUZ	484,69	1405,28	0,345	D

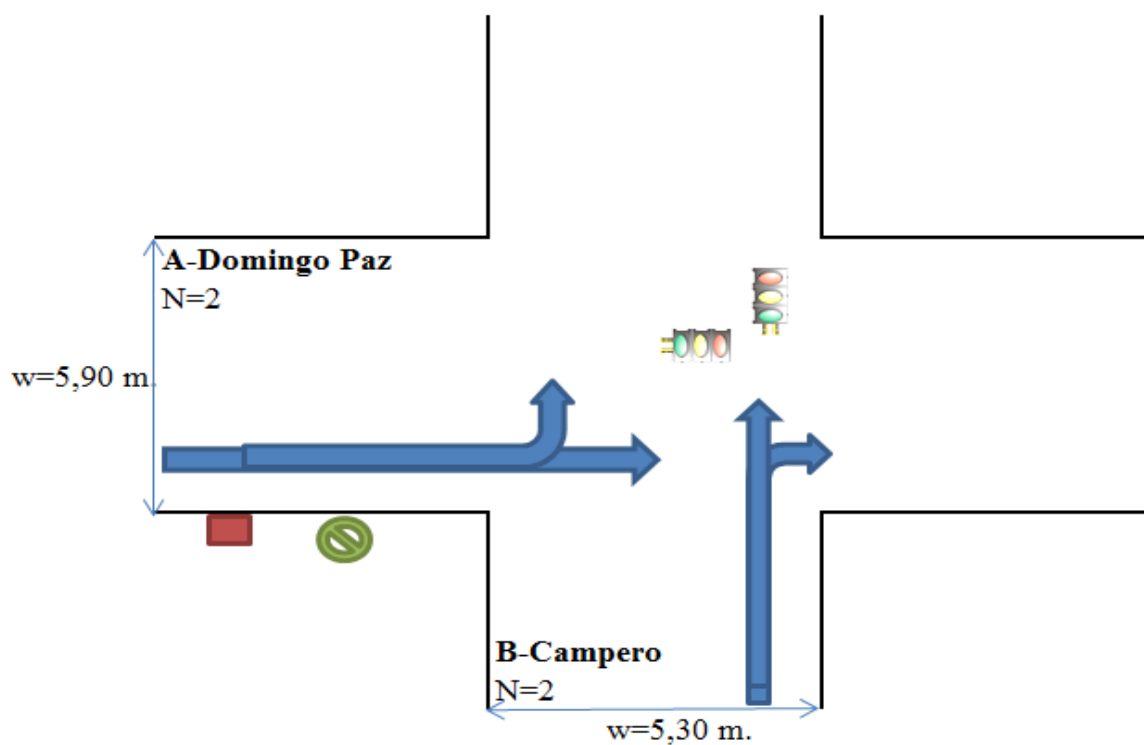
INTERSECCIÓN II

- Módulo de entrada:

Intersección N#2: Domingo Paz y Campero

Intersección semaforizada

Geometría y volúmenes:



Donde:

- N es el número de carriles.
- Señal de paradas de autobús.
- W es el ancho del acceso
- Prohibido estacionar.
- Semáforo

FASES	Tiempo de luz verde (seg.)	Tiempo de luz amarillo (seg.)	Tiempo de luz roja (seg.)	Tiempo del ciclo (seg.)
A-Primera fase	19	2	19	40
B-Segunda fase	14	2	20	36

❖ A continuación el detalle del cálculo de todos los módulos por el HCM 2000 para la intersección N#2 acceso Domingo Paz.

- **Módulo de ajuste de volumen:**

2. Valor de flujo de máxima demanda:

$$V_P = V / PHF$$

Dónde:

V_P = Valor de flujo en v/h.

V = Volumen total horario en v/h.

PHF = Factor horario de máxima demanda, según manual HCM 2000 el factor horario es de 0.980.

$$V_P = 361 \text{ v/h.} / 0.98 = 368.37 \text{ v/h.}$$

2. Ajuste del valor de flujo por carril de utilización:

$$V = V_g * U$$

Dónde:

V = Valor de flujo de demanda ajustado.

V_g = Valor de flujo de demanda en v/h.

U = Factor de utilización de carriles.

Para este caso se usará el factor de carril 1, porque solo un carril es utilizado.

$$V = V_g * U = 368.37 \text{ v/h.} * 1 = 368.37 \text{ v/h.}$$

3. Registro de proporción de vueltas derechas e izquierdas en el acceso:

$$P_{LT} = V_{LT}/v$$

$$P_{RT} = V_{RT}/v$$

Dónde:

P_{LT} y P_{RT} = Proporción de vueltas izquierda y derecha de los vehículos en el acceso, expresado en decimales.

V_{LT} y V_{RT} = Valores de flujo de vuelta izquierda y derecha en v/h.

$$P_{LT} = 67/361 = 18.3$$

$$P_{RT} = 0/361 = 0$$

- **Módulo de flujo de saturación.**

$$s = s_o * N * f_w * f_{hv} * f_g * f_p * f_{bb} * f_a * f_{RT} * f_{LT}$$

Dónde:

S = Valor de flujo de saturación para el acceso, en las condiciones prevalecientes v/h.

S_o = Valor del flujo de saturación ideal, generalmente 1900 v/h, valor asignado por el manual HCM 2000.

N = Número de carriles de operación en el acceso.

f_w, f_{hv}, f_g, f_p, f_{bb}, f_a, f_{RT}, f_{LT} = Son factores de ajuste, a continuación el cálculo:

1. Factor de ajuste por ancho de carril (F_w).

$$F_w = 1 + (w - 3.6) / 9$$

Dónde:

F_w = Factor de ajuste por ancho de carril.

W = Ancho de carril en m.

$$F_w = 1 + (2.95 - 3.6) / 9 = 0.928$$

2. Factor de ajuste por la presencia de vehículos pesados (f_{hv}).

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

Dónde:

f_{hv} = Factor de ajuste por la presencia de vehículos pesados.

% PHV = Porcentaje de vehículos pesados (%).

ET = 2.0 pc / HV.

$$f_{hv} = \frac{100}{100 + 0(2 - 1)} = 1$$

3. Factor de ajuste para la pendiente del acceso (f_g).

Como la pendiente en el acceso no es ascendente mayor a +10, ni descendente menor a -6 $\rightarrow$ **Fg=1**

4. Factor de ajuste por la existencia de estacionamiento (f_p).

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

Dónde:

Fp = Factor de ajuste por la existencia de estacionamiento.

N = Número de carril utilizado como carril de estacionamiento.

Nm = Número de maniobras de estacionamiento por hora (maniobras / h).

$$f_p = \frac{1 - 0.1 - 18 * \frac{0}{3600}}{1} = 0.898$$

5. Factor de ajuste por bloqueo de paradas de autobuses (f_{bb}).

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

Dónde:

Fbb = Factor de ajuste por el número de paradas de autobuses.

N = Número de carril que utiliza para realizar paradas de autobuses.

NB = Número de autobuses que realizan paradas en una hora (parada / h).

$$f_{bb} = \frac{1 - 14.4 * \frac{101}{3600}}{1} = 0.598$$

6. Factor de ajuste por el tipo de área (f_a).

Como pertenece al centro urbano $\rightarrow$ **fa = 0.90**

7. Factor de ajuste por vueltas derechas (f_{RT}).

$$f_{RT} = 1 - (0.15) * P_{RT}$$

Dónde:

f_{RT} = Factor de ajuste por vueltas derechas.

P_{RT} = Proporción de vueltas derechas.

Cuando no exista giro derecho en el acceso, el factor F_{RT} será igual a 1.

$$f_{RT} = 1 - (0.15) * 0 = 1$$

8. Factor de ajuste por vueltas izquierdas (f_{LT}).

$$f_{LT} = 1 / (1 + 0.05 P_{LT})$$

Dónde:

f_{LT} = Factor de ajuste por vueltas izquierdas.

P_{LT} = Proporción de vueltas izquierdas.

Cuando no exista giro izquierdo en el acceso, el factor F_{LT} será igual a 1.

$$f_{LT} = 1 / (1 + 0.05 * 0.18) = 0.991$$

Con todos los factores de ajuste se procede a calcular el módulo del flujo de saturación:

$$s = s_0 * N * f_w * f_{hv} * f_g * f_p * f_{bb} * f_a * f_{RT} * f_{LT}$$

$$s = 1900 * 1 * 0.928 * 1 * 1 * 0.898 * 0.598 * 0.9 * 1 * 0.991 = 844.1 \text{ v/h.}$$

- **Módulo de capacidad y nivel de servicio para intersecciones con semaforización.**

1. Se calcula el valor de la relación de flujo, dividiendo el valor del flujo de demanda ajustado (V) con el valor de flujo de saturación.

$$V / S = 368.37 \text{ v/h.} / 844.10 \text{ v/h.} = 0.436$$

2. Se debe calcular la relación de luz verde, dividiendo el tiempo de luz verde con el tiempo total del ciclo del semáforo.

$$g / c = 19 \text{ seg.} / 40 \text{ seg.} = 0.475$$

3. La capacidad del carril se obtendrá multiplicando el valor del flujo de saturación con la relación de luz verde:

$$c_i = s_i \frac{g_i}{C}$$

Dónde:

Ci = Capacidad (veh/h).

Si = Flujo de saturación (veh/h).

gi / C = Relación verde eficaz para grupo carril i .

$$c = 844.10 \frac{v}{h} * 0.475 = 400.95 \text{ v/h.}$$

4. Calculado el valor de flujo de demanda ajustado (V), se lo debe dividir con el valor la capacidad, cuyo valor obtenido es la relación de flujo v/c.

$$V/C = 368.37 \text{ v/h.} / 400.95 \text{ v/h.} = 0.92$$

5. Determinación de la demora promedio:

$$d = d_1 + d_2$$

Así:

$$d_1 = \frac{0.30C[1 - (g/C)^2]}{[1 - (g/C)(X)]}$$

$$d_2 = 173X^2 \left[(X - 1) + \sqrt{(x - 1)^2 + (16X/c)} \right]$$

Dónde:

d = Demora promedio por parada de vehículo para el acceso en seg/veh.

C = Duración total del ciclo en seg.

g/C = Relación de luz verde para el acceso.

X = Relación v/c para cada acceso.

c = Capacidad del acceso.

$$d_1 = \frac{0.30 * 400.95 * (1 - 0.475)^2}{1 - (0.475) * 0.92} = 5.86 \text{ seg.}$$

$$d2 = 173 * 0.92^2((0.92 - 1) + \sqrt{(0.92 - 1)^2 + \left(16 * \frac{0.92}{400.95}\right)})$$

$$= 18.69 \text{ seg.}$$

$$d = 5.860 \text{ seg.} + 18.69 \text{ seg} = 24.549 \text{ seg.}$$

6. Una vez que se haya obtenido la demora promedio por vehículo se consulta la tabla 2.5-2 para determinar los niveles de servicio LOS.

$$d = 24.549 \text{ seg.} \longrightarrow N.S = C$$

Siguiendo estos pasos se procede al cálculo de los módulos del acceso Campero, para determinar su capacidad y nivel de servicio.

Finalmente obtenido el nivel de servicio de todos los accesos de la intersección, se determina el nivel de servicio por intersección, cuyo valor será designado de acuerdo al nivel de servicio más crítico de ambos.

Intersección N#2:

Acceso: Domingo Paz $\longrightarrow$ N.S. = C

Acceso: Campero $\longrightarrow$ N.S. = E

Intersección Domingo Paz & Campero $\longrightarrow$ N. S. = E

❖ A continuación el cálculo de todos los módulos por el manual HCM 2010 para la intersección N#2 acceso Domingo Paz.

- **Módulo de ajuste de volumen:**

1. Valor de flujo de máxima demanda:

$$V_P = V / PHF$$

Dónde:

V_P = Valor de flujo en v/h.

V = Volumen total horario en v/h.

PHF = Factor horario de máxima demanda, según manual HCM 2010 el factor horario es de 0.90 para volúmenes inferiores a 1000 veh/h.

$$V_p = 361 \text{ v/h.} / 0.90 = 401.11 \text{ v/h.}$$

2. Ajuste del valor de flujo por carril de utilización:

$$V = V_g * U$$

Dónde:

V = Valor de flujo de demanda ajustado.

V_g = Valor de flujo de demanda en v/h.

U = Factor de utilización de carriles.

Para este caso se usará el factor de carril 1, porque solo un carril es utilizado.

$$V = V_g * U = 401.11 \text{ v/h} * 1 = 401.11 \text{ v/h.}$$

- **Módulo de flujo de saturación.**

$$s = s_o * N * f_w * f_{hv} * f_g * f_p * f_{bb} * f_a * f_{RT} * f_{LT}$$

Dónde:

S = Valor de flujo de saturación para el acceso, en las condiciones prevalecientes v/h.

S_o = Valor del flujo de saturación ideal, generalmente 1900 v/h., valor asignado por el manual HCM 2010.

N = Número de carriles de operación en el acceso.

$f_w, f_{hv}, f_g, f_p, f_{bb}, f_a, f_{RT}, f_{LT}$ = Son factores de ajuste, a continuación el cálculo:

1. Factor de ajuste por ancho de carril (f_w).

Según tabla 2.6-4 para anchos de carril menores a 10 ft será 0.96, como nuestro ancho de carril es de 2.95 m. (9.7 ft) $\longrightarrow f_w = 0.96$

2. Factor de ajuste por la presencia de vehículos pesados (f_{hv}).

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

Dónde:

f_{hv} = Factor de ajuste por la presencia de vehículos pesados.

% PHV = Porcentaje de vehículos pesados (%).

ET = 2.0 pc / HV.

$$f_{hv} = \frac{100}{100 + 0(2 - 1)} = 1$$

3. Factor de ajuste para la pendiente del acceso (f_g).

Como la pendiente en el acceso no es ascendente mayor a +10, ni descendente menor a -6 $\rightarrow F_g=1$

4. Factor de ajuste por la existencia de estacionamiento (f_p).

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

Dónde:

F_p = Factor de ajuste por la existencia de estacionamiento.

N = Número de carril utilizado como carril de estacionamiento.

N_m = Número de maniobras de estacionamiento por hora (maniobras / h).

$$f_p = \frac{1 - 0.1 - 18 * 0/3600}{1} = 0.898$$

5. Factor de ajuste por bloqueo de paradas de autobuses (f_{bb}).

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

Dónde:

F_{bb} = Factor de ajuste por el número de paradas de autobuses.

N = Número de carril que utiliza para realizar paradas de autobuses.

NB = Número de autobuses que realizan paradas en una hora (parada / h).

$$f_{bb} = \frac{1 - 14.4 * \frac{101}{3600}}{1} = 0.598$$

6. Factor de ajuste por el tipo de área (fa).

Como pertenece al centro urbano $\longrightarrow$ **fa = 0.90**

7. Factor de ajuste por vueltas derechas (f_{rt}).

$$F_{rt} = 1 - (1/E_{rt})$$

Dónde:

f_{RT} = Factor de ajuste por vueltas derechas.

E_{rt} = Porcentaje de vehiculos que giran a la derecha (%).

Cuando no exista giro derecho en el acceso, se debe tomar un factor de ajuste por vueltas derechas de 1.18.

$$f_{rt} = 1 - (1/0) = 1.18$$

8. Factor de ajuste por vueltas izquierdas (f_{lt}).

$$f_{lt} = 1 - (1/E_{lt})$$

Dónde:

f_{LT} = Factor de ajuste por vueltas izquierdas.

E_{lt} = Porcentaje de vehiculos que giran a la izquierda.

Cuando no existe giro izquierdo en el acceso, se debe tomar un factor de ajuste por vueltas izquierdas de 1.05.

$$f_{lt} = 1 - (1/18.39) = 0.946$$

Con todos los factores de ajuste se procede a calcular el módulo del flujo de saturación:

$$s = s_o * N * f_w * f_{hv} * f_g * f_p * f_{bb} * f_a * f_{RT} * f_{LT}$$

$$s = 1900 * 1 * 0.96 * 1 * 1 * 0.898 * 0.598 * 0.9 * 1.18 * 0.946 = 983.55 \text{ v/h.}$$

- **Módulo de capacidad y nivel de servicio para intersecciones con semaforización.**

1. Se calcula el valor de la relación de flujo, dividiendo el valor del flujo de demanda ajustado (V) con el valor de flujo de saturación.

$$V / S = 401.11 \text{ v/h.} / 983.55 \text{ v/h.} = 0.408$$

2. Se debe calcular la relación de luz verde, dividiendo el tiempo de luz verde con el tiempo total del ciclo del semáforo.

$$g / c = 19 \text{ seg.} / 40 \text{ seg.} = 0.475$$

3. La capacidad del carril se obtendrá multiplicando el valor del flujo de saturación con la relación de luz verde:

$$c_i = s_i \frac{g_i}{C}$$

Dónde:

Ci = Capacidad (v/h).

Si = Flujo de saturación (v/h).

gi / C = Relación verde eficaz para grupo carril i .

$$c = 983.55 \frac{v}{h} * 0.475 = 467.19 \text{ v/h.}$$

4. Calculado el valor de flujo de demanda ajustado (V), se lo debe dividir con el valor la capacidad, cuyo valor obtenido es la relación de flujo v/c.

$$V/C = 401.11 \text{ v/h.} / 467.19 \text{ v/h.} = 0.86$$

5. Determinación de la demora promedio:

$$d = d_1 + d_2$$

Así:

$$d_1 = \frac{0.30C[1 - (g/C)^2]}{[1 - (g/C)(X)]}$$

$$d_2 = 173X^2 \left[(X - 1) + \sqrt{(x - 1)^2 + (16X/c)} \right]$$

Dónde:

d = Demora promedio por parada de vehículo para el acceso en seg/v.

C = Duración total del ciclo en seg.

g/C = Relación de luz verde para el acceso.

X = Relación v/c para cada acceso.

c = Capacidad del acceso.

$$d1 = \frac{0.30 * 401.11 * (1 - 0.475)^2}{1 - (0.475) * 0.92} = 5.59 \text{ seg.}$$

$$d2 = 173 * 0.86^2 ((0.86 - 1) + \sqrt{(0.86 - 1)^2 + \left(16 * \frac{0.86}{401.11}\right)})$$

$$= 8.731 \text{ seg.}$$

$$d = 5.59 \text{ seg.} + 8.731 \text{ seg} = 14.316 \text{ seg.}$$

6. Una vez que se haya obtenido la demora promedio por vehículo se consulta la tabla 2.6-2 para determinar los niveles de servicio LOS.

$$d = 14.316 \text{ seg.} \longrightarrow N.S = B$$

Siguiendo estos pasos se procede al cálculo de los módulos del acceso Campero, para determinar su capacidad y nivel de servicio.

Finalmente obtenido el nivel de servicio de todos los accesos de la intersección, se determina el nivel de servicio por intersección, cuyo valor será designado de acuerdo al nivel de servicio más crítico de ambos.

Intersección N#2:

Acceso: Domingo Paz $\longrightarrow$ N.S. = B

Acceso: Campero $\longrightarrow$ N.S. = C

Intersección Domingo Paz & Campero $\longrightarrow$ N. S. = C

Resumen:

Intersección N#2 Domingo Paz & Campero.

HCM 2000 N. S. = E

HCM 2010 N. S. = C

Método HCM 2000.

Acceso	VTH (veh/h)	% Giro derecha	% Giro Izq.	% HV	% Pend.	Ancho del acceso (m)	Ancho de carril (m)	Nm	NB	Número de Carril	Carril pl est.	Número de Carril pl est.
A-DOMINGO PAZ	361	0	18,39	0	<10	5,9	2,95	0,3	101	2	Si	1
B-CAMPERO	308	29,88	0	0	<10	5,3	2,65	4	94	2	Si	1

Donde:

VTH: Volumen total horario veh/h

Pend: Pendiente %

%HV: Porcentaje de vehículos pesados

Nm: Maniobras de estacionamiento/hora

NB: Paradas de autobuses/hora

PHF: Factor de hora pico

MODULO DE AJUSTE DE VOLUMENES:

Acceso	Volumen (VTH)	PHF	Valor de flujo	Número de carril de operación	Factor de utilización	Valor de flujo ajustado	PRT proporción de vueltas derechas	PLT proporción de vueltas izquierda
A-DOMINGO PAZ	361	0,98	368,37	1	1	368,37	0	0,18
B-CAMPERO	308	0,98	313,95	1	1	313,95	0,30	0

MODULO DE FLUJO DE SATURACION:

Acceso	So Flujo ideal de saturación	Número de carril de operación	Factores de ajuste								Ajuste de flujo de saturación
			Fw	fhw	fg	fp	fb	fa	fRT	fLT	
A-DOMINGO PAZ	1900	1	0,928	1	1	0,898	0,598	0,9	1	0,991	844,10
B-CAMPERO	1900	1	0,894	1	1	0,880	0,626	0,9	0,955	1	804,90

ANALISIS DE CAPACIDAD:

Acceso	Ajuste del valor de flujo	Ajuste de flujo de saturación	Relación de flujo	Relación de luz verde	Capacidad del carril	Relación VC
A-DOMINGO PAZ	368,37	844,10	0,436	0,475	400,95	0,92
B-CAMPERO	313,95	804,90	0,390	0,389	313,02	1,00

Nivel de servicio:

Acceso	Relación VC	Relación de luz verde g/C	Duración del ciclo C	Primera demora	Segunda demora	Demora total	Demora total y Niveles de servicio	
				Demora d1	Demora d2	Dt	Demora por acceso	Nivel de servicio por acceso
A-DOMINGO PAZ	0,92	0,475	40	5,869	18,689	24,558	24,558	C
B-CAMPERO	1,00	0,389	36	6,612	39,11	45,722	45,722	E

Método HCM 2010.

Acceso	VTH (veh/h)	% Giro derecha	% Giro Izq.	% HV	% Pend.	Ancho del acceso (m)	Ancho de carril (m)	Nm	NB	Número de Carril	Carril p/ est.	Número de Carril p/ est.
A-DOMINGO PAZ	361	0	18,39	0	<10	5,9	2,95	0,3	101	2	Si	1
B-CAMPERO	308	29,88	0	0	<10	5,3	2,65	4	94	2	Si	1

Donde:

VTH: Volumen total horario veh/h

Pend.: Pendiente %

%HV: Porcentaje de vehículos pesados

Nm: Maniobras de estacionamiento/hora

NB: Paradas de autobuses/hora

PHF: Factor de hora pico

MODULO DE AJUSTE DE VOLUMENES:

Acceso	Volumen (VTH)	PHF	Valor de flujo	Número de carril de operación	Factor de utilización	Valor de flujo ajustado
A-DOMINGO PAZ	361	0,90	401,11	1	1	401,11
B-CAMPERO	308	0,90	341,85	1	1	341,85

MODULO DE FLUJO DE SATURACION:

Acceso	So Flujo ideal de saturación	Número de carril de operación	Factores de ajuste								Ajuste de flujo de saturación
			Fw	fhw	fg	fp	fbf	fa	fRT	fLT	
A-DOMINGO PAZ	1900	1	0,960	1	1	0,898	0,598	0,9	1,18	0,946	983,55
B-CAMPERO	1900	1	0,960	1	1	0,880	0,626	0,9	0,967	1,05	917,87

ANALISIS DE CAPACIDAD:

Acceso	Ajuste del valor de flujo	Ajuste de flujo de saturación	Relación de flujo	Relación de luz verde	Capacidad del carril	Relación VIC
A-DOMINGO PAZ	401,11	983,55	0,408	0,475	467,19	0,86
B-CAMPERO	341,85	917,87	0,372	0,389	356,95	0,96

Nivel de servicio:

Acceso	Relación VIC	Relación de luz verde g/C	Duración del ciclo C	Primera demora	Segunda demora	Demora total	Demora total y Niveles de servicio	
				Demora d1	Demora d2	Dt	Demora por acceso	Nivel de servicio por acceso
A-DOMINGO PAZ	0,86	0,475	40	5,585	8,731	14,316	14,316	B
B-CAMPERO	0,96	0,389	36	6,427	25,202	31,629	31,629	C

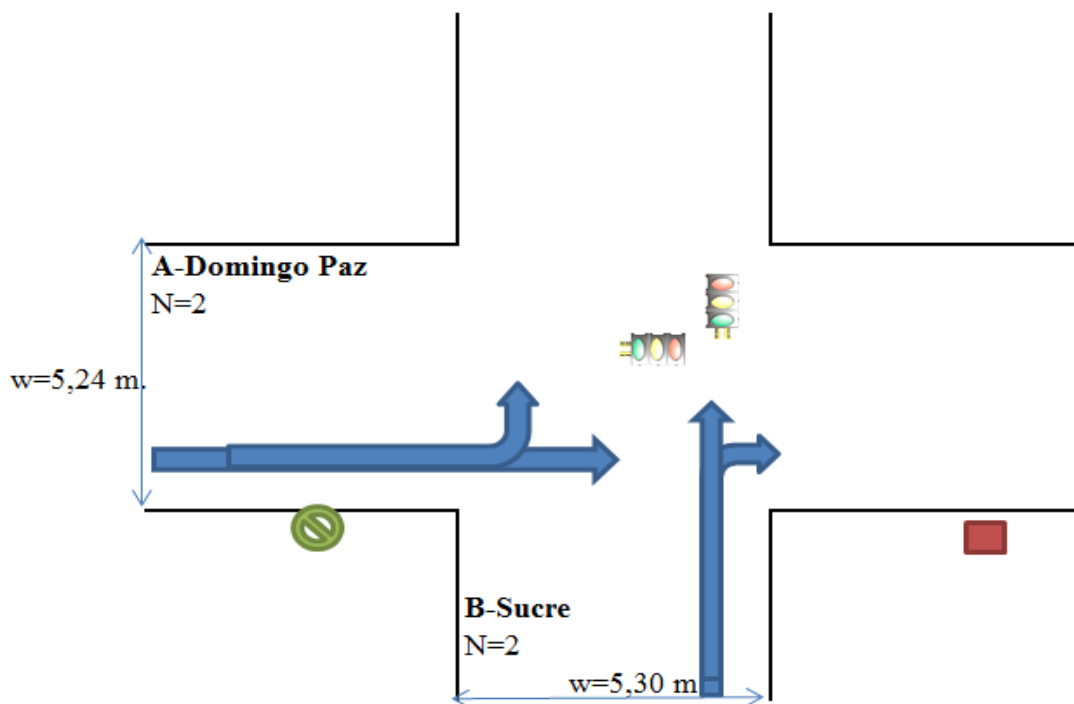
INTERSECCIÓN III

- **Módulo de entrada:**

Intersección N#3: Domingo Paz y Sucre

Intersección semaforizada

Geometría y volúmenes:



Donde:

- N es el número de carriles.
- Señal de paradas de autobús.
- W es el ancho del acceso
- ⊘ Prohibido estacionar.
- 🚦 Semáforo

FASES	Tiempo de luz verde (seg.)	Tiempo de luz amarillo (seg.)	Tiempo de luz roja (seg.)	Tiempo del ciclo (seg.)
A-Primera fase	19	2	20	41
B-Segunda fase	14	2	20	36

Método HCM 2000.

Acceso	VTH (veh/h)	% Giro derecha	% Giro Izq.	% HV	% Pend.	Ancho del acceso (m)	Ancho de carril (m)	Nm	NB	Número de Carril	Carril pl est.	Número de Carril pl est.
A-DOMINGO PAZ	436	0	14,39	0	<10	5,24	2,62	0	83	2	No	0
B-SUCRE	308	37,07	0	0	<10	5,3	2,65	3	45	2	Si	1

Donde:

VTH: Volumen total horario veh/h

Pend.: Pendiente %

%HV: Porcentaje de vehículos pesados

Nm: Maniobras de estacionamiento/hora

NB: Paradas de autobuses/hora

PHF: Factor de hora pico

MODULO DE AJUSTE DE VOLUMENES:

Acceso	Volumen (VTH)	PHF	Valor de flujo	Número de carril de operación	Factor de utilización	Valor de flujo ajustado	PRT proporción de vueltas derechas	PLT proporción de vueltas izquierda
A-DOMINGO PAZ	436	0,98	445,12	1	1	445,12	0	0,14
B-SUCRE	308	0,98	313,95	1	1	313,95	0,371	0

MODULO DE FLUJO DE SATURACION:

Acceso	So Flujo ideal de saturación	Número de carril de operación	Factores de ajuste								Ajuste de flujo de saturación
			Fw	fhw	fg	fp	fbw	fa	fRT	fLT	
A-DOMINGO PAZ	1900	1	0,89	1	1	1	0,670	0,9	1	0,99	1013,51
B-SUCRE	1900	1	0,89	1	1	0,885	0,818	0,9	0,94	1	1045,77

ANALISIS DE CAPACIDAD:

Acceso	Ajuste del valor de flujo	Ajuste de flujo de saturación	Relación de flujo	Relación de luz verde	Capacidad del carril	Relación VIC
A-DOMINGO PAZ	445,12	1013,51	0,439	0,463	469,67	0,95
B-SUCRE	313,95	1045,77	0,300	0,389	406,69	0,77

Nivel de servicio:

Acceso	Relación VIC	Relación de luz verde g/C	Duración del ciclo C	Primera demora	Segunda demora	Demora total	Demora total y Niveles de servicio	
				Demora d1	Demora d2	Dt	Demora por acceso	Nivel de servicio por acceso
A-DOMINGO PAZ	0,95	0,463	41	6,315	21,365	27,680	27,680	D
B-SUCRE	0,77	0,389	36	5,764	9,468	15,232	15,232	C

Método HCM 2010.

Acceso	VTH [veh/h]	% Giro derecha	% Giro Izq.	% HV	% Pend.	Ancho del acceso (m)	Ancho de carril (m)	Nm	NB	Número de Carril	Carril p ^o est.	Número de Carril p ^o est.
A-DOMINGO PAZ	436	0	14,39	0	<10	5,24	2,62	0	83	2	No	0
B-SUCRE	308	37,07	0	0	<10	5,3	2,65	3	45	2	Si	1

Donde:

VTH: Volumen total horario veh/h

Pend.: Pendiente %

%HV: Porcentaje de vehículos pesados

Nm: Maniobras de estacionamiento/hora

NB: Paradas de autobuses/hora

PHF: Factor de hora pico

MODULO DE AJUSTE DE VOLUMENES:

Acceso	Volumen (VTH)	PHF	Valor de flujo	Número de carril de operación	Factor de utilización	Valor de flujo ajustado	PRT proporción de vueltas derechas	PLT proporción de vueltas izquierda
A-DOMINGO PAZ	436	0,90	484,69	1	1	484,69	0	0,14
B-SUCRE	308	0,90	341,85	1	1	341,85	0,371	0

MODULO DE FLUJO DE SATURACION:

Acceso	So Flujo ideal de saturación	Número de carril de operación	Factores de ajuste								Ajuste de flujo de saturación
			Fw	f _{hv}	fg	fp	f _{bb}	f _a	f _{RT}	f _{LT}	
A-DOMINGO PAZ	1900	1	0,960	1	1	1	0,670	0,9	1,18	0,931	1207,49
B-SUCRE	1900	1	0,960	1	1	0,885	0,818	0,9	0,973	1,05	1214,26

ANALISIS DE CAPACIDAD:

Acceso	Ajuste del valor de flujo	Ajuste de flujo de saturación	Relación de flujo	Relación de luz verde	Capacidad del carril	Relación VIC
A-DOMINGO PAZ	484,69	1207,49	0,401	0,463	559,57	0,87
B-SUCRE	341,85	1214,26	0,282	0,389	472,21	0,72

Nivel de servicio:

Acceso	Relación VIC	Relación de luz verde g/C	Duración del ciclo C	Primera demora	Segunda demora	Demora total	Demora total y Niveles de servicio	
				Demora d1	Demora d2	Dt	Demora por acceso	Nivel de servicio por acceso
A-DOMINGO PAZ	0,87	0,463	41	5,916	8,888	14,804	14,804	B
B-SUCRE	0,72	0,389	36	5,614	4,594	10,208	10,208	B

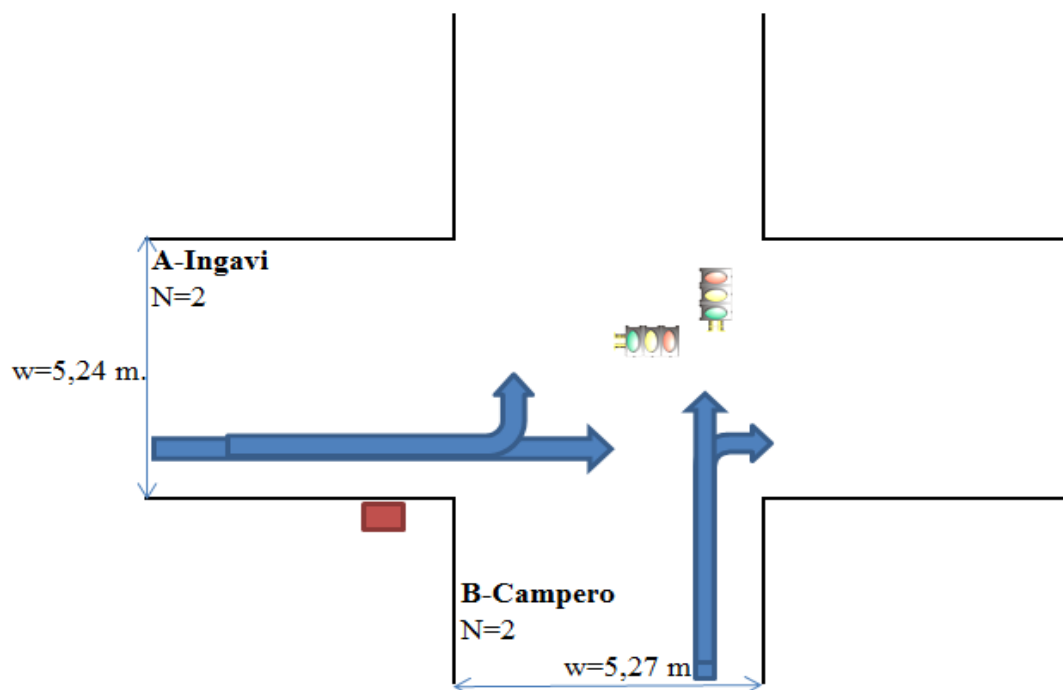
INTERSECCIÓN IV

- **Módulo de entrada:**

Intersección N#4: Ingavi y Campero

Intersección semaforizada

Geometría y volúmenes:



Donde:

- N es el número de carriles.
-  Señal de paradas de autobús.
- W es el ancho del acceso
-  Semáforo

FASES	Tiempo de luz verde (seg.)	Tiempo de luz amarillo (seg.)	Tiempo de luz roja (seg.)	Tiempo del ciclo (seg.)
A-Primera fase	16	2	21	39
B-Segunda fase	19	2	19	40

Método HCM 2000.

Acceso	VTH (veh/h)	% Giro derecha	% Giro Izq.	% HV	% Pend.	Ancho del acceso (m)	Ancho de carril (m)	Nm	NB	Número de Carril	Carril p/ est.	Número de Carril p/ est.
A-INGAVI	303	0	12,06	0	<10	5,24	2,62	11	40	2	Si	1
B-CAMPERO	330	27,74	0	0	<10	5,27	2,64	9	64	2	Si	1

Donde:

VTH: Volumen total horario veh/h

Pend.: Pendiente %

%HV: Porcentaje de vehículos pesados

Nm: Maniobras de estacionamiento/hora

NB: Paradas de autobuses/hora

PHF: Factor de hora pico

MODULO DE AJUSTE DE VOLUMENES:

Acceso	Volumen (VTH)	PHF	Valor de flujo	Número de carril de operación	Factor de utilización	Valor de flujo ajustado	PRT proporción de vueltas derechas	PLT proporción de vueltas izquierda
A-INGAVI	303	0,98	308,96	1	1	308,96	0	0,12
B-CAMPERO	330	0,98	336,90	1	1	336,90	0,277	0

MODULO DE FLUJO DE SATURACION:

Acceso	So Flujo ideal de saturación	Número de carril de operación	Factores de ajuste								Ajuste de flujo de saturación
			Fw	f _{hv}	f _g	f _p	f _{bb}	f _a	f _{RT}	f _{LT}	
A-INGAVI	1900	1	0,89	1	1	0,846	0,842	0,9	1	0,994	1078,82
B-CAMPERO	1900	1	0,89	1	1	0,854	0,746	0,9	0,958	1	932,09

ANÁLISIS DE CAPACIDAD:

Acceso	Ajuste del valor de flujo	Ajuste de flujo de saturación	Relación de flujo	Relación de luz verde	Capacidad del carril	Relación VIC
A-INGAVI	308,96	1078,82	0,286	0,410	442,59	0,70
B-CAMPERO	336,90	932,09	0,361	0,475	442,74	0,76

Nivel de servicio:

Acceso	Relación VIC	Relación de luz verde g/C	Duración del ciclo C	Primera demora	Segunda demora	Demora total	Demora total y Niveles de servicio	
				Demora d1	Demora d2	Dt	Demora por acceso	Nivel de servicio por acceso
A-INGAVI	0,70	0,410	39	5,702	5,358	11,060	11,060	B
B-CAMPERO	0,76	0,475	40	5,180	10,588	15,768	15,768	C

Método HCM 2010.

Acceso	VTH (veh/h)	% Giro derecha	% Giro Izq.	% HV	% Pend.	Ancho del acceso (m)	Ancho de carril (m)	Nm	NB	Número de Carril	Carril pl est.	Número de Carril pl est.
A-INGAVI	303	0	12,06	0	<10	5,24	2,62	11	40	2	Si	1
B-CAMPERO	330	27,74	0	0	<10	5,27	2,64	9	64	2	Si	1

Donde:

VTH: Volumen total horario veh/h

Pend: Pendiente %

%HV: Porcentaje de vehículos pesados

Nm: Maniobras de estacionamiento/hora

NB: Paradas de autobuses/hora

PHF: Factor de hora pico

MODULO DE AJUSTE DE VOLUMENES:

Acceso	Volumen (VTH)	PHF	Valor de flujo	Número de carril de operación	Factor de utilización	Valor de flujo ajustado
A-INGAVI	303	0,90	336,42	1	1	336,42
B-CAMPERO	330	0,90	366,85	1	1	366,85

MODULO DE FLUJO DE SATURACION:

Acceso	So Flujo ideal de saturación	Número de carril de operación	Factores de ajuste								Ajuste de flujo de saturación
			Fw	fhw	fg	fp	fbf	fa	fRT	fLT	
A-INGAVI	1900	1	0,960	1	1	0,846	0,842	0,9	1,18	0,917	1265,29
B-CAMPERO	1900	1	0,960	1	1	0,854	0,746	0,9	0,964	1,05	1058,49

ANALISIS DE CAPACIDAD:

Acceso	Ajuste del valor de flujo	Ajuste de flujo de saturación	Relación de flujo	Relación de luz verde	Capacidad del carril	Relación VIC
A-INGAVI	336,42	1265,29	0,266	0,410	519,09	0,65
B-CAMPERO	366,85	1058,49	0,347	0,475	502,78	0,73

Nivel de servicio:

Acceso	Relación VIC	Relación de luz verde g/C	Duración del ciclo C	Primera demora	Segunda demora	Demora total	Demora total y Niveles de servicio	
				Demora d1	Demora d2	Dt	Demora por acceso	Nivel de servicio por acceso
A-INGAVI	0,65	0,410	39	5,543	6,087	11,630	11,630	B
B-CAMPERO	0,73	0,475	40	5,062	8,663	13,725	13,725	B

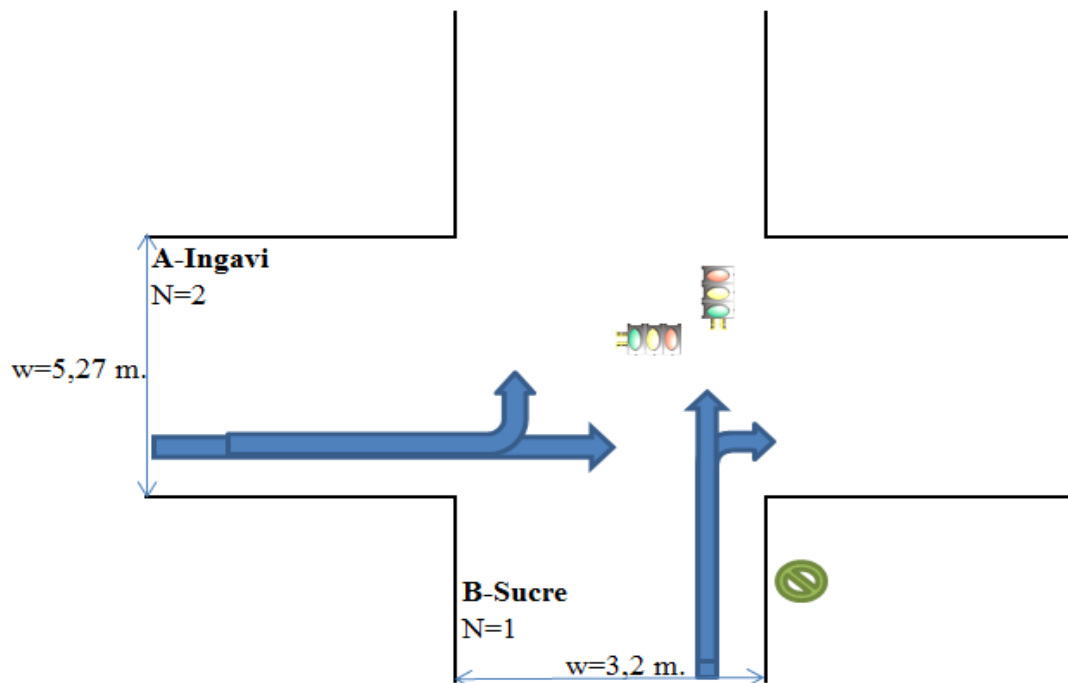
INTERSECCIÓN V

- **Módulo de entrada:**

Intersección N#5: Ingavi y Sucre

Intersección semaforizada

Geometría y volúmenes:



Donde:

- N es el número de carriles.
- W es el ancho del acceso
-  Prohibido estacionar
-  Semáforo

FASES	Tiempo de luz verde (seg.)	Tiempo de luz amarillo (seg.)	Tiempo de luz roja (seg.)	Tiempo del ciclo (seg.)
A-Primera fase	20	2	24	46
B-Segunda fase	20	2	24	46

Método HCM 2000.

Acceso	VTH (veh/h)	% Giro derecha	% Giro Izq.	% HV	% Pend.	Ancho del acceso (m)	Ancho de carril (m)	Nm	NB	Número de Carril	Carril p/ est.	Número de Carril p/ est.
A-INGAVI	402	0	15,47	0	<10	5,27	2,635	8	79	2	Si	1
B-SUCRE	430	27,53	0	0	<10	3,2	3,2	0	88	1	No	0

Donde:

VTH: Volumen total horario veh/h

Pend: Pendiente %

%HV: Porcentaje de vehículos pesados

Nm: Maniobras de estacionamiento/hora

NB: Paradas de autobuses/hora

PHF: Factor de hora pico

MODULO DE AJUSTE DE VOLUMENES:

Acceso	Volumen (VTH)	PHF	Valor de flujo	Número de carril de operación	Factor de utilización	Valor de flujo ajustado	PRT proporción de vueltas derechas	PLT proporción de vueltas izquierda
A-INGAVI	402	0,98	410,43	1	1	410,43	0	0,15
B-SUCRE	430	0,98	438,44	1	1	438,44	0,275	0

MODULO DE FLUJO DE SATURACION:

Acceso	So Flujo ideal de saturación	Número de carril de operación	Factores de ajuste								Ajuste de flujo de saturación
			Fw	f _{hv}	f _g	f _p	f _{bb}	f _a	f _{RT}	f _{LT}	
A-INGAVI	1900	1	0,893	1	1	0,861	0,683	0,9	1	0,992	890,89
B-SUCRE	1900	1	0,956	1	1	1	0,648	0,9	0,959	1	1014,81

ANALISIS DE CAPACIDAD:

Acceso	Ajuste del valor de flujo	Ajuste de flujo de saturación	Relación de flujo	Relación de luz verde	Capacidad del carril	Relación VIC
A-INGAVI	410,43	890,89	0,461	0,435	387,34	1,06
B-SUCRE	438,44	1014,81	0,432	0,435	441,22	0,99

Nivel de servicio:

Acceso	Relación VIC	Relación de luz verde g/C	Duración del ciclo C	Primera demora	Segunda demora	Demora total	Demora total y Niveles de servicio	
				Demora d1	Demora d2	Dt	Demora por acceso	Nivel de servicio por acceso
A-INGAVI	1,06	0,435	46	8,175	53,985	39,861	39,861	D
B-SUCRE	0,99	0,435	46	7,762	33,042	40,804	40,804	E

Método HCM 2010.

Acceso	VTH (veh/h)	% Giro derecha	% Giro Izq.	% HV	% Pend.	Ancho del acceso (m)	Ancho de carril (m)	Nm	NB	Número de Carril	Carril pl est.	Número de Carril pl est.
A-INGAVI	402	0	15,47	0	<10	5,27	2,635	8	79	2	Si	1
B-SUCRE	430	27,53	0	0	<10	3,2	3,2	0	88	1	No	0

Donde:

VTH: Volumen total horario veh/h

Pend: Pendiente %

%HV: Porcentaje de vehículos pesados

Nm: Maniobras de estacionamiento/hora

NB: Paradas de autobushora

PHF: Factor de hora pico

MODULO DE AJUSTE DE VOLUMENES:

Acceso	Volumen (VTH)	PHF	Valor de flujo	Número de carril de operación	Factor de utilización	Valor de flujo ajustado
A-INGAVI	402	0,90	446,91	1	1	446,91
B-SUCRE	430	0,90	477,41	1	1	477,41

MODULO DE FLUJO DE SATURACION:

Acceso	So Flujo ideal de saturación	Número de carril de operación	Factores de ajuste								Ajuste de flujo de saturación
			Fw	fHV	fg	fp	fbB	fa	fRT	fLT	
A-INGAVI	1900	1	0,960	1	1	0,861	0,683	0,9	1,18	0,935	1065,51
B-SUCRE	1900	1	1	1	1	1	0,648	0,9	0,964	1,05	1120,89

ANALISIS DE CAPACIDAD:

Acceso	Ajuste del valor de flujo	Ajuste de flujo de saturación	Relación de flujo	Relación de luz verde	Capacidad del carril	Relación VIC
A-INGAVI	446,91	1065,51	0,419	0,435	463,27	0,96
B-SUCRE	477,41	1120,89	0,426	0,435	487,34	0,98

Nivel de servicio:

Acceso	Relación VIC	Relación de luz verde g/C	Duración del ciclo C	Primera demora	Segunda demora	Demora total	Demora total y Niveles de servicio	
				Demora d1	Demora d2	Dt	Demora por acceso	Nivel de servicio por acceso
A-INGAVI	0,96	0,435	46	7,594	23,294	39,861	39,861	D
B-SUCRE	0,98	0,435	46	7,680	26,597	34,277	34,277	C

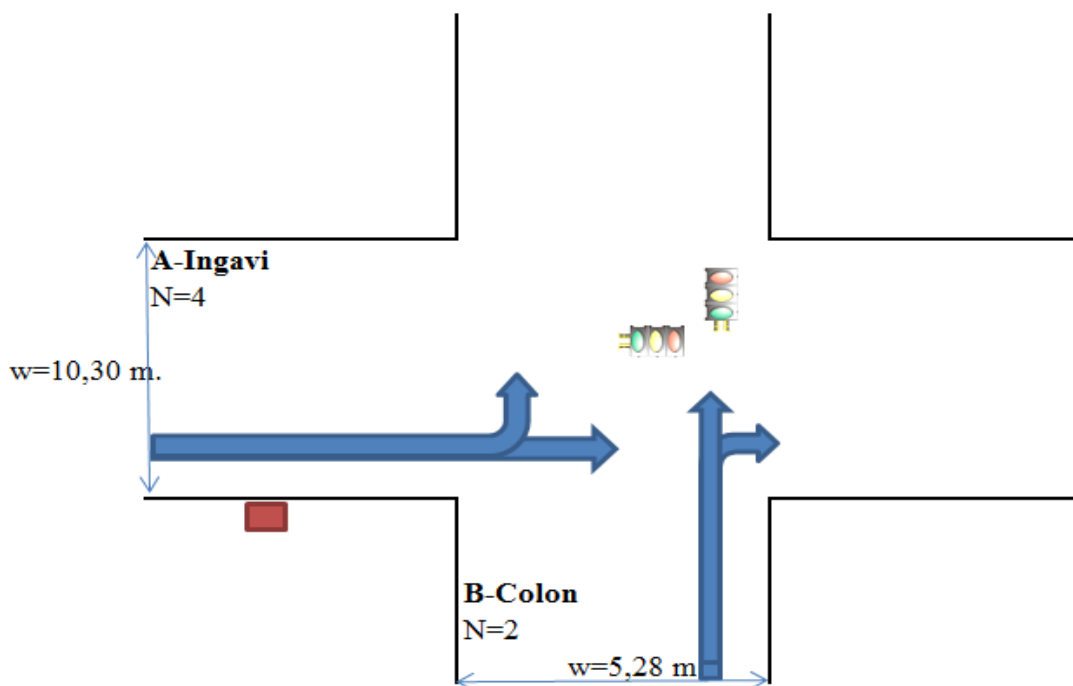
INTERSECCIÓN VI

- **Módulo de entrada:**

Intersección N#6: Ingavi y Colon

Intersección semaforizada

Geometría y volúmenes:



Donde:

- N es el número de carriles.
 Señal de paradas de autobús.
 W es el ancho del acceso
 Semáforo

FASES	Tiempo de luz verde (seg.)	Tiempo de luz amarillo (seg.)	Tiempo de luz roja (seg.)	Tiempo del ciclo (seg.)
A-Primera fase	20	2	24	46
B-Segunda fase	20	2	24	46

Método HCM 2000.

Acceso	VTH (veh/h)	% Giro derecha	% Giro Izq.	% HV	% Pend.	Ancho del acceso (m)	Ancho de carril (m)	Nm	NB	Número de Carril	Carril pl est.	Número de Carril pl est.
A-INGAVI	489	0	34,24	0	<10	10,3	2,58	12	90	4	Si	2
B-COLON	381	13,71	0	0	<10	5,28	2,64	8	77	2	Si	1

Donde:

VTH: Volumen total horario veh/h

Pend.: Pendiente %

%HV: Porcentaje de vehículos pesados

Nm: Maniobras de estacionamiento/hora

NB: Paradas de autobús/hora

PHF: Factor de hora pico

MODULO DE AJUSTE DE VOLUMENES:

Acceso	Volumen (VTH)	PHF	Valor de flujo	Número de carril de operación	Factor de utilización	Valor de flujo ajustado	PRT proporción de vueltas derechas	PLT proporción de vueltas izquierda
A-INGAVI	489	0,98	499,32	2	1,05	524,29	0	0,34
B-COLON	381	0,98	388,66	1	1	388,66	0,137	0

MODULO DE FLUJO DE SATURACION:

Acceso	So Flujo ideal de saturación	Número de carril de operación	Factores de ajuste								Ajuste de flujo de saturación
			Fw	fhw	fg	fp	fbb	fa	fRT	FLT	
A-INGAVI	1900	2	0,886	1	1	0,921	0,819	0,9	1	0,983	2247,12
B-COLON	1900	1	0,893	1	1	0,860	0,691	0,9	0,979	1	888,20

ANALISIS DE CAPACIDAD:

Acceso	Ajuste del valor de flujo	Ajuste de flujo de saturación	Relación de flujo	Relación de luz verde	Capacidad del carril	Relación VIC
A-INGAVI	524,29	2247,12	0,233	0,435	977,01	0,54
B-COLON	388,66	888,20	0,438	0,435	386,17	1,01

Nivel de servicio:

Acceso	Relación VIC	Relación de luz verde g/C	Duración del ciclo C	Primera demora	Segunda demora	Demora total	Demora total y Niveles de servicio	
				Demora d1	Demora d2	Dt	Demora por acceso	Nivel de servicio por acceso
A-INGAVI	0,54	0,435	46	5,750	0,481	6,231	6,231	B
B-COLON	1,01	0,435	46	7,839	37,9	45,739	45,739	E

Método HCM 2010.

Acceso	VTH [veh/h]	% Giro derecha	% Giro Izq.	% HV	% Pend.	Ancho del acceso (m)	Ancho de carril (m)	Nm	NB	Número de Carril	Carril p/ est.	Número de Carril p/ est.
A-INGAVI	489	0	34,24	0	<10	10,3	2,58	12	90	4	Si	2
B-COLON	381	13,71	0	0	<10	5,28	2,64	8	77	2	Si	1

Donde:

VTH: Volumen total horario veh/h

Pend.: Pendiente %

%HV: Porcentaje de vehiculos pesados

Nm: Maniobras de estacionamiento/hora

NB: Paradas de autobushora

PHF: Factor de hora pico

MODULO DE AJUSTE DE VOLUMENES:

Acceso	Volumen (VTH)	PHF	Valor de flujo	Número de carril de operación	Factor de utilización	Valor de flujo ajustado
A-INGAVI	489	0,90	543,70	2	1,05	570,89
B-COLON	381	0,90	423,21	1	1	423,21

MODULO DE FLUJO DE SATURACION:

Acceso	So Flujo ideal de saturación	Número de carril de operación	Factores de ajuste							Ajuste de flujo de saturación	
			Fw	fhw	fg	fp	fbw	fa	fRT	fLT	
A-INGAVI	1900	2	1	1	1	0.921	0.819	0.9	1.18	0.971	2954.74
B-COLON	1900	1	0.960	1	1	0.860	0.691	0.9	0.927	1.05	948.62

ANALISIS DE CAPACIDAD:

Acceso	Ajuste del valor de flujo	Ajuste de flujo de saturación	Relación de flujo	Relación de luz verde	Capacidad del carril	Relación VIC
A-INGAVI	570,89	2954,74	0,193	0,435	1284,67	0,44
B-COLON	423,21	948,62	0,446	0,435	412,44	1,03

Nivel de servicio:

Acceso	Relación VIC	Relación de luz verde g/C	Duración del ciclo C	Primera demora	Segunda demora	Demora total	Demora total y Niveles de servicio	
				Demora d1	Demora d2	Dt	Demora por acceso	Nivel de servicio por acceso
A-INGAVI	0,44	0,435	46	5,464	10,165	15,629	15,629	B
B-COLON	1,03	0,435	46	7,960	39,49	47,450	47,450	D

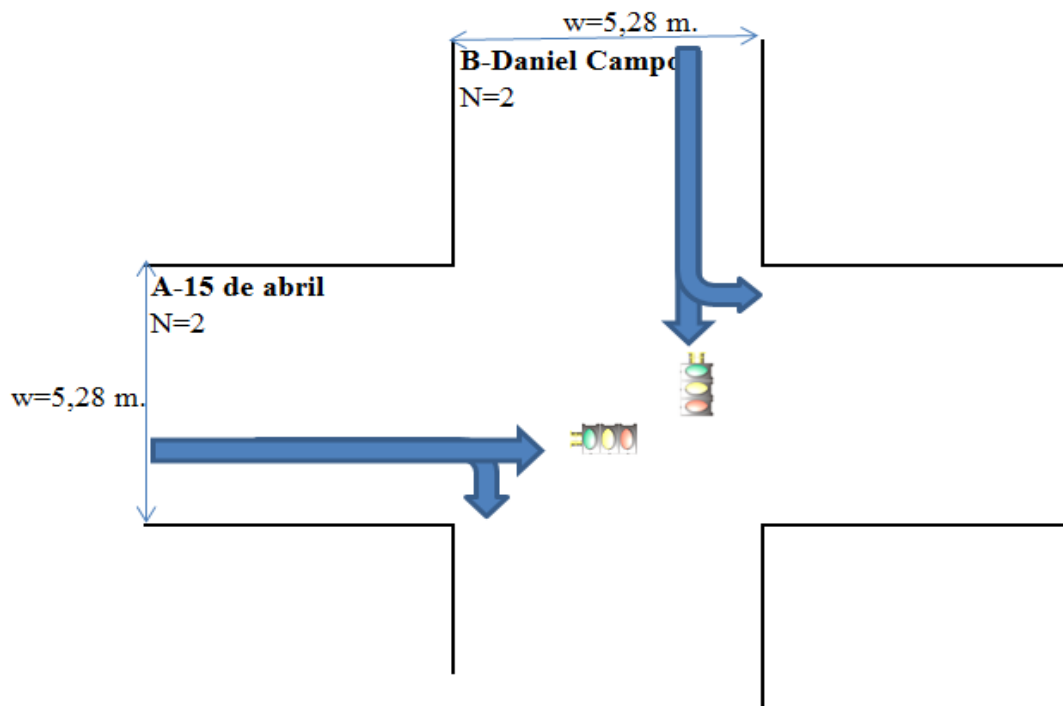
INTERSECCIÓN VII

- **Módulo de entrada:**

Intersección N#7: 15 de abril y Daniel Campos

Intersección semaforizada

Geometría y volúmenes:



Donde:

N es el número de carriles.

W es el ancho del acceso

 Semáforo

FASES	Tiempo de luz verde (seg.)	Tiempo de luz amarillo (seg.)	Tiempo de luz roja (seg.)	Tiempo del ciclo (seg.)
A-Primera fase	20	2	24	46
B-Segunda fase	20	2	24	46

Método HCM 2000.

Acceso	VTH (veh/h)	% Giro derecha	% Giro Izq.	% HV	% Pend.	Ancho del acceso (m)	Ancho de carril (m)	Nm	NB	Número de Carril	Carril pl est.	Número de Carril pl est.
A-15 DE ABRIL	417	21,35	0	0	<10	5,28	2,64	8	45	2	Si	1
B-DANIEL CAMPOS	353	0	21,63	0	<10	5,28	2,64	8	51	2	Si	1

Donde:

VTH: Volumen total horario veh/h

Pend: Pendiente %

%HV: Porcentaje de vehículos pesados

Nm: Maniobras de estacionamiento/hora

NB: Paradas de autobuses/hora

PHF: Factor de hora pico

MODULO DE AJUSTE DE VOLUMENES:

Acceso	Volumen (VTH)	PHF	Valor de flujo	Número de carril de operación	Factor de utilización	Valor de flujo ajustado	PRT proporción de vueltas derechas	PLT proporción de vueltas izquierda
A-15 DE ABRIL	417	0,98	425,74	1	1	425,74	0,21	0
B-DANIEL CAMPOS	353	0,98	359,75	1	1	359,75	0	0,22

MODULO DE FLUJO DE SATURACION:

Acceso	So Flujo ideal de saturación	Número de carril de operación	Factores de ajuste								Ajuste de flujo de saturación
			Fw	fHV	fg	fp	fbb	fa	fRT	fLT	
A-15 DE ABRIL	1900	1	0,893	1	1	0,861	0,821	0,9	0,968	1	1044,84
B-DANIEL CAMPOS	1900	1	0,893	1	1	0,861	0,797	0,9	1	0,989	1037,50

ANALISIS DE CAPACIDAD:

Acceso	Ajuste del valor de flujo	Ajuste de flujo de saturación	Relación de flujo	Relación de luz verde	Capacidad del carril	Relación VIC
A-15 DE ABRIL	425,74	1044,84	0,407	0,435	454,28	0,94
B-DANIEL CAMPOS	359,75	1037,50	0,347	0,435	451,09	0,80

Nivel de servicio:

Acceso	Relación VIC	Relación de luz verde g/C	Duración del ciclo C	Primera demora	Segunda demora	Demora total	Demora total y Niveles de servicio	
				Demora d1	Demora d2	Dt	Demora por acceso	Nivel de servicio por acceso
A-15 DE ABRIL	0,94	0,435	46	7,440	20,185	27,625	27,625	D
B-DANIEL CAMPOS	0,80	0,435	46	6,749	6,815	13,564	13,564	B

Método HCM 2010.

Acceso	VTH (veh/h)	% Giro derecha	% Giro Izq.	% HV	% Pend.	Ancho del acceso (m)	Ancho de carril (m)	Nm	NB	Número de Carril	Carril p/ est.	Número de Carril p/ est.
A-15 DE ABRIL	417	21,35	0	0	<10	5,28	2,64	8	45	2	Si	1
B-DANIEL CAMPOS	353	0	21,63	0	<10	5,28	2,64	8	51	2	Si	1

Donde:

VTH: Volumen total horario veh/h

Pend: Pendiente %

%HV: Porcentaje de vehículos pesados

Nm: Maniobras de estacionamiento/hora

NB: Paradas de autobuses/hora

PHF: Factor de hora pico

MODULO DE AJUSTE DE VOLUMENES:

Acceso	Volumen (VTH)	PHF	Valor de flujo	Número de carril de operación	Factor de utilización	Valor de flujo ajustado
A-15 DE ABRIL	417	0,90	463,58	1	1	463,58
B-DANIEL CAMPOS	353	0,90	391,73	1	1	391,73

MODULO DE FLUJO DE SATURACION:

Acceso	So Flujo ideal de saturación	Número de carril de operación	Factores de ajuste								Ajuste de flujo de saturación
			Fw	fhw	fg	fp	fb	fa	fRT	fLT	
A-15 DE ABRIL	1900	1	0,960	1	1	0,861	0,821	0,9	0,953	1,05	1160,91
B-DANIEL CAMPOS	1900	1	0,960	1	1	0,861	0,797	0,9	1,18	0,954	1268,36

ANALISIS DE CAPACIDAD:

Acceso	Ajuste del valor de flujo	Ajuste de flujo de saturación	Relación de flujo	Relación de luz verde	Capacidad del carril	Relación VIC
A-15 DE ABRIL	463,58	1160,91	0,399	0,435	504,75	0,92
B-DANIEL CAMPOS	391,73	1268,36	0,309	0,435	551,46	0,71

Nivel de servicio:

Acceso	Relación VIC	Relación de luz verde g/C	Duración del ciclo C	Primera demora	Segunda demora	Demora total	Demora total y Niveles de servicio	
				Demora d1	Demora d2	Dt	Demora por acceso	Nivel de servicio por acceso
A-15 DE ABRIL	0,92	0,435	46	7,340	14,571	21,911	21,911	C
B-DANIEL CAMPOS	0,71	0,435	46	6,379	4,91	11,289	11,289	B

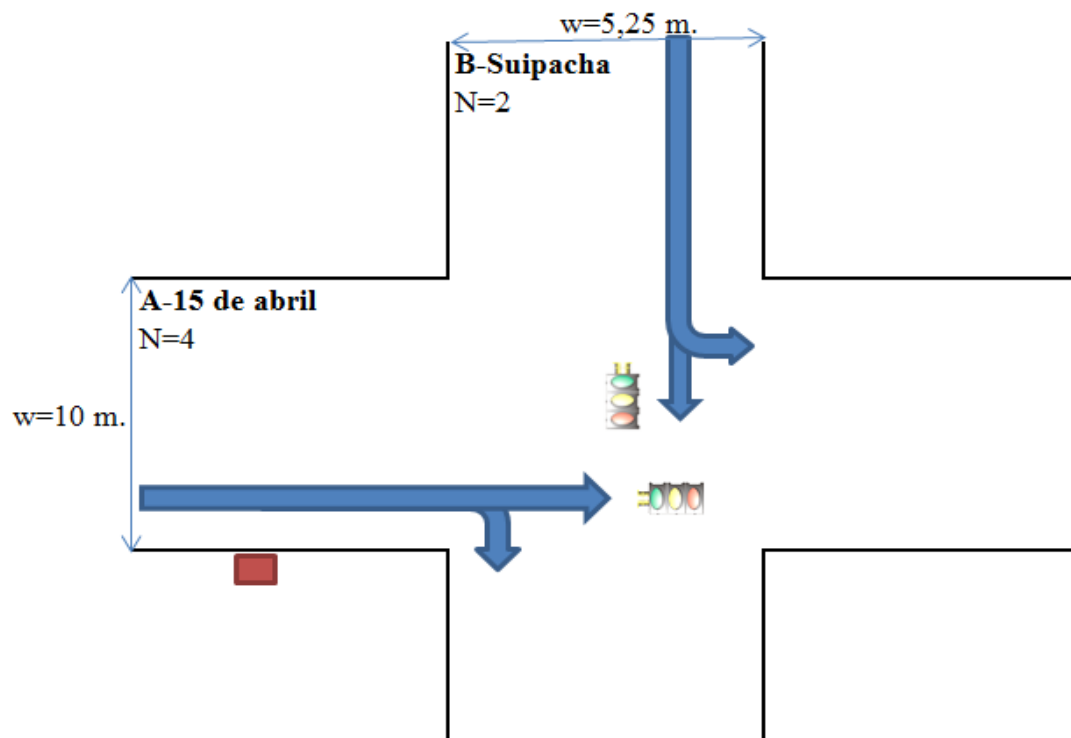
INTERSECCIÓN VIII

- **Módulo de entrada:**

Intersección N#8: 15 de abril y Suipacha

Intersección semaforizada

Geometría y volúmenes:



Donde:

- N es el número de carriles.
-  Señal de paradas de autobús.
- W es el ancho del acceso
-  Semáforo

FASES	Tiempo de luz verde (seg.)	Tiempo de luz amarillo (seg.)	Tiempo de luz roja (seg.)	Tiempo del ciclo (seg.)
A-Primera fase	20	2	24	46
B-Segunda fase	20	2	24	46

Método HCM 2000.

Acceso	VTH (veh/h)	% Giro derecha	% Giro Izq.	% HV	% Pend.	Ancho del acceso (m)	Ancho de carril (m)	Nm	NB	Número de Carril	Carril pl est.	Número de Carril pl est.
A-15 DE ABRIL	455	13,13	0	0	<10	10	3,33	18	59	4	Si	2
B-SUIPACHA	334	0	24,44	0	<10	5,25	2,63	11	52	2	Si	1

Donde:

VTH: Volumen total horario veh/h

Pend.: Pendiente %

%HV: Porcentaje de vehículos pesados

Nm: Maniobras de estacionamiento/hora

NB: Paradas de autobuses/hora

PHF: Factor de hora pico

MODULO DE AJUSTE DE VOLUMENES:

Acceso	Volumen (VTH)	PHF	Valor de flujo	Número de carril de operación	Factor de utilización	Valor de flujo ajustado	PRT proporción de vueltas derechas	PLT proporción de vueltas izquierda
A-15 DE ABRIL	455	0,98	464,46	2	1,05	487,68	0,13	0
B-SUIPACHA	334	0,98	341,16	1	1	341,16	0	0,24

MODULO DE FLUJO DE SATURACIÓN:

Acceso	So Flujo ideal de saturación	Número de carril de operación	Factores de ajuste								Ajuste de flujo de saturación
			Fw	fhw	fg	fp	fbf	fa	fRT	FLT	
A-15 DE ABRIL	1900	1	0,970	1	1	0,812	0,762	0,9	0,980	1	1052,17
B-SUIPACHA	1900	1	0,892	1	1	0,846	0,793	0,9	1	0,988	1010,21

ANÁLISIS DE CAPACIDAD:

Acceso	Ajuste del valor de flujo	Ajuste de flujo de saturación	Relación de flujo	Relación de luz verde	Capacidad del carril	Relación VIC
A-15 DE ABRIL	487,68	1052,17	0,463	0,435	457,47	1,07
B-SUIPACHA	341,16	1010,21	0,338	0,435	439,22	0,78

Nivel de servicio:

Acceso	Relación VIC	Relación de luz verde g/C	Duración del ciclo C	Primera demora	Segunda demora	Demora total	Demora total y Niveles de servicio	
				Demora d1	Demora d2	Dt	Demora por acceso	Nivel de servicio por acceso
A-15 DE ABRIL	1,07	0,435	46	8,217	54,612	62,829	62,829	E
B-SUIPACHA	0,78	0,435	46	6,657	6,027	12,684	12,684	B

Método HCM 2010.

Acceso	VTH (veh/h)	% Giro derecha	% Giro Izq.	% HV	% Pend.	Ancho del acceso (m)	Ancho de carril (m)	Nm	NB	Número de Carril	Carril p/ est.	Número de Carril p/ est.
A-15 DE ABRIL	455	13,13	0	0	<10	10	3,33	18	59	3	Si	1
B-SUIPACHA	334	0	24,44	0	<10	5,25	2,63	11	52	2	Si	1

Donde:

VTH: Volumen total horario veh/h

Pend.: Pendiente %

%HV: Porcentaje de vehículos pesados

Nm: Maniobras de estacionamiento/hora

NB: Paradas de autobuses/hora

PHF: Factor de hora pico

MODULO DE AJUSTE DE VOLUMENES:

Acceso	Volumen (VTH)	PHF	Valor de flujo	Número de carril de operación	Factor de utilización	Valor de flujo ajustado
A-15 DE ABRIL	455	0,90	505,74	1	1	505,74
B-SUIPACHA	334	0,90	371,48	1	1	371,48

MODULO DE FLUJO DE SATURACION:

Acceso	So Flujo ideal de saturación	Número de carril de operación	Factores de ajuste								Ajuste de flujo de saturación
			Fw	f _{hv}	f _g	f _p	f _{bb}	f _a	f _{RT}	f _{LT}	
A-15 DE ABRIL	1900	1	1	1	1	0,812	0,762	0,9	0,924	1,05	1027,16
B-SUIPACHA	1900	1	0,960	1	1	0,846	0,793	0,9	1,18	0,959	1245,93

ANALISIS DE CAPACIDAD:

Acceso	Ajuste del valor de flujo	Ajuste de flujo de saturación	Relación de flujo	Relación de luz verde	Capacidad del carril	Relación VIC
A-15 DE ABRIL	505,74	1027,16	0,492	0,435	446,59	1,13
B-SUIPACHA	371,48	1245,93	0,298	0,435	541,71	0,69

Nivel de servicio:

Acceso	Relación VIC	Relación de luz verde g/C	Duración del ciclo C	Primera demora	Segunda demora	Demora total	Demora total y Niveles de servicio	
				Demora d1	Demora d2	Dt	Demora por acceso	Nivel de servicio por acceso
A-15 DE ABRIL	1,13	0,435	46	8,685	53,997	62,682	62,682	E
B-SUIPACHA	0,69	0,435	46	6,282	5,383	11,665	11,665	B

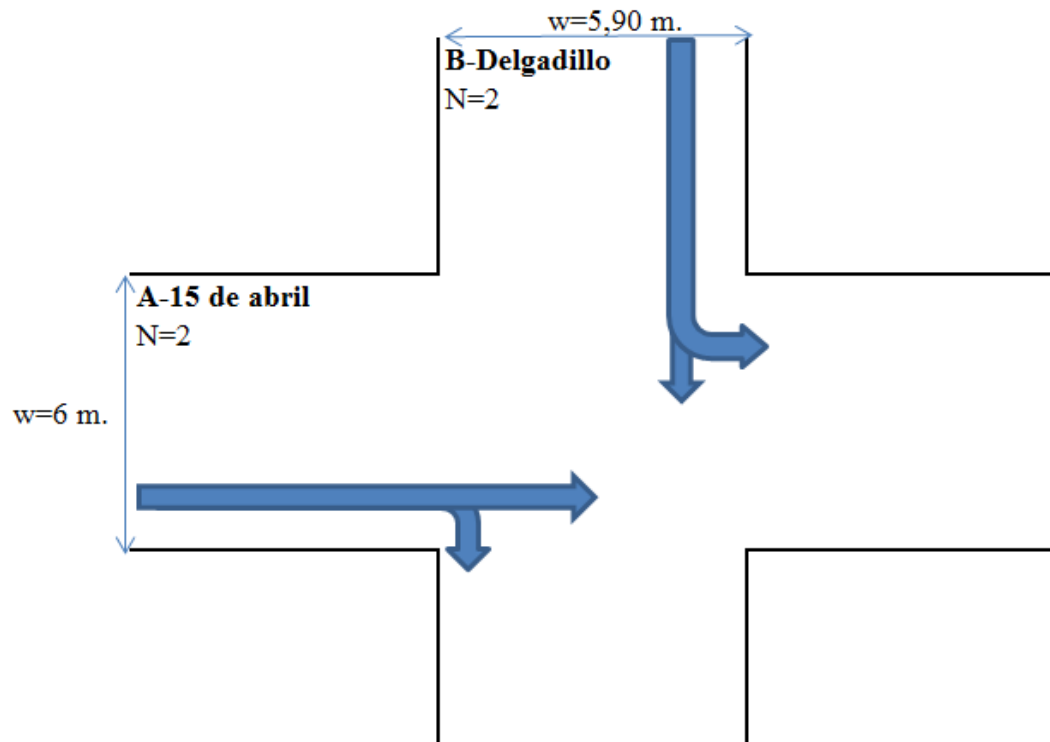
INTERSECCIÓN IX

- **Módulo de entrada:**

Intersección N#9: 15 de abril y Delgadillo

Intersección no semaforizada

Geometría y volúmenes:



Donde:

N es el número de carriles.

W es el ancho del acceso

Método HCM 2000.

Acceso	VTH (veh/h)	% Giro derecha	% Giro Izq.	% HV	% Pend.	Ancho de acceso(m)	Ancho de carril(m)	Nm	NB	Número de Carril	Carril pl est.	Número de Carril pl est.
A-15 DE ABRIL	423	15,30	0	0	<10	6	3	11	31	2	Si	1
B-DELGADILLO	339	0	17,48	0	<10	5,9	2,95	5	24	2	Si	1

Donde:

VTH: Volumen total horario veh/h

Pend: Pendiente %

%HV: Porcentaje de vehículos pesados

Nm: Maniobras de estacionamiento/hora

NB: Paradas de autobuses/hora

PHF: Factor de hora pico

MODULO DE AJUSTE DE VOLUMENES:

Acceso	Volumen (VTH)	PHF	Valor de flujo	Número de carril de operación	Factor de utilización	Valor de flujo ajustado	PRT proporción de vueltas derechas	PLT proporción de vueltas izquierda
A-15 DE ABRIL	423	0,98	431,97	1	1	431,97	0,15	0
B-DELGADILLO	339	0,98	345,92	1	1	345,92	0	0,17

MODULO DE FLUJO DE SATURACION:

Acceso	So Flujo ideal de saturación	Número de carril de operación	Factores de ajuste								Ajuste de flujo de saturación
			Fw	fHV	fg	fp	fbB	fa	fRT	FLT	
A-15 DE ABRIL	1900	1	0,933	1	1	0,847	0,878	0,9	0,977	1	1159,07
B-DELGADILLO	1900	1	0,928	1	1	0,873	0,905	0,9	1	0,991	1241,97

ANALISIS DE CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO:

Acceso	Ajuste del valor de flujo(Volumen)	Ajuste de flujo de saturación(Capacidad)	Relación de flujo VIC	Nivel de servicio
A-15 DE ABRIL	431,97	1159,07	0,280	C
B-DELGADILLO	345,92	1241,97	0,279	C

Método HCM 2010.

Acceso	VTH (veh/h)	% Giro derecha	% Giro Izq.	% HV	% Pend.	Ancho de acceso(m)	Ancho de carril(m)	Nm	NB	Número de Carril	Carril pl est.	Número de Carril pl est.
A-15 DE ABRIL	423	15,30	0	0	<10	6	3	11	31	2	Si	1
B-DELGADILLO	339	0	17,48	0	<10	5,9	2,95	5	24	2	Si	1

Donde:

VTH: Volumen total horario veh/h

Pend.: Pendiente %

%HV: Porcentaje de vehículos pesados

Nm: Maniobras de estacionamiento/hora

NB: Paradas de autobuses/hora

PHF: Factor de hora pico

MODULO DE AJUSTE DE VOLUMENES:

Acceso	Volumen (VTH)	PHF	Valor de flujo	Número de carril de operación	Factor de utilización	Valor de flujo ajustado
A-15 DE ABRIL	423	0,90	470,37	1	1	470,37
B-DELGADILLO	339	0,90	376,67	1	1	376,67

MODULO DE FLUJO DE SATURACION:

Acceso	So Flujo ideal de saturación	Número de carril de operación	Factores de ajuste								Ajuste de flujo de saturación
			Fw	f _h v	f _g	f _p	f _{bb}	f _a	f _{RT}	f _{LT}	
A-15 DE ABRIL	1900	1	0,960	1	1	0,847	0,878	0,9	0,935	1,05	1197,46
B-DELGADILLO	1900	1	0,960	1	1	0,873	0,905	0,9	1,18	0,943	1442,17

ANALISIS DE CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO:

Acceso	Ajuste del valor de flujo (Volumen)	Ajuste de flujo de saturación (Capacidad)	Relación de flujo VIC	Nivel de servicio
A-15 DE ABRIL	470,37	1197,46	0,280	C
B-DELGADILLO	376,67	1442,17	0,261	C

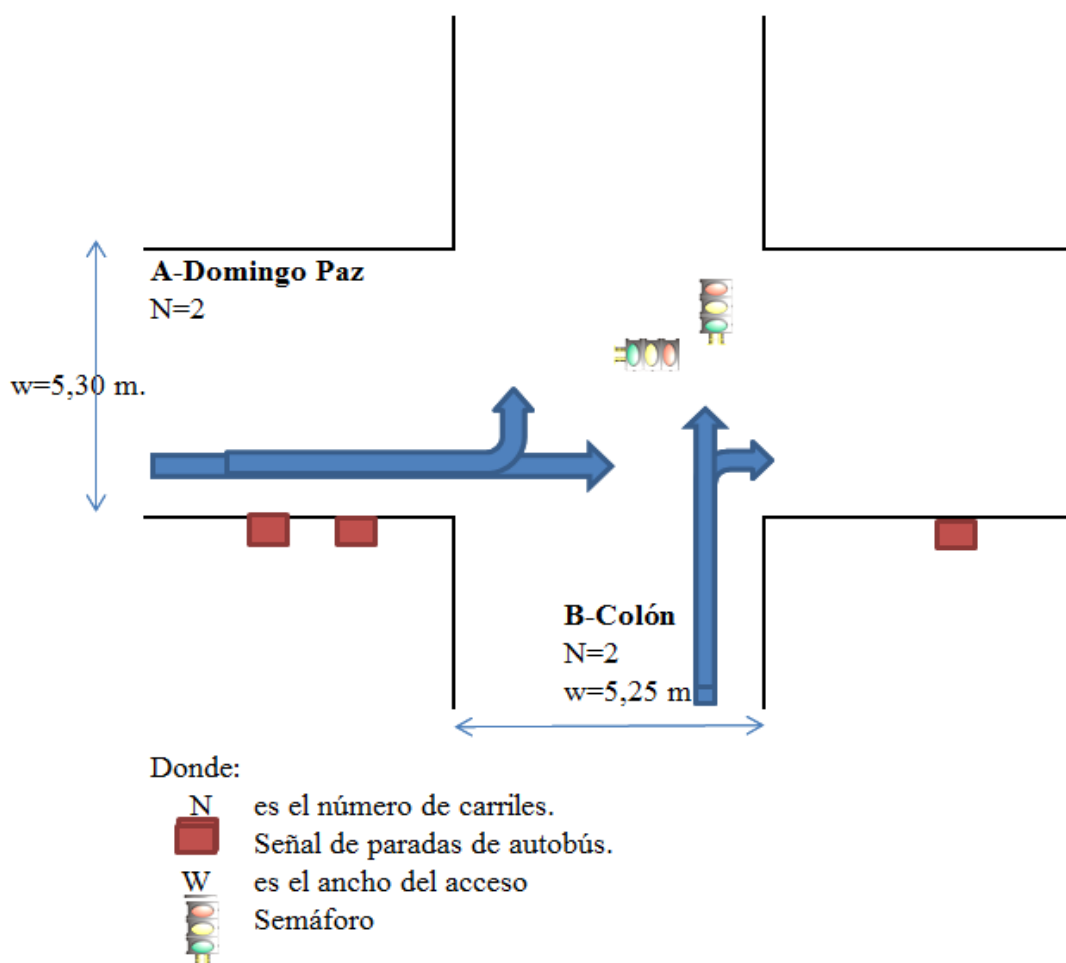
INTERSECCIÓN X

- **Módulo de entrada:**

Intersección N#10: Domingo Paz y Colón

Intersección semaforizada

Geometría y volúmenes:



FASES	Tiempo de luz verde (seg.)	Tiempo de luz amarillo (seg.)	Tiempo de luz roja (seg.)	Tiempo del ciclo (seg.)
A-Primera fase	20	2	24	46
B-Segunda fase	20	2	24	46

Método HCM 2000.

Acceso	VTH (veh/h)	% Giro derecha	% Giro Izq.	% HV	% Pend.	Ancho del acceso (m)	Ancho de carril (m)	Nm	NB	Número de Carril	Carril pl est.	Número de Carril pl est.
A-DOMINGO PAZ	411	0	21,23	0	<10	5,3	2,65	9	90	2	Si	1
B-COLON	428	19,79	0	0	<10	5,25	2,63	8	70	2	Si	1

Donde:

VTH: Volumen total horario veh/h

Pend.: Pendiente %

%HV: Porcentaje de vehículos pesados

Nm: Maniobras de estacionamiento/hora

NB: Paradas de autobuses/hora

PHF: Factor de hora pico

MODULO DE AJUSTE DE VOLUMENES:

Acceso	Volumen (VTH)	PHF	Valor de flujo	Número de carril de operación	Factor de utilización	Valor de flujo ajustado	PRT proporción de vueltas derechas	PLT proporción de vueltas izquierda
A-DOMINGO PAZ	411	0,98	418,93	1	1	418,93	0	0,212
B-COLON	428	0,98	437,05	1	1	437,05	0,198	0

MODULO DE FLUJO DE SATURACION:

Acceso	So Flujo ideal de saturación	Número de carril de operación	Factores de ajuste								Ajuste de flujo de saturación
			Fw	fhw	fg	fp	fbw	fa	fRT	fLT	
A-DOMINGO PAZ	1900	1	0,894	1	1	0,855	0,640	0,9	1	0,989	827,92
B-COLON	1900	1	0,892	1	1	0,858	0,720	0,9	0,970	1	913,56

ANÁLISIS DE CAPACIDAD:

Acceso	Ajuste del valor de flujo	Ajuste de flujo de saturación	Relación de flujo	Relación de luz verde	Capacidad del carril	Relación VIC
A-DOMINGO PAZ	418,93	827,92	0,506	0,435	359,97	1,16
B-COLON	437,05	913,56	0,478	0,435	397,20	1,10

Nivel de servicio:

Acceso	Relación VIC	Relación de luz verde g/C	Duración del ciclo C	Primera demora	Segunda demora	Demora total	Demora total y Niveles de servicio	
				Demora d1	Demora d2	Dt	Demora por acceso	Nivel de servicio por acceso
A-DOMINGO PAZ	1,16	0,435	46	8,925	41,689	50,614	50,614	E
B-COLON	1,10	0,435	46	8,452	36,206	44,658	44,658	E

Método HCM 2010.

Acceso	VTH (veh/h)	% Giro derecha	% Giro Izq.	% HV	% Pend.	Ancho del acceso (m)	Ancho de carril (m)	Nm	NB	Número de Carril	Carril p/ est.	Número de Carril p/ est.
A-DOMINGO PAZ	411	0	21,23	0	<10	5,3	2,65	9	90	2	Si	1
B-COLON	428	19,79	0	0	<10	5,25	2,63	8	70	2	Si	1

Donde:

VTH: Volumen total horario veh/h

Pend: Pendiente %

%HV: Porcentaje de vehículos pesados

Nm: Maniobras de estacionamiento/hora

NB: Paradas de autobushora

PHF: Factor de hora pico

MODULO DE AJUSTE DE VOLUMENES:

Acceso	Volumen (VTH)	PHF	Valor de flujo	Número de carril de operación	Factor de utilización	Valor de flujo ajustado
A-DOMINGO PAZ	411	0,90	456,17	1	1	456,17
B-COLON	428	0,90	475,90	1	1	475,90

MODULO DE FLUJO DE SATURACION:

Acceso	So Flujo ideal de saturación	Número de carril de operación	Factores de ajuste								Ajuste de flujo de saturación
			Fw	fhw	fg	fp	fbw	fa	FRT	FLT	
A-DOMINGO PAZ	1900	1	0,960	1	1	0,855	0,640	0,9	1,18	0,953	1009,77
B-COLON	1900	1	0,960	1	1	0,858	0,720	0,9	0,949	1,05	1010,57

ANALISIS DE CAPACIDAD:

Acceso	Ajuste del valor de flujo	Ajuste de flujo de saturación	Relación de flujo	Relación de luz verde	Capacidad del carril	Relación VIC
A-DOMINGO PAZ	456,17	1009,77	0,452	0,435	439,03	1,04
B-COLON	475,90	1010,57	0,471	0,435	439,38	1,08

Nivel de servicio:

Acceso	Relación VIC	Relación de luz verde g/C	Duración del ciclo C	Primera demora	Segunda demora	Demora total	Demora total y Niveles de servicio	
				Demora d1	Demora d2	Dt	Demora por acceso	Nivel de servicio por acceso
A-DOMINGO PAZ	1,04	0,435	46	8,042	41,401	49,443	49,443	D
B-COLON	1,08	0,435	46	8,333	45,167	53,500	53,500	D

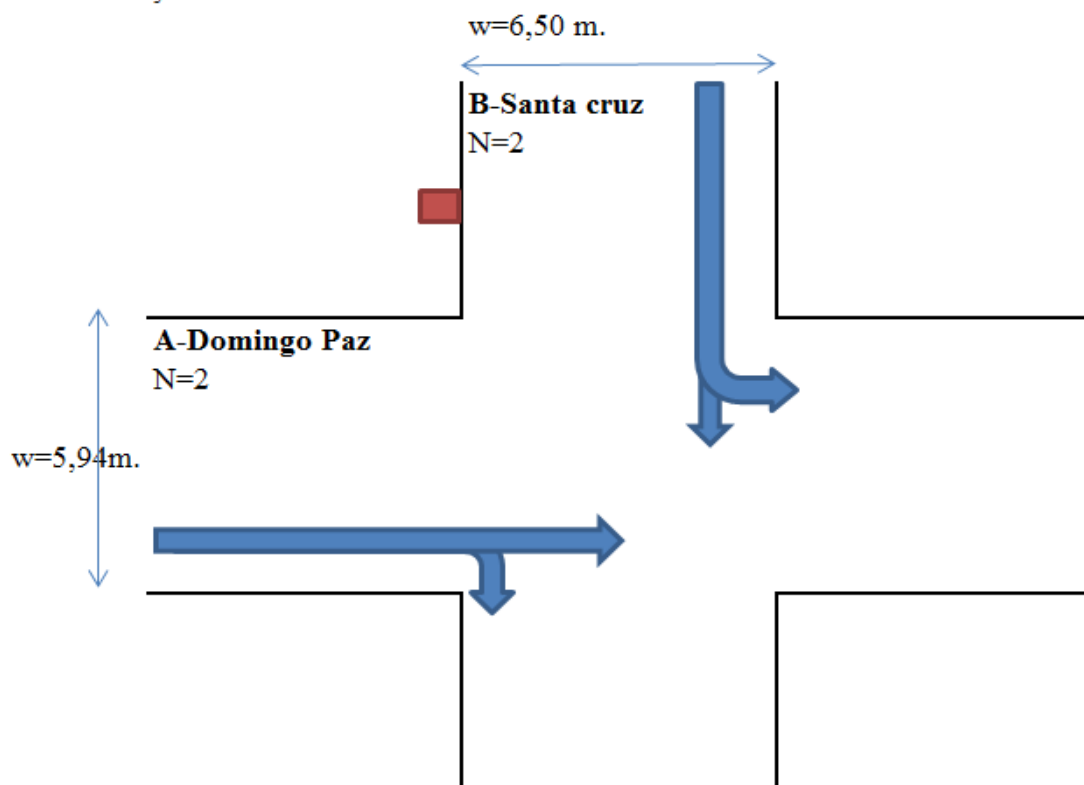
INTERSECCIÓN XI

- **Módulo de entrada:**

Intersección N#11: Domingo Paz y Santa Cruz

Intersección no semaforizada

Geometría y volúmenes:



Donde:

- N es el número de carriles.
-  Señal de paradas de autobús.
- W es el ancho del acceso

Método HCM 2000.

Acceso	VTH (veh/h)	% Giro derecha	% Giro Izq.	% HV	% Pend.	Ancho de acceso(m)	Ancho de carril(m)	Nm	NB	Número de Carril	Carril pl est.	Número de Carril pl est.
A-DOMINGO PAZ	402	19,71	0	0	<10	5,94	2,97	12	34	2	Si	1
B-STA. CRUZ	422	0	18,74	0	<10	6,5	3,25	9	30	2	Si	1

Donde:

VTH: Volumen total horario veh/h

Pend: Pendiente %

%HV: Porcentaje de vehículos pesados

Nm: Maniobras de estacionamiento/hora

NB: Paradas de autobuses/hora

PHF: Factor de hora pico

MODULO DE AJUSTE DE VOLUMENES:

Acceso	Volumen (VTH)	PHF	Valor de flujo	Número de carril de operación	Factor de utilización	Valor de flujo ajustado	PRT proporción de vueltas derechas	PLT proporción de vueltas izquierda
A-DOMINGO PAZ	402	0,98	410,54	1	1	410,54	0,20	0
B-STA. CRUZ	422	0,98	430,13	1	1	430,13	0	0,19

MODULO DE FLUJO DE SATURACION:

Acceso	So Flujo ideal de saturación	Número de carril de operación	Factores de ajuste								Ajuste de flujo de saturación
			Fw	f _{hv}	f _g	f _p	f _{bb}	f _a	f _{RT}	f _{LT}	
A-DOMINGO PAZ	1900	1	0,930	1	1	0,842	0,865	0,9	0,970	1	1124,22
B-STA. CRUZ	1900	1	0,961	1	1	0,856	0,879	0,9	1	0,991	1226,00

ANALISIS DE CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO:

Acceso	Ajuste del valor de flujo (Volumen)	Ajuste de flujo de saturación (Capacidad)	Relación de flujo VIC	Nivel de servicio
A-DOMINGO PAZ	410,54	1124,22	0,365	D
B-STA. CRUZ	430,13	1226,00	0,30	C

Método HCM 2010.

Acceso	VTH (veh/h)	% Giro derecha	% Giro Izq.	% HV	% Pend.	Ancho de acceso(m)	Ancho de carril(m)	Nm	NB	Número de Carril	Carril pl est.	Número de Carril pl est.
A-DOMINGO PAZ	402	19,71	0	0	<10	5,94	2,97	12	34	2	Si	1
B-STA. CRUZ	422	0	18,74	0	<10	6,5	3,25	9	30	2	Si	1

Donde:

VTH: Volumen total horario veh/h

Pend.: Pendiente %

%HV: Porcentaje de vehículos pesados

Nm: Maniobras de estacionamiento/hora

NB: Paradas de autobushora

PHF: Factor de hora pico

MODULO DE AJUSTE DE VOLUMENES:

Acceso	Volumen (VTH)	PHF	Valor de flujo	Número de carril de operación	Factor de utilización	Valor de flujo ajustado
A-DOMINGO PAZ	402	0,90	447,04	1	1	447,04
B-STA. CRUZ	422	0,90	468,36	1	1	468,36

MODULO DE FLUJO DE SATURACION:

Acceso	So Flujo ideal de saturación	Número de carril de operación	Factores de ajuste								Ajuste de flujo de saturación
			Fw	fhw	fg	fp	fbw	fa	fRT	FLT	
A-DOMINGO PAZ	1900	1	0,960	1	1	0,842	0,865	0,9	0,949	1,05	1191,92
B-STA. CRUZ	1900	1	1	1	1	0,856	0,879	0,9	1,18	0,947	1438,25

ANALISIS DE CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO:

Acceso	Ajuste del valor de flujo (Volumen)	Ajuste de flujo de saturación (Capacidad)	Relación de flujo VIC	Nivel de servicio
A-DOMINGO PAZ	447,04	1191,92	0,375	D
B-STA. CRUZ	468,36	1438,25	0,326	D

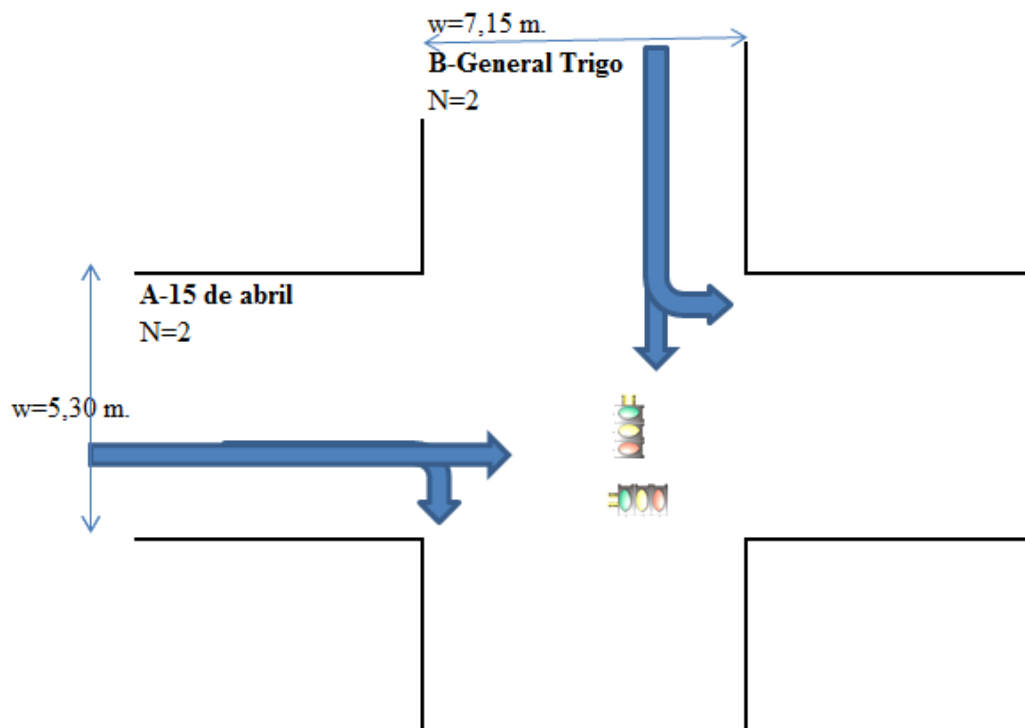
INTERSECCIÓN XII

- **Módulo de entrada:**

Intersección N#12: 15 de abril y General Trigo

Intersección semaforizada

Geometría y volúmenes:



Donde:

N es el número de carriles.

W es el ancho del acceso

 Semáforo

FASES	Tiempo de luz verde (seg.)	Tiempo de luz amarillo (seg.)	Tiempo de luz roja (seg.)	Tiempo del ciclo (seg.)
A-Primera fase	20	2	24	46
B-Segunda fase	20	2	24	46

Método HCM 2000.

Acceso	VTH (veh/h)	% Giro derecha	% Giro Izq.	% HV	% Pend.	Ancho del acceso (m)	Ancho de carril (m)	Nm	NB	Número de Carril	Carril pl est.	Número de Carril pl est.
A-15 DE ABRIL	291	20,19	0	0	<10	5,3	2,65	13	50	2	Si	1
B-GRAL. TRIGO	492	0	37,34	0	<10	7,15	3,58	7	51	2	Si	1

Donde:

VTH: Volumen total horario veh/h

Pend: Pendiente %

%HV: Porcentaje de vehiculos pesados

Nm: Maniobras de estacionamiento/hora

NB: Paradas de autobushora

PHF: Factor de hora pico

MODULO DE AJUSTE DE VOLUMENES:

Acceso	Volumen (VTH)	PHF	Valor de flujo	Número de carril de operación	Factor de utilización	Valor de flujo ajustado	PRT proporción de vueltas derechas	PLT proporción de vueltas izquierda
A-15 DE ABRIL	291	0,98	296,66	1	1	296,66	0,20	0
B-GRAL. TRIGO	492	0,98	502,21	1	1	502,21	0	0,37

MODULO DE FLUJO DE SATURACION:

Acceso	So Flujo ideal de saturación	Número de carril de operación	Factores de ajuste								Ajuste de flujo de saturación
			Fw	fhw	fg	fp	fbf	fa	fRT	fLT	
A-15 DE ABRIL	1900	1	0,894	1	1	0,836	0,799	0,9	0,970	1	990,80
B-GRAL. TRIGO	1900	1	1	1	1	0,864	0,795	0,9	1	0,982	1149,42

ANALISIS DE CAPACIDAD:

Acceso	Ajuste del valor de flujo	Ajuste de flujo de saturación	Relación de flujo	Relación de luz verde	Capacidad del carril	Relación VIC
A-15 DE ABRIL	296,66	990,80	0,299	0,435	430,78	0,69
B-GRAL. TRIGO	502,21	1149,42	0,437	0,435	499,75	1,00

Nivel de servicio:

Acceso	Relación VIC	Relación de luz verde g/C	Duración del ciclo C	Primera demora	Segunda demora	Demora total	Demora total y Niveles de servicio	
				Demora d1	Demora d2	Dt	Demora por acceso	Nivel de servicio por acceso
A-15 DE ABRIL	0,69	0,435	46	6,293	28,217	34,510	34,510	D
B-GRAL. TRIGO	1,00	0,435	46	7,830	33,622	41,452	41,452	E

Método HCM 2010.

Acceso	VTH (veh/h)	% Giro derecha	% Giro Izq.	% HV	% Pend.	Ancho del acceso (m)	Ancho de carril (m)	Nm	NB	Número de Carril	Carril p/ est.	Número de Carril p/ est.
A-15 DE ABRIL	291	20,19	0	0	<10	5,3	2,65	13	50	2	Si	1
B-GRAL. TRIGO	492	0	37,34	0	<10	7,15	3,58	7	51	2	Si	1

Donde:

VTH: Volumen total horario veh/h

Pend.: Pendiente %

%HV: Porcentaje de vehiculos pesados

Nm: Maniobras de estacionamiento/hora

NB: Paradas de autobushora

PHF: Factor de hora pico

MODULO DE AJUSTE DE VOLUMENES:

Acceso	Volumen (VTH)	PHF	Valor de flujo	Número de carril de operación	Factor de utilización	Valor de flujo ajustado
A-15 DE ABRIL	291	0,90	323,02	1	1	323,02
B-GRAL. TRIGO	492	0,90	546,85	1	1	546,85

MODULO DE FLUJO DE SATURACION:

Acceso	So Flujo ideal de saturación	Número de carril de operación	Factores de ajuste								Ajuste de flujo de saturación
			Fw	f _{hv}	f _g	f _p	f _{bb}	f _a	f _{RT}	f _{LT}	
A-15 DE ABRIL	1900	1	0,96	1	1	0,836	0,799	0,9	0,950	1,05	1094,43
B-GRAL. TRIGO	1900	1	1	1	1	0,864	0,795	0,9	1,18	0,973	1344,63

ANALISIS DE CAPACIDAD:

Acceso	Ajuste del valor de flujo	Ajuste de flujo de saturación	Relación de flujo	Relación de luz verde	Capacidad del carril	Relación VIC
A-15 DE ABRIL	323,02	1094,43	0,295	0,435	475,84	0,68
B-GRAL. TRIGO	546,85	1344,63	0,407	0,435	584,62	0,94

Nivel de servicio:

Acceso	Relación VIC	Relación de luz verde g/C	Duración del ciclo C	Primera demora	Segunda demora	Demora total	Demora total y Niveles de servicio	
				Demora d1	Demora d2	Dt	Demora por acceso	Nivel de servicio por acceso
A-15 DE ABRIL	0,68	0,435	46	6,255	4,511	10,766	10,766	B
B-GRAL. TRIGO	0,94	0,435	46	7,431	15,533	22,964	22,964	C

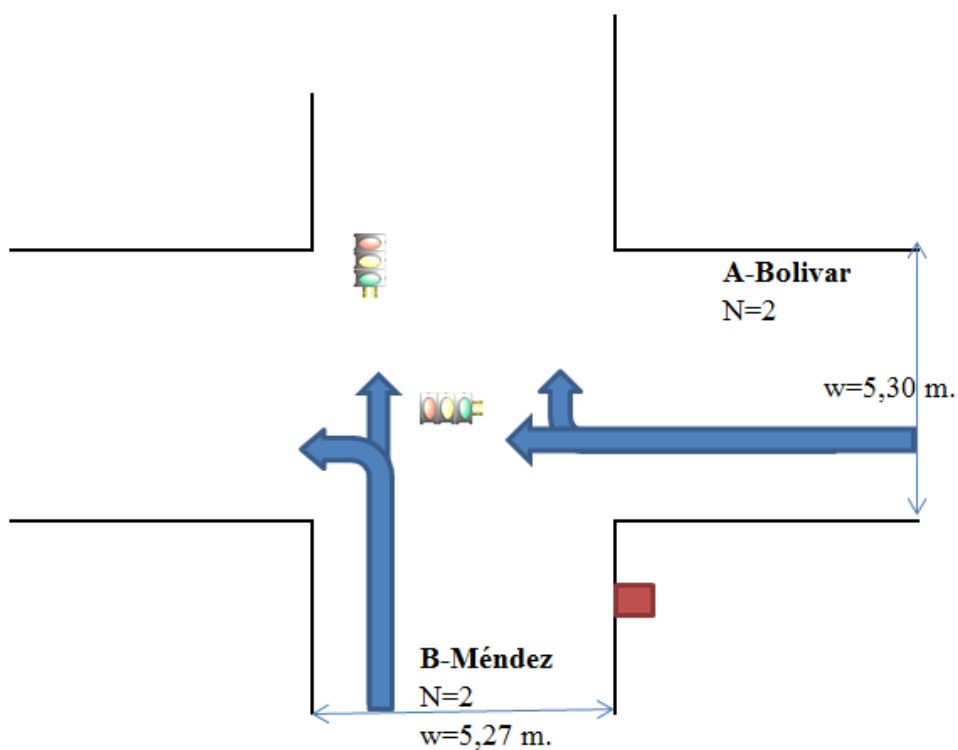
INTERSECCIÓN XIII

- **Módulo de entrada:**

Intersección N#13: Bolivar y Méndez

Intersección semaforizada

Geometría y volúmenes:



Donde:

- N es el número de carriles.
- W es el ancho del acceso
- Señal de paradas de autobús.
- Semáforo

FASES	Tiempo de luz verde (seg.)	Tiempo de luz amarillo (seg.)	Tiempo de luz roja (seg.)	Tiempo del ciclo (seg.)
A-Primera fase	20	2	24	46
B-Segunda fase	20	2	24	46

Método HCM 2000.

Acceso	VTH (veh/h)	% Giro derecha	% Giro Izq.	% HV	% Pend.	Ancho del acceso (m)	Ancho de carril (m)	Nm	NB	Número de Carril	Carril pl est.	Número de Carril pl est.
A-BOLIVAR	418	26,88	0	0	<10	5,3	2,65	8	42	2	Si	1
B-MENDEZ	366	0	13,27	0	<10	5,27	2,635	11	36	2	Si	1

Donde:

VTH: Volumen total horario veh/h

Pend.: Pendiente %

%HV: Porcentaje de vehículos pesados

Nm: Maniobras de estacionamiento/hora

NB: Paradas de autobuses/hora

PHF: Factor de hora pico

MODULO DE AJUSTE DE VOLUMENES:

Acceso	Volumen (VTH)	PHF	Valor de flujo	Número de carril de operación	Factor de utilización	Valor de flujo ajustado	PRT proporción de vueltas derechas	PLT proporción de vueltas izquierda
A-BOLIVAR	418	0,98	426,19	1	1	426,19	0,27	0
B-MENDEZ	366	0,98	373,36	1	1	373,36	0	0,13

MODULO DE FLUJO DE SATURACION:

Acceso	So Flujo ideal de saturación	Número de carril de operación	Factores de ajuste								Ajuste de flujo de saturación
			Fw	f _{hv}	f _g	f _p	f _{bb}	f _a	f _{RT}	f _{LT}	
A-BOLIVAR	1900	1	0,894	1	1	0,858	0,833	0,9	0,960	1	1048,60
B-MENDEZ	1900	1	0,893	1	1	0,843	0,856	0,9	1	0,993	1095,06

ANALISIS DE CAPACIDAD:

Acceso	Ajuste del valor de flujo	Ajuste de flujo de saturación	Relación de flujo	Relación de luz verde	Capacidad del carril	Relación VIC
A-BOLIVAR	426,19	1048,60	0,406	0,435	455,92	0,93
B-MENDEZ	373,36	1095,06	0,341	0,435	476,11	0,78

Nivel de servicio:

Acceso	Relación VIC	Relación de luz verde g/C	Duración del ciclo C	Primera demora	Segunda demora	Demora total	Demora total y Niveles de servicio	
				Demora d1	Demora d2	Dt	Demora por acceso	Nivel de servicio por acceso
A-BOLIVAR	0,93	0,435	46	7,427	20,144	27,571	27,571	D
B-MENDEZ	0,78	0,435	46	6,689	6,03	12,719	12,719	B

Método HCM 2010.

Acceso	VTH (veh/h)	% Giro derecha	% Giro Izq.	% HV	% Pend.	Ancho del acceso (m)	Ancho de carril (m)	Nm	NB	Número de Carril	Carril p/ est.	Número de Carril p/ est.
A-BOLIVAR	418	26,88	0	0	<10	5,3	2,65	8	42	2	Si	1
B-MENDEZ	366	0	13,27	0	<10	5,27	2,635	11	36	2	Si	1

Donde:

VTH: Volumen total horario veh/h

Pend.: Pendiente %

%HV: Porcentaje de vehiculos pesados

Nm: Maniobras de estacionamiento/hora

NB: Paradas de autobushora

PHF: Factor de hora pico

MODULO DE AJUSTE DE VOLUMENES:

Acceso	Volumen (VTH)	PHF	Valor de flujo	Número de carril de operación	Factor de utilización	Valor de flujo ajustado
A-BOLIVAR	418	0,90	464,07	1	1	464,07
B-MENDEZ	366	0,90	406,54	1	1	406,54

MODULO DE FLUJO DE SATURACION:

Acceso	So Flujo ideal de saturación	Número de carril de operación	Factores de ajuste								Ajuste de flujo de saturación
			Fw	fHV	fg	fp	fbB	fa	fRT	fLT	
A-BOLIVAR	1900	1	0,960	1	1	0,858	0,833	0,9	0,963	1,05	1185,57
B-MENDEZ	1900	1	0,960	1	1	0,843	0,856	0,9	1,18	0,925	1293,28

ANALISIS DE CAPACIDAD:

Acceso	Ajuste del valor de flujo	Ajuste de flujo de saturación	Relación de flujo	Relación de luz verde	Capacidad del carril	Relación VIC
A-BOLIVAR	464,07	1185,57	0,391	0,435	515,47	0,90
B-MENDEZ	406,54	1293,28	0,314	0,435	562,30	0,72

Nivel de servicio:

Acceso	Relación VIC	Relación de luz verde g/C	Duración del ciclo C	Primera demora	Segunda demora	Demora total	Demora total y Niveles de servicio	
				Demora d1	Demora d2	Dt	Demora por acceso	Nivel de servicio por acceso
A-BOLIVAR	0,90	0,435	46	7,244	13,23	20,474	20,474	B
B-MENDEZ	0,72	0,435	46	6,430	4,841	11,271	11,271	B

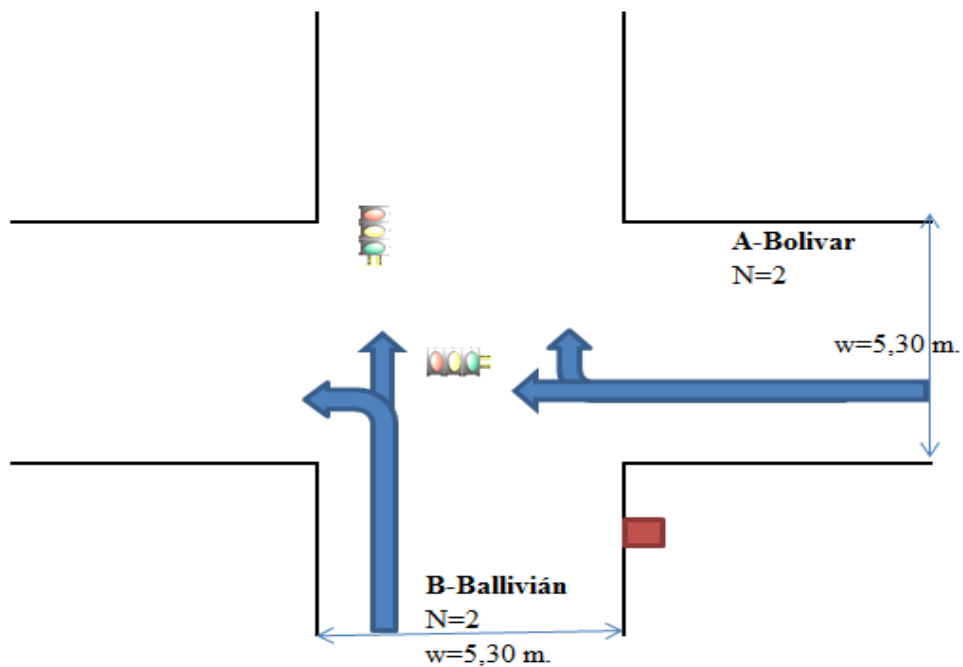
INTERSECCIÓN XIV

- **Módulo de entrada:**

Intersección N#14: Bolívar y Ballivián

Intersección semaforizada

Geometría y volúmenes:



Donde:

- N es el número de carriles.
- W es el ancho del acceso
-  Señal de paradas de autobús.
-  Semáforo

FASES	Tiempo de luz verde (seg.)	Tiempo de luz amarillo (seg.)	Tiempo de luz roja (seg.)	Tiempo del ciclo (seg.)
A-Primera fase	16	2	22	40
B-Segunda fase	19	2	19	40

Método HCM 2000.

Acceso	VTH (veh/h)	% Giro derecha	% Giro Izq.	% HV	% Pend.	Ancho del acceso (m)	Ancho de carril (m)	Nm	NB	Número de Carril	Carril p/ est.	Número de Carril p/ est.
A-BOLIVAR	476	18,42	0	0	<10	5,3	2,65	8	52	2	Si	1
B-BALLIVIAN	485	0	19,18	0	<10	5,3	2,65	6	36	2	Si	1

Donde:

VTH: Volumen total horario veh/h

Pend.: Pendiente %

%HV: Porcentaje de vehículos pesados

Nm: Maniobras de estacionamiento/hora

NB: Paradas de autobuses/hora

PHF: Factor de hora pico

MODULO DE AJUSTE DE VOLUMENES:

Acceso	Volumen (VTH)	PHF	Valor de flujo	Número de carril de operación	Factor de utilización	Valor de flujo ajustado	PRT proporción de vueltas derechas	PLT proporción de vueltas izquierda
A-BOLIVAR	476	0,98	485,60	1	1	485,60	0,18	0
B-BALLIVIAN	485	0,98	494,67	1	1	494,67	0	0,19

MODULO DE FLUJO DE SATURACIÓN:

Acceso	So Flujo ideal de saturación	Número de carril de operación	Factores de ajuste								Ajuste de flujo de saturación
			Fw	fHV	fg	fp	fb	fa	fRT	fLT	
A-BOLIVAR	1900	1	0,894	1	1	0,862	0,794	0,9	0,972	1	1017,43
B-BALLIVIAN	1900	1	0,894	1	1	0,868	0,855	0,9	1	0,99	1124,26

ANÁLISIS DE CAPACIDAD:

Acceso	Ajuste del valor de flujo	Ajuste de flujo de saturación	Relación de flujo	Relación de luz verde	Capacidad del carril	Relación VIC
A-BOLIVAR	485,60	1017,43	0,477	0,400	406,37	1,19
B-BALLIVIAN	494,67	1124,26	0,440	0,475	534,02	0,93

Nivel de servicio:

Acceso	Relación VIC	Relación de luz verde g/C	Duración del ciclo C	Primera demora	Segunda demora	Demora total	Demora total y Niveles de servicio	
				Demora d1	Demora d2	Dt	Demora por acceso	Nivel de servicio por acceso
A-BOLIVAR	1,19	0,400	40	8,264	29,565	37,829	37,829	D
B-BALLIVIAN	0,93	0,475	40	5,906	16,642	22,548	22,548	C

Método HCM 2010.

Acceso	VTH (veh/h)	% Giro derecha	% Giro Izq.	% HV	% Pend.	Ancho del acceso (m)	Ancho de carril (m)	Nm	NB	Número de Carril	Carril pl est.	Número de Carril pl est.
A-BOLIVAR	476	18,42	0	0	<10	5,3	2,65	8	52	2	Si	1
B-BALLIVIAN	485	0	19,18	0	<10	5,3	2,65	6	36	2	Si	1

Donde:

VTH: Volumen total horario veh/h

Pend: Pendiente %

%HV: Porcentaje de vehículos pesados

Nm: Maniobras de estacionamiento/hora

NB: Paradas de autobuses/hora

PHF: Factor de hora pico

MODULO DE AJUSTE DE VOLUMENES:

Acceso	Volumen (VTH)	PHF	Valor de flujo	Número de carril de operación	Factor de utilización	Valor de flujo ajustado
A-BOLIVAR	476	0,90	528,77	1	1	528,77
B-BALLIVIAN	485	0,90	538,64	1	1	538,64

MODULO DE FLUJO DE SATURACION:

Acceso	So Flujo ideal de saturación	Número de carril de operación	Factores de ajuste								Ajuste de flujo de saturación
			Fw	f _{hv}	f _g	f _p	f _{bb}	f _a	f _{RT}	f _{LT}	
A-BOLIVAR	1900	1	0,960	1	1	0,862	0,794	0,9	0,946	1,05	1358,26
B-BALLIVIAN	1900	1	0,960	1	1	0,868	0,855	0,9	1,18	0,948	1362,56

ANALISIS DE CAPACIDAD:

Acceso	Ajuste del valor de flujo	Ajuste de flujo de saturación	Relación de flujo	Relación de luz verde	Capacidad del carril	Relación VIC
A-BOLIVAR	528,77	1358,26	0,389	0,400	543,30	0,97
B-BALLIVIAN	538,64	1362,56	0,395	0,475	647,22	0,83

Nivel de servicio:

Acceso	Relación VIC	Relación de luz verde g/C	Duración del ciclo C	Primera demora	Segunda demora	Demora total	Demora total y Niveles de servicio	
				Demora d1	Demora d2	Dt	Demora por acceso	Nivel de servicio por acceso
A-BOLIVAR	0,97	0,400	40	7,074	23,058	30,132	30,132	C
B-BALLIVIAN	0,83	0,475	40	5,470	5,696	11,166	11,166	B

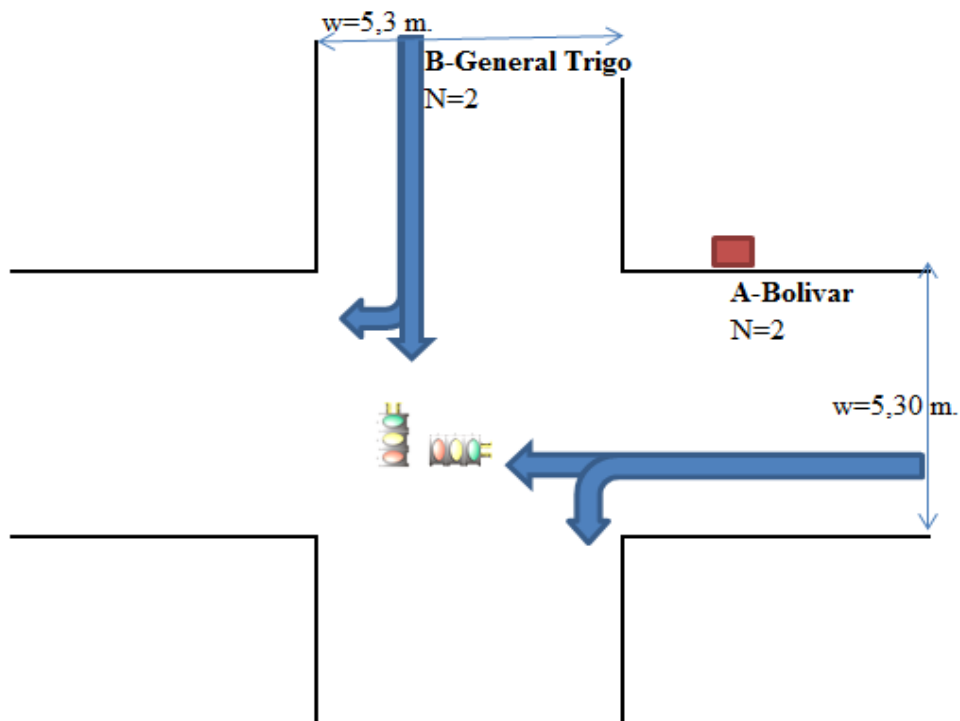
INTERSECCIÓN XV

- Módulo de entrada:

Intersección N#15: Bolivar y General Trigo

Intersección semaforizada

Geometría y volúmenes:



Donde:

- N es el número de carriles.
W es el ancho del acceso
 Señal de paradas de autobús.
 Semáforo

FASES	Tiempo de luz verde (seg.)	Tiempo de luz amarillo (seg.)	Tiempo de luz roja (seg.)	Tiempo del ciclo (seg.)
A-Primera fase	20	2	24	46
B-Segunda fase	20	2	24	46

Método HCM 2000.

Acceso	VTH (veh/h)	% Giro derecha	% Giro Izq.	% HV	% Pend.	Ancho del acceso (m)	Ancho de carril (m)	Nm	NB	Número de Carril	Carril p/ est.	Número de Carril p/ est.
A-BOLIVAR	418	0	17,39	0	<10	5,3	2,65	1	68	2	Si	1
B-GRAL. TRIGO	323	16,81	0	0	<10	5,3	2,65	9	41	2	Si	1

Donde:

VTH: Volumen total horario veh/h

Pend.: Pendiente %

%HV: Porcentaje de vehículos pesados

Nm: Maniobras de estacionamiento/hora

NB: Paradas de autobuses/hora

PHF: Factor de hora pico

MODULO DE AJUSTE DE VOLUMENES:

Acceso	Volumen (VTH)	PHF	Valor de flujo	Número de carril de operación	Factor de utilización	Valor de flujo ajustado	PRT proporción de vueltas derechas	PLT proporción de vueltas izquierda
A-BOLIVAR	418	0,98	426,19	1	1	426,19	0	0,174
B-GRAL. TRIGO	323	0,98	329,99	1	1	329,99	0,168	0

MODULO DE FLUJO DE SATURACION:

Acceso	So Flujo ideal de saturación	Número de carril de operación	Factores de ajuste								Ajuste de flujo de saturación
			Fw	fhw	fg	fp	fbf	fa	fRT	FLT	
A-BOLIVAR	1900	1	0,894	1	1	0,894	0,726	0,9	1	0,991	984,85
B-GRAL. TRIGO	1900	1	0,894	1	1	0,857	0,838	0,9	0,975	1	1070,31

ANÁLISIS DE CAPACIDAD:

Acceso	Ajuste del valor de flujo	Ajuste de flujo de saturación	Relación de flujo	Relación de luz verde	Capacidad del carril	Relación VIC
A-BOLIVAR	426,19	984,85	0,433	0,435	428,20	1,00
B-GRAL. TRIGO	329,99	1070,31	0,308	0,435	465,35	0,71

Nivel de servicio:

Acceso	Relación VIC	Relación de luz verde g/C	Duración del ciclo C	Primera demora	Segunda demora	Demora total	Demora total y Niveles de servicio	
				Demora d1	Demora d2	Dt	Demora por acceso	Nivel de servicio por acceso
A-BOLIVAR	1,00	0,435	46	7,772	33,469	41,241	41,241	E
B-GRAL. TRIGO	0,71	0,435	46	6,374	8,74	15,114	15,114	C

Método HCM 2010.

Acceso	VTH (veh/h)	% Giro derecha	% Giro Izq.	% HV	% Pend.	Ancho del acceso (m)	Ancho de carril (m)	Nm	NB	Número de Carril	Carril pl est.	Número de Carril pl est.
A-BOLIVAR	418	0	17,39	0	<10	5,3	2,65	1	68	2	Si	1
B-GRAL TRIGO	323	16,81	0	0	<10	5,3	2,65	9	41	2	Si	1

Donde:

VTH: Volumen total horario veh/h

Pend.: Pendiente %

%HV: Porcentaje de vehículos pesados

Nm: Maniobras de estacionamiento/hora

NB: Paradas de autobuses/hora

PHF: Factor de hora pico

MODULO DE AJUSTE DE VOLUMENES:

Acceso	Volumen (VTH)	PHF	Valor de flujo	Número de carril de operación	Factor de utilización	Valor de flujo ajustado
A-BOLIVAR	418	0,90	464,07	1	1	464,07
B-GRAL TRIGO	323	0,90	359,32	1	1	359,32

MODULO DE FLUJO DE SATURACION:

Acceso	So Flujo ideal de saturación	Número de carril de operación	Factores de ajuste								Ajuste de flujo de saturación
			Fw	f _{hv}	fg	fp	fbb	fa	fRT	fLT	
A-BOLIVAR	1900	1	0,960	1	1	0,894	0,726	0,9	1,18	0,942	1185,80
B-GRAL TRIGO	1900	1	0,960	1	1	0,857	0,838	0,9	0,941	1,05	1163,78

Acceso	Ajuste del valor de flujo	Ajuste de flujo de saturación	Relación de flujo	Relación de luz verde	Capacidad del carril	Relación VIC
A-BOLIVAR	464,07	1185,80	0,391	0,435	515,56	0,90
B-GRAL TRIGO	359,32	1163,78	0,309	0,435	505,99	0,71

Nivel de servicio:

Acceso	Relación VIC	Relación de luz verde g/C	Duración del ciclo C	Primera demora	Segunda demora	Demora total	Demora total y Niveles de servicio	
				Demora d1	Demora d2	Dt	Demora por acceso	Nivel de servicio por acceso
A-BOLIVAR	0,90	0,435	46	7,244	13,146	20,390	20,390	C
B-GRAL TRIGO	0,71	0,435	46	6,378	3,896	10,274	10,274	B

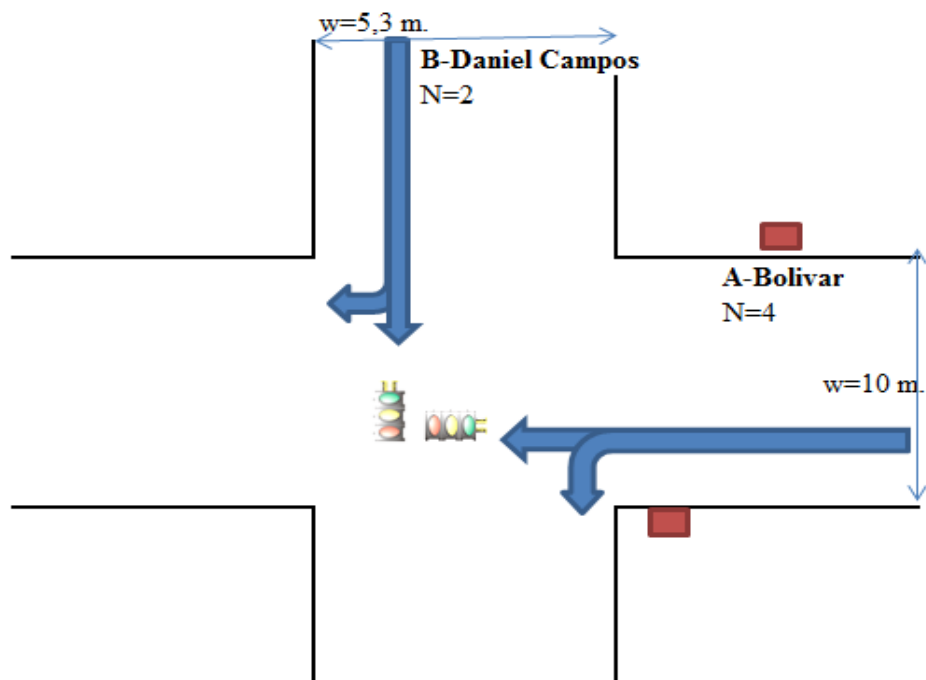
INTERSECCIÓN XVI

- **Módulo de entrada:**

Intersección N#16: Bolivar y Daniel Campos

Intersección semaforizada

Geometría y volúmenes:



Donde:

- N es el número de carriles.
- W es el ancho del acceso
-  Señal de paradas de autobús.
-  Semáforo

FASES	Tiempo de luz verde (seg.)	Tiempo de luz amarillo (seg.)	Tiempo de luz roja (seg.)	Tiempo del ciclo (seg.)
A-Primera fase	20	2	24	46
B-Segunda fase	20	2	24	46

Método HCM 2000.

Acceso	VTH (veh/h)	% Giro derecha	% Giro Izq.	% HV	% Pend.	Ancho del acceso (m)	Ancho de carril (m)	Nm	NB	Número de Carril	Carril pl est.	Número de Carril pl est.
A-BOLIVAR	428	0	28,65	0	<10	10	2,50	13	85	4	Si	2
B- D. CAMPOS	372	26,12	0	0	<10	5,3	2,65	9	55	2	Si	1

Donde:

VTH: Volumen total horario veh/h

Pend.: Pendiente %

%HV: Porcentaje de vehículos pesados

Nm: Maniobras de estacionamiento/hora

NB: Paradas de autobuses/hora

PHF: Factor de hora pico

MODULO DE AJUSTE DE VOLUMENES:

Acceso	Volumen (VTH)	PHF	Valor de flujo	Número de carril de operación	Factor de utilización	Valor de flujo ajustado	PRT proporción de vueltas derechas	PLT proporción de vueltas izquierda
A-BOLIVAR	428	0,98	436,68	2	1,05	458,51	0	0,287
B- D. CAMPOS	372	0,98	379,93	1	1	379,93	0,261	0

MODULO DE FLUJO DE SATURACIÓN:

Acceso	So Flujo ideal de saturación	Número de carril de operación	Factores de ajuste								Ajuste de flujo de saturación
			Fw	fhw	fg	fp	fbf	fa	fRT	fLT	
A-BOLIVAR	1900	2	0,878	1	1	0,916	0,831	0,9	1	0,986	2253,21
B- D. CAMPOS	1900	1	0,894	1	1	0,855	0,781	0,9	0,961	1	980,78

ANÁLISIS DE CAPACIDAD:

Acceso	Ajuste del valor de flujo	Ajuste de flujo de saturación	Relación de flujo	Relación de luz verde	Capacidad del carril	Relación VIC
A-BOLIVAR	458,51	2253,21	0,203	0,435	979,66	0,47
B- D. CAMPOS	379,93	980,78	0,387	0,435	426,42	0,89

Nivel de servicio:

Acceso	Relación VIC	Relación de luz verde g/C	Duración del ciclo C	Primera demora	Segunda demora	Demora total	Demora total y Niveles de servicio	
				Demora d1	Demora d2	Dt	Demora por acceso	Nivel de servicio por acceso
A-BOLIVAR	0,47	0,435	46	5,535	11,899	17,434	17,434	C
B- D. CAMPOS	0,89	0,435	46	7,196	15,363	22,559	22,559	C

Método HCM 2010.

Acceso	VTH (veh/h)	% Giro derecha	% Giro Izq.	% HV	% Pend.	Ancho del acceso (m)	Ancho de carril (m)	Nm	NB	Número de Carril	Carril pl est.	Número de Carril pl est.
A-BOLIVAR	428	0	28,65	0	<10	10	2,50	13	85	4	Si	2
B-D. CAMPOS	372	26,12	0	0	<10	5,3	2,65	9	55	2	Si	1

Donde:

VTH: Volumen total horario veh/h

Pend: Pendiente %

%HV: Porcentaje de vehículos pesados

Nm: Maniobras de estacionamiento/hora

NB: Paradas de autobuses/hora

PHF: Factor de hora pico

MODULO DE AJUSTE DE VOLUMENES:

Acceso	Volumen (VTH)	PHF	Valor de flujo	Número de carril de operación	Factor de utilización	Valor de flujo ajustado
A-BOLIVAR	428	0,90	475,49	2	1,05	499,27
B-D. CAMPOS	372	0,90	413,70	1	1	413,70

MODULO DE FLUJO DE SATURACION:

Acceso	So Flujo ideal de saturación	Número de carril de operación	Factores de ajuste								Ajuste de flujo de saturación
			Fw	f _{hv}	f _g	f _p	f _{bb}	f _a	f _{RT}	f _{LT}	
A-BOLIVAR	1900	2	1	1	1	0,916	0,831	0,9	1,18	0,965	2965,15
B-D. CAMPOS	1900	1	0,960	1	1	0,895	0,781	0,9	0,962	1,05	1106,32

ANALISIS DE CAPACIDAD:

Acceso	Ajuste del valor de flujo	Ajuste de flujo de saturación	Relación de flujo	Relación de luz verde	Capacidad del carril	Relación VIC
A-BOLIVAR	499,27	2965,15	0,168	0,435	1289,20	0,39
B-D. CAMPOS	413,70	1106,32	0,374	0,435	481,01	0,86

Nivel de servicio:

Acceso	Relación VIC	Relación de luz verde g/C	Duración del ciclo C	Primera demora	Segunda demora	Demora total	Demora total y Niveles de servicio	
				Demora d1	Demora d2	Dt	Demora por acceso	Nivel de servicio por acceso
A-BOLIVAR	0,39	0,435	46	5,301	5,571	10,872	10,872	B
B-D. CAMPOS	0,86	0,435	46	7,042	10,142	17,184	17,184	B

INTERSECCIÓN XVII

- **Módulo de entrada:**

Intersección N#17: Cochabamba y Sucre

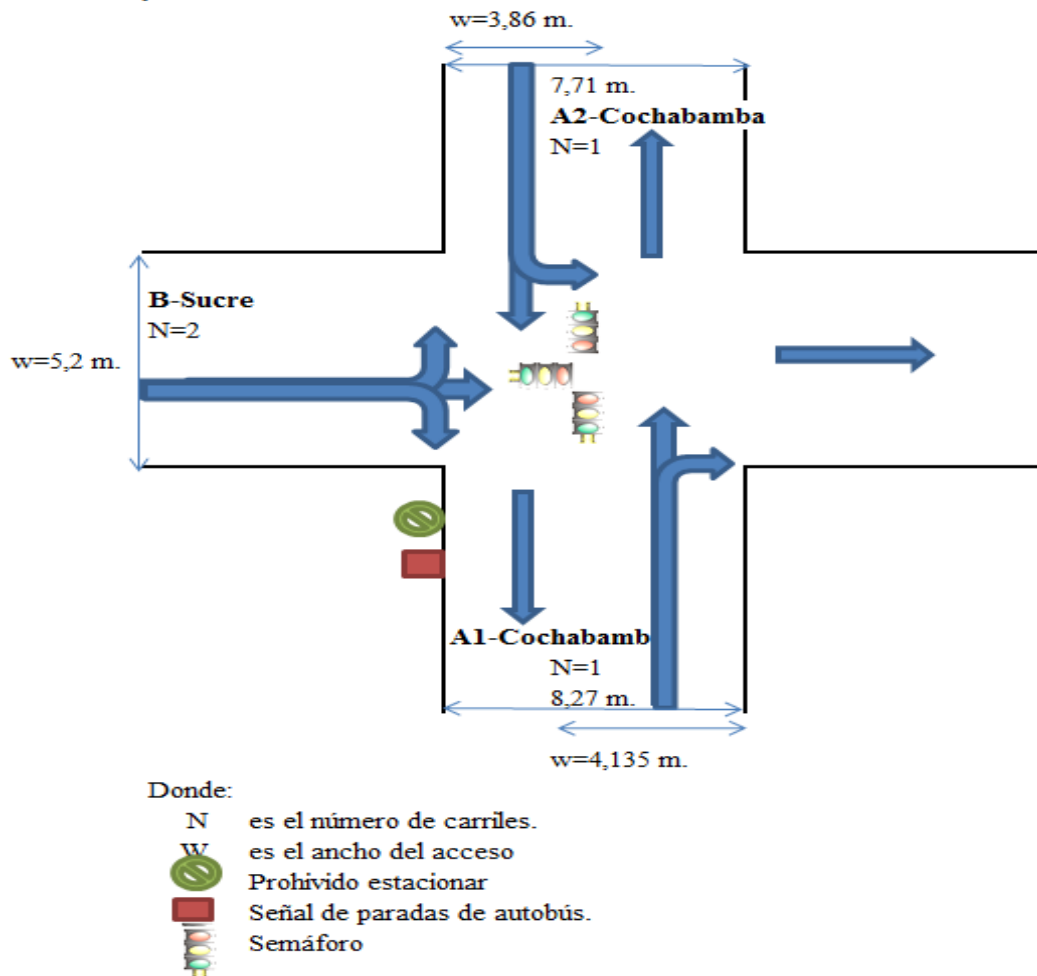
Intersección semaforizada

A1 - Cochabamba

A2 - Cochabamba

B - Sucre

Geometría y volúmenes:



FASES	Tiempo de luz verde (seg.)	Tiempo de luz amarillo (seg.)	Tiempo de luz roja (seg.)	Tiempo del ciclo (seg.)
A1-Primera fase	18	2	22	42
A2-Segunda fase	18	2	22	42
B-Tercera fase	18	2	22	42

Método HCM 2000.

Acceso	VTH (veh/h)	% Giro derecha	% Giro Izq.	% HV	% Pend.	Ancho del acceso (m)	Ancho de carril (m)	Nm	NB	Número de Carril	Carril p/ est.	Número de Carril p/ est.
A1-COCHABAMBA	355	10,37	0	0,56	<10	4,14	4,14	3	30	1	No	0
A2-COCHABAMBA	564	0	12,94	0,60	<10	3,86	3,86	2	31	1	No	0
B-SUCRE	355	19,73	23,33	0,00	<10	5,2	2,60	5	32	2	Si	1

Donde:

VTH: Volumen total horario veh/h

Pend: Pendiente %

%HV: Porcentaje de vehículos pesados

Nm: Maniobras de estacionamiento/hora

NB: Paradas de autobuses/hora

PHF: Factor de hora pico

MODULO DE AJUSTE DE VOLUMENES:

Acceso	Volumen (VTH)	PHF	Valor de flujo	Número de carril de operación	Factor de utilización	Valor de flujo ajustado	PRT proporción de vueltas derechas	PLT proporción de vueltas izquierda
A1-COCHABAMBA	355	0,98	362,07	1	1	362,07	0,10	0
A2-COCHABAMBA	564	0,98	575,34	1	1	575,34	0	0,13
B-SUCRE	355	0,98	362,07	1	1	362,07	0,197	0,23

MODULO DE FLUJO DE SATURACION:

Acceso	So Flujo ideal de saturación	Número de carril de operación	Factores de ajuste								Ajuste de flujo de saturación
			Fw	f _h v	f _g	f _p	f _{bb}	f _a	f _{RT}	f _{LT}	
A1-COCHABAMBA	1900	1	1,060	0,994	1	0,885	0,879	0,9	0,984	1	1381,50
A2-COCHABAMBA	1900	1	1,029	0,994	1	0,891	0,878	0,9	1	0,994	1359,22
B-SUCRE	1900	1	0,889	1	1	0,874	0,873	0,9	0,970	0,988	1112,71

ANÁLISIS DE CAPACIDAD:

Acceso	Ajuste del valor de flujo	Ajuste de flujo de saturación	Relación de flujo	Relación de luz verde	Capacidad del carril	Relación VIC
A1-COCHABAMBA	362,07	1381,50	0,262	0,429	582,07	0,61
A2-COCHABAMBA	575,34	1359,22	0,423	0,429	582,52	0,99
B-SUCRE	362,07	1112,71	0,325	0,429	476,87	0,76

Nivel de servicio:

Acceso	Relación VIC	Relación de luz verde g/C	Duración del ciclo C	Primera demora	Segunda demora	Demora total	Demora total y Niveles de servicio	
				Demora d1	Demora d2	Dt	Demora por acceso	Nivel de servicio por acceso
A1-COCHABAMBA	0,61	0,429	42	5,576	1,33	6,906	6,906	B
A2-COCHABAMBA	0,99	0,429	42	7,134	26,36	33,494	33,494	D
B-SUCRE	0,76	0,429	42	6,099	4,839	10,938	10,938	B

Método HCM 2010.

Acceso	VTH (veh/h)	% Giro derecha	% Giro Izq.	% HV	% Pend.	Ancho del acceso (m)	Ancho de carril (m)	Nm	NB	Número de Carril	Carril pl est.	Número de Carril pl est.
A1-COCHABAMBA	355	10,37	0	0,56	<10	4,14	4,14	3	30	1	No	0
A2-COCHABAMBA	564	0	12,94	0,60	<10	3,86	3,86	2	31	1	No	0
B-SUCRE	355	19,73	23,33	0,00	<10	5,2	2,60	5	32	2	Si	1

Donde:

VTH: Volumen total horario veh/h

Pend.: Pendiente %

%HV: Porcentaje de vehículos pesados

Nm: Maniobras de estacionamiento/hora

NB: Paradas de autobuses/hora

PHF: Factor de hora pico

MODULO DE AJUSTE DE VOLUMENES:

Acceso	Volumen (VTH)	PHF	Valor de flujo	Número de carril de operación	Factor de utilización	Valor de flujo ajustado
A1-COCHABAMBA	355	0,90	394,26	1	1	394,26
A2-COCHABAMBA	564	0,90	626,48	1	1	626,48
B-SUCRE	355	0,90	394,26	1	1	394,26

MODULO DE FLUJO DE SATURACION:

Acceso	So Flujo ideal de saturación	Número de carril de operación	Factores de ajuste								Ajuste de flujo de saturación
			Fw	fHV	fg	fp	fbb	fa	fRT	FLT	
A1-COCHABAMBA	1900	1	1,040	0,994	1	0,885	0,879	0,9	0,972	1,05	1405,22
A2-COCHABAMBA	1900	1	1	0,994	1	0,891	0,878	0,9	1,18	0,923	1447,68
B-SUCRE	1900	1	0,960	1	1	0,874	0,873	0,9	0,949	0,957	1138,34

ANALISIS DE CAPACIDAD:

Acceso	Ajuste del valor de flujo	Ajuste de flujo de saturación	Relación de flujo	Relación de luz verde	Capacidad del carril	Relación VIC
A1-COCHABAMBA	394,26	1405,22	0,281	0,429	602,24	0,65
A2-COCHABAMBA	626,48	1447,68	0,433	0,429	620,44	1,01
B-SUCRE	394,26	1138,34	0,346	0,429	487,86	0,81

Nivel de servicio:

Acceso	Relación VIC	Relación de luz verde g/C	Duración del ciclo C	Primera demora	Segunda demora	Demora total	Demora total y Niveles de servicio	
				Demora d1	Demora d2	Dt	Demora por acceso	Nivel de servicio por acceso
A1-COCHABAMBA	0,65	0,429	42	5,719	5,191	10,910	10,910	B
A2-COCHABAMBA	1,01	0,429	42	7,253	27,58	34,833	34,833	C
B-SUCRE	0,81	0,429	42	6,294	6,301	12,595	12,595	B

INTERSECCIÓN XXVIII

- **Módulo de entrada:**

Intersección N#18: Cochabamba y Venezuela

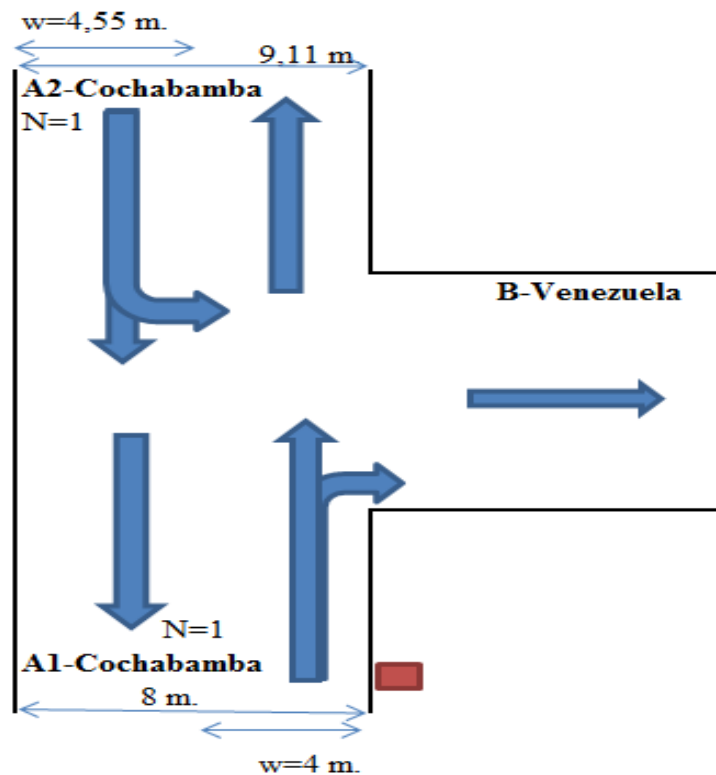
Intersección no semaforizada

A1 - Cochabamba

A2 - Cochabamba

B - Venezuela

Geometría y volúmenes:



Donde:

N es el número de carriles.

W es el ancho del acceso

 Señal de paradas de autobús.

Método HCM 2000.

Acceso	VTH (veh/h)	% Giro derecha	% Giro Izq.	% HV	% Pend.	Ancho de acceso(m)	Ancho de carril(m)	Nm	NB	Número de Carril	Carril p/ est.	Número de Carril p/ est.
A1-COCHABAMBA	478	9,14	0	0	<10	4	4	6	80	1	No	0
A2-COCHABAMBA	391	0	13,95	0	<10	4,55	4,55	10	95	1	No	0

Donde:

VTH: Volumen total horario veh/h

Pend: Pendiente %

%HV: Porcentaje de vehículos pesados

Nm: Maniobras de estacionamiento/hora

NB: Paradas de autobuses/hora

PHF: Factor de hora pico

MÓDULO DE AJUSTE DE VOLUMENES:

Acceso	Volumen (VTH)	PHF	Valor de flujo	Número de carril de operación	Factor de utilización	Valor de flujo ajustado	PRT proporción de vueltas derechas	PLT proporción de vueltas izquierda
A1-COCHABAMBA	478	0,98	487,76	1	1	487,76	0,09	0,00
A2-COCHABAMBA	391	0,98	399,32	1	1	399,32	0,00	0,14

MÓDULO DE FLUJO DE SATURACIÓN:

Acceso	So Flujo ideal de saturación	Número de carril de operación	Factores de ajuste								Ajuste de flujo de saturación
			Fw	f _{hv}	f _g	f _p	f _{bb}	f _a	f _{RT}	f _{LT}	
A1-COCHABAMBA	1900	1	1,044	1	1	0,870	0,681	0,9	0,986	1	1044,15
A2-COCHABAMBA	1900	1	1,106	1	1	0,851	0,621	0,9	1	0,993	991,41

ANÁLISIS DE CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO:

Acceso	Ajuste del valor de flujo(Volumen)	Ajuste de flujo de saturación(Capacidad)	Relación de flujo VIC	Nivel de servicio
A1-COCHABAMBA	487,76	1044,15	0,467	D
A2-COCHABAMBA	399,32	991,41	0,403	D

Método HCM 2010.

Acceso	VTH (veh/h)	% Giro derecha	% Giro Izq.	% HV	% Pend.	Ancho de acceso(m)	Ancho de carril(m)	Nm	NB	Número de Carril	Carril pl est.	Número de Carril pl est.
A1-COCHABAMBA	478	9,14	0	0	<10	4	4	6	80	1	No	0
A2-COCHABAMBA	391	0	13,95	0	<10	4,55	4,55	10	95	1	No	0

Donde:

VTH: Volumen total horario veh/h

Pend.: Pendiente %

%HV: Porcentaje de vehículos pesados

Nm: Maniobras de estacionamiento/hora

NB: Paradas de autobuses/hora

PHF: Factor de hora pico

MODULO DE AJUSTE DE VOLUMENES:

Acceso	Volumen (VTH)	PHF	Valor de flujo	Número de carril de operación	Factor de utilización	Valor de flujo ajustado
A1-COCHABAMBA	478	0,90	531,11	1	1	531,11
A2-COCHABAMBA	391	0,90	434,81	1	1	434,81

MODULO DE FLUJO DE SATURACION:

Acceso	So Flujo ideal de saturación	Número de carril de operación	Factores de ajuste								Ajuste de flujo de saturación
			Fw	f _{hv}	f _g	f _p	f _{bb}	f _a	f _{RT}	f _{LT}	
A1-COCHABAMBA	1900	1	1,040	1	1	0,870	0,681	0,9	0,950	1,05	1051,52
A2-COCHABAMBA	1900	1	1,040	1	1	0,851	0,621	0,9	1,18	0,928	1028,73

ANÁLISIS DE CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO:

Acceso	Ajuste del valor de flujo(Volumen)	Ajuste de flujo de saturación(Capacidad)	Relación de flujo VIC	Nivel de servicio
A1-COCHABAMBA	531,11	1051,52	0,505	D
A2-COCHABAMBA	434,81	1028,73	0,423	D

INTERSECCIÓN XIX

- **Módulo de entrada:**

Intersección N#19: Cochabamba y Ballivián

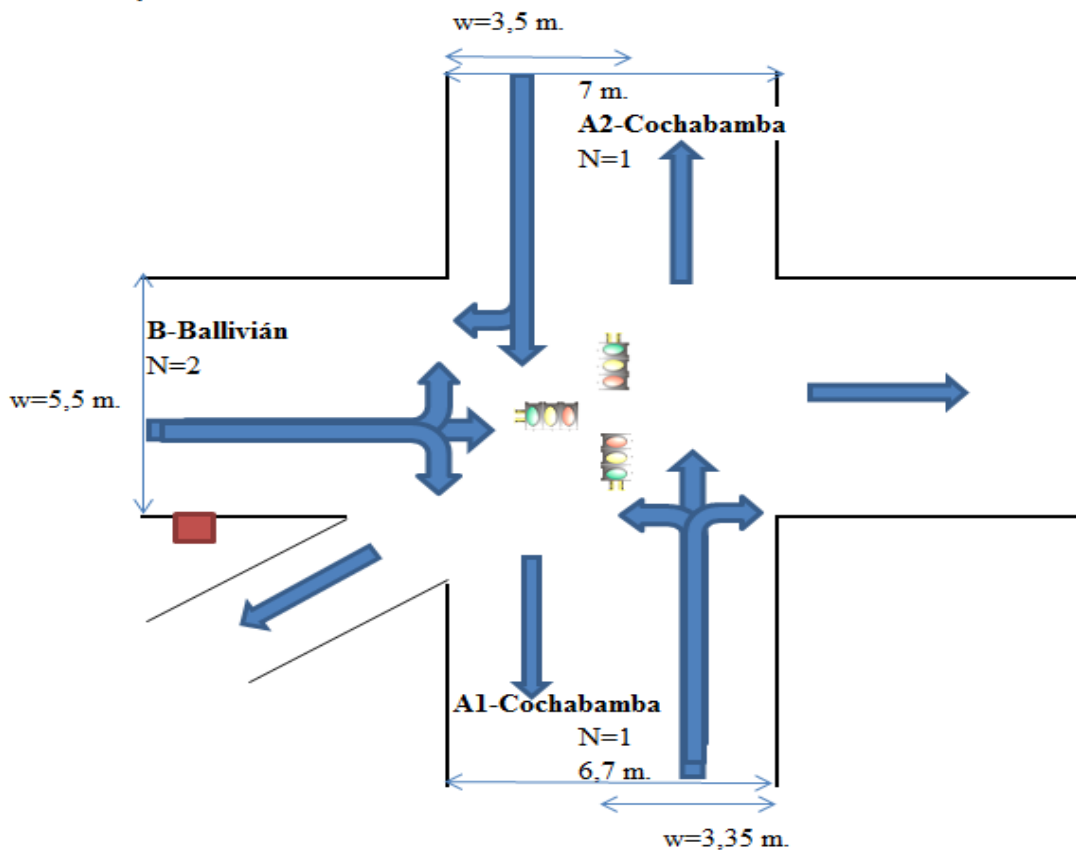
Intersección semaforizada

A1 - Cochabamba

A2 - Cochabamba

B - Ballivián

Geometría y volúmenes:



Donde:

- N es el número de carriles.
- W es el ancho del acceso
-  Señal de paradas de autobús.
-  Semáforo

FASES	Tiempo de luz verde (seg.)	Tiempo de luz amarillo (seg.)	Tiempo de luz roja (seg.)	Tiempo del ciclo (seg.)
A1-Primera fase	22	2	18	42
A2-Segunda fase	22	2	18	42
B-Tercera fase	13	2	27	42

Método HCM 2000.

Acceso	VTH (veh/h)	% Giro derecha	% Giro Izq.	% HV	% Pend.	Ancho del acceso (m)	Ancho de carril (m)	Nm	NB	Número de Carril	Carril pl est.	Número de Carril pl est.
A1-COCHABAMBA	416	20,67	1,62	0,49	<10	3,35	3,35	3	30	1	No	0
A2-COCHABAMBA	203	29,56	0	0,51	<10	3,5	3,5	2	15	1	No	0
B-BALLIVIAN	593	13,13	18,71	0,07	<10	5,5	2,75	4	18	2	Si	1

Donde:

VTH: Volumen total horario veh/h

Pend.: Pendiente %

%HV: Porcentaje de vehículos pesados

Nm: Maniobras de estacionamiento/hora

NB: Paradas de autobushora

PHF: Factor de hora pico

MODULO DE AJUSTE DE VOLUMENES:

Acceso	Volumen (VTH)	PHF	Valor de flujo	Número de carril de operación	Factor de utilización	Valor de flujo ajustado	PRT proporción de vueltas derechas	PLT proporción de vueltas izquierda
A1-COCHABAMBA	416	0,98	424,66	1	1	424,66	0,21	0,016
A2-COCHABAMBA	203	0,98	207,60	1	1	207,60	0,296	0
B-BALLIVIAN	593	0,98	604,88	1	1	604,88	0,131	0,19

MODULO DE FLUJO DE SATURACION:

Acceso	So Flujo ideal de saturación	Número de carril de operación	Factores de ajuste								Ajuste de flujo de saturación
			Fw	fhw	fg	fp	fb	fa	fRT	fLT	
A1-COCHABAMBA	1900	1	0,972	0,995	1	0,883	0,878	0,9	0,969	0,999	1242,64
A2-COCHABAMBA	1900	1	0,989	0,995	1	0,891	0,940	0,9	0,956	1	1346,72
B-BALLIVIAN	1900	1	0,906	0,999	1	1,000	0,928	0,9	0,97	0,98	1365,06

ANALISIS DE CAPACIDAD:

Acceso	Ajuste del valor de flujo	Ajuste de flujo de saturación	Relación de flujo	Relación de luz verde	Capacidad del carril	Relación VIC
A1-COCHABAMBA	424,66	1242,64	0,342	0,524	650,91	0,65
A2-COCHABAMBA	207,60	1346,72	0,154	0,524	705,42	0,29
B-BALLIVIAN	604,88	1365,06	0,443	0,310	422,52	1,43

Nivel de servicio:

Acceso	Relación VIC	Relación de luz verde g/C	Duración del ciclo C	Primera demora	Segunda demora	Demora total Dt	Demora total y Niveles de servicio	
				Demora d1	Demora d2		Demora por acceso	Nivel de servicio por acceso
A1-COCHABAMBA	0,65	0,524	42	4,340	1,127	5,467	5,467	B
A2-COCHABAMBA	0,29	0,524	42	3,378	2,241	5,619	5,619	B
B-BALLIVIAN	1,43	0,310	42	10,787	135,523	146,310	146,310	F

Método HCM 2010.

Acceso	VTH (veh/h)	% Giro derecha	% Giro Izq.	% HV	% Pend.	Ancho del acceso (m)	Ancho de carril (m)	Nm	NB	Número de Carril	Carril pl est.	Número de Carril pl est.
A1-COCHABAMBA	416	20,67	1,62	0,49	<10	3,35	3,35	3	30	1	No	0
A2-COCHABAMBA	203	29,56	0	0,51	<10	3,5	3,5	2	15	1	No	0
B-BALLIVIAN	593	13,13	18,71	0,07	<10	5,5	2,75	4	18	2	Si	1

Donde:

VTH: Volumen total horario veh/h

Pend.: Pendiente %

%HV: Porcentaje de vehículos pesados

Nm: Maniobras de estacionamiento/hora

NB: Paradas de autobushora

PHF: Factor de hora pico

MODULO DE AJUSTE DE VOLUMENES:

Acceso	Volumen (VTH)	PHF	Valor de flujo	Número de carril de operación	Factor de utilización	Valor de flujo ajustado
A1-COCHABAMBA	416	0,90	462,41	1	1	462,41
A2-COCHABAMBA	203	0,90	226,05	1	1	226,05
B-BALLIVIAN	593	0,90	658,64	1	1	658,64

MODULO DE FLUJO DE SATURACION:

Acceso	So Flujo ideal de saturación	Número de carril de operación	Factores de ajuste								Ajuste de flujo de saturación
			Fw	fhw	fg	fp	fbw	fa	fRT	FLT	
A1-COCHABAMBA	1900	1	1	0,995	1	0,883	0,878	0,9	0,952	1	1256,25
A2-COCHABAMBA	1900	1	1	0,995	1	0,891	0,940	0,9	0,966	1,05	1445,67
B-BALLIVIAN	1900	1	0,960	0,999	1	1,000	0,928	0,9	0,94	0,96	1373,76

ANALISIS DE CAPACIDAD:

Acceso	Ajuste del valor de flujo	Ajuste de flujo de saturación	Relación de flujo	Relación de luz verde	Capacidad del carril	Relación V/C
A1-COCHABAMBA	462,41	1256,25	0,368	0,524	658,03	0,70
A2-COCHABAMBA	226,05	1445,67	0,156	0,524	757,25	0,30
B-BALLIVIAN	658,64	1373,76	0,479	0,310	425,21	1,55

Nivel de servicio:

Acceso	Relación V/C	Relación de luz verde g/C	Duración del ciclo C	Primera demora	Segunda demora	Demora total	Demora total y Niveles de servicio	
				Demora d1	Demora d2	Dt	Demora por acceso	Nivel de servicio por acceso
A1-COCHABAMBA	0,70	0,524	42	4,521	8,985	13,506	13,506	B
A2-COCHABAMBA	0,30	0,524	42	3,387	6,875	10,262	10,262	B
B-BALLIVIAN	1,55	0,310	42	11,540	251,487	263,027	263,027	F

INTERSECCIÓN XX

- **Módulo de entrada:**

Intersección N#20: Belgrano y España

Intersección semaforizada

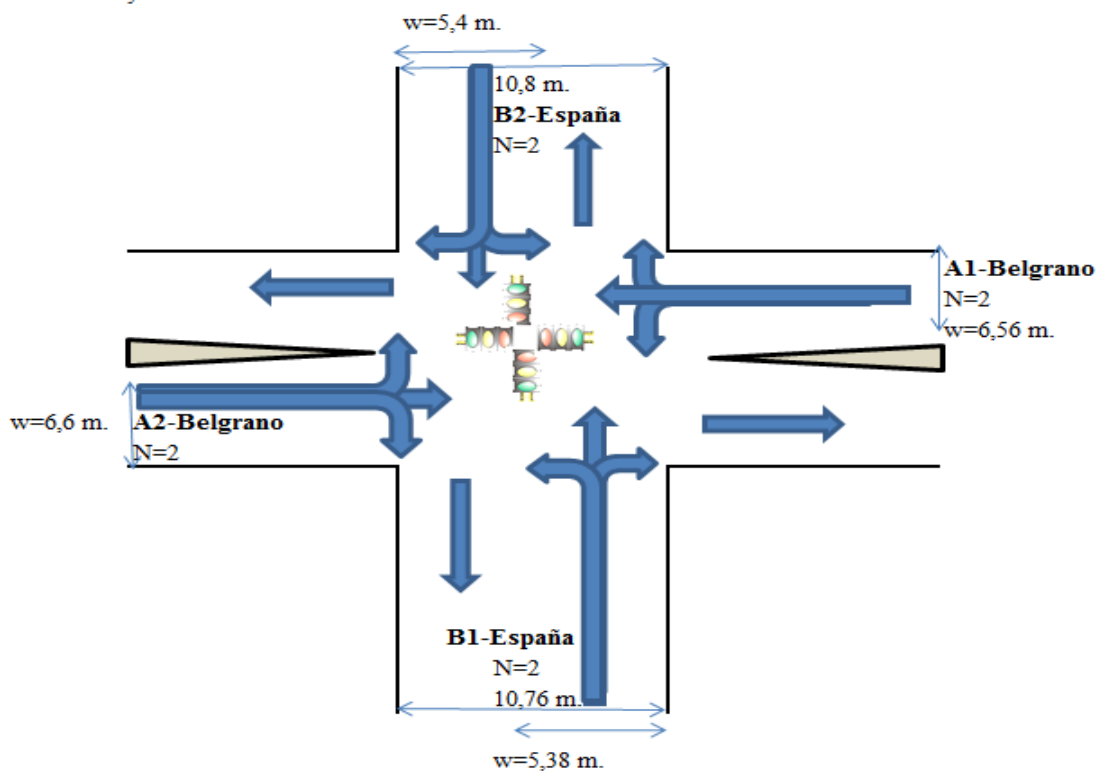
A1 - Belgrano

A2 - Belgrano

B1 - España

B2 - España

Geometría y volúmenes:



Donde:

N es el número de carriles.

W es el ancho del acceso

 Semáforo

FASES	Tiempo de luz verde (seg.)	Tiempo de luz amarillo (seg.)	Tiempo de luz roja (seg.)	Tiempo del ciclo (seg.)
A1-Primera fase	18	2	16	36
A2-Segunda fase	18	2	16	36
B1-Tercera fase	14	2	20	36
B2-Cuarta fase	14	2	20	36

Método HCM 2000.

Acceso	VTH (veh/h)	% Giro derecha	% Giro Izq.	% HV	% Pend.	Ancho del acceso (m)	Ancho de carril (m)	Nm	NB	Número de Carril	Carril pl est.	Número de Carril pl est.
A1-BELGRAND	541	8,41	6,38	0,17	<10	6,56	3,28	6	17	2	Si	1
A2-BELGRAND	482	23,73	9,24	0,43	<10	6,60	3,30	5	35	2	Si	1
B1-ESPAÑA	480	13,48	29,78	0,73	<10	5,38	2,69	10	30	2	Si	1
B2-ESPAÑA	228	12,84	14,25	0	<10	5,40	2,70	7	15	2	Si	1

Donde:

VTH: Volumen total horario veh/h

Pend: Pendiente %

%HV: Porcentaje de vehículos pesados

Nm: Maniobras de estacionamiento/hora

NB: Paradas de autobuses/hora

PHF: Factor de hora pico

MODULO DE AJUSTE DE VOLUMENES:

Acceso	Volumen (VTH)	PHF	Valor de flujo	Número de carril de operación	Factor de utilización	Valor de flujo ajustado	PRT proporción de vueltas derechas	PLT proporción de vueltas izquierda
A1-BELGRAND	541	0,98	552,04	1	1	552,04	0,08	0,064
A2-BELGRAND	482	0,98	491,89	1	1	491,89	0,237	0,09
B1-ESPAÑA	480	0,98	489,80	1	1	489,80	0,135	0,30
B2-ESPAÑA	228	0,98	232,31	1	1	232,31	0,128	0,14

MODULO DE FLUJO DE SATURACION:

Acceso	So Flujo ideal de saturación	Número de carril de operación	Factores de ajuste								Ajuste de flujo de saturación
			Fw	fhw	fg	fp	fbw	fa	fRT	fLT	
A1-BELGRAND	1900	1	0,964	0,998	1	0,871	0,933	0,9	0,987	0,997	1316,54
A2-BELGRAND	1900	1	0,967	0,996	1	0,876	0,899	0,9	0,964	0,995	1189,07
B1-ESPAÑA	1900	1	0,899	0,993	1	0,852	0,881	0,9	0,980	0,985	1358,23
B2-ESPAÑA	1900	1	0,900	1	1	0,865	0,942	0,9	0,981	0,993	1219,88

ANÁLISIS DE CAPACIDAD:

Acceso	Ajuste del valor de flujo	Ajuste de flujo de saturación	Relación de flujo	Relación de luz verde	Capacidad del carril	Relación VIC
A1-BELGRAND	552,04	1316,54	0,419	0,500	658,27	0,84
A2-BELGRAND	491,89	1189,07	0,414	0,500	594,54	0,83
B1-ESPAÑA	489,80	1358,23	0,361	0,389	528,20	0,93
B2-ESPAÑA	232,31	1219,88	0,190	0,389	474,40	0,28

Nivel de servicio:

Acceso	Relación VIC	Relación de luz verde g/C	Duración del ciclo C	Primera demora	Segunda demora	Demora total	Demora total y Niveles de servicio	
				Demora d1	Demora d2	Dt	Demora por acceso	Nivel de servicio por acceso
A1-BELGRAND	0,84	0,500	36	4,650	7,273	11,923	11,923	B
A2-BELGRAND	0,83	0,500	36	4,605	6,761	11,366	11,366	B
B1-ESPAÑA	0,93	0,389	36	6,308	16,74	23,048	23,048	C
B2-ESPAÑA	0,28	0,389	36	4,532	5,302	9,834	9,834	A

Método HCM 2010.

Acceso	VTH (veh/h)	% Giro derecha	% Giro Izq.	% HV	% Pend.	Ancho del acceso (m)	Ancho de carril (m)	Nm	NB	Número de Carril	Carril p/ est.	Número de Carril p/ est.
A1-BELGRAND	541	8,41	6,38	0,17	<10	6,56	3,28	6	17	2	Si	1
A2-BELGRAND	482	23,73	9,24	0,43	<10	6,60	3,30	5	35	2	Si	1
B1-ESPAÑA	480	13,48	29,78	0,73	<10	5,38	2,69	10	30	2	Si	1
B2-ESPAÑA	228	12,84	14,25	0	<10	5,40	2,70	7	15	2	Si	1

Donde:

VTH: Volumen total horario veh/h

Pend: Pendiente %

%HV: Porcentaje de vehículos pesados

Nm: Maniobras de estacionamiento/hora

NB: Paradas de autobuses/hora

PHF: Factor de hora pico

MÓDULO DE AJUSTE DE VOLUMENES:

Acceso	Volumen (VTH)	PHF	Valor de flujo	Número de carril de operación	Factor de utilización	Valor de flujo ajustado
A1-BELGRAND	541	0,90	601,11	1	1	601,11
A2-BELGRAND	482	0,90	535,62	1	1	535,62
B1-ESPAÑA	480	0,90	533,33	1	1	533,33
B2-ESPAÑA	228	0,90	252,96	1	1	252,96

MÓDULO DE FLUJO DE SATURACIÓN:

Acceso	So Flujo ideal de saturación	Número de carril de operación	Factores de ajuste								Ajuste de flujo de saturación
			Fw	fhw	fg	fp	fb	fa	fRT	FLT	
A1-BELGRAND	1900	1	1	0,998	1	0,871	0,933	0,9	0,881	0,843	1255,36
A2-BELGRAND	1900	1	1	0,996	1	0,876	0,899	0,9	0,958	0,892	1195,59
B1-ESPAÑA	1900	1	0,960	0,993	1	0,852	0,881	0,9	0,926	0,966	1298,58
B2-ESPAÑA	1900	1	0,960	1	1	0,865	0,942	0,9	0,922	0,930	1145,68

ANÁLISIS DE CAPACIDAD:

Acceso	Ajuste del valor de flujo	Ajuste de flujo de saturación	Relación de flujo	Relación de luz verde	Capacidad del carril	Relación VIC
A1-BELGRAND	601,11	1255,36	0,479	0,500	627,68	0,96
A2-BELGRAND	535,62	1195,59	0,448	0,500	597,80	0,90
B1-ESPAÑA	533,33	1298,58	0,411	0,389	505,00	1,06
B2-ESPAÑA	252,96	1145,68	0,221	0,389	445,54	0,28

Nivel de servicio:

Acceso	Relación VIC	Relación de luz verde g/C	Duración del ciclo C	Primera demora	Segunda demora	Demora total	Demora total y Niveles de servicio	
				Demora d1	Demora d2	Dt	Demora por acceso	Nivel de servicio por acceso
A1-BELGRAND	0,96	0,500	36	5,181	13,366	18,547	18,547	B
A2-BELGRAND	0,90	0,500	36	4,891	11,86	16,751	16,751	B
B1-ESPAÑA	1,06	0,389	36	6,844	48,146	54,990	54,990	D
B2-ESPAÑA	0,28	0,389	36	4,532	0,412	4,944	4,944	A

INTERSECCIÓN XXI

• Módulo de entrada:

Intersección N#21: Av. Víctor Paz Z. y Pte. Bicentenario

Intersección semaforizada.

A1 - Av. Víctor Paz Z.

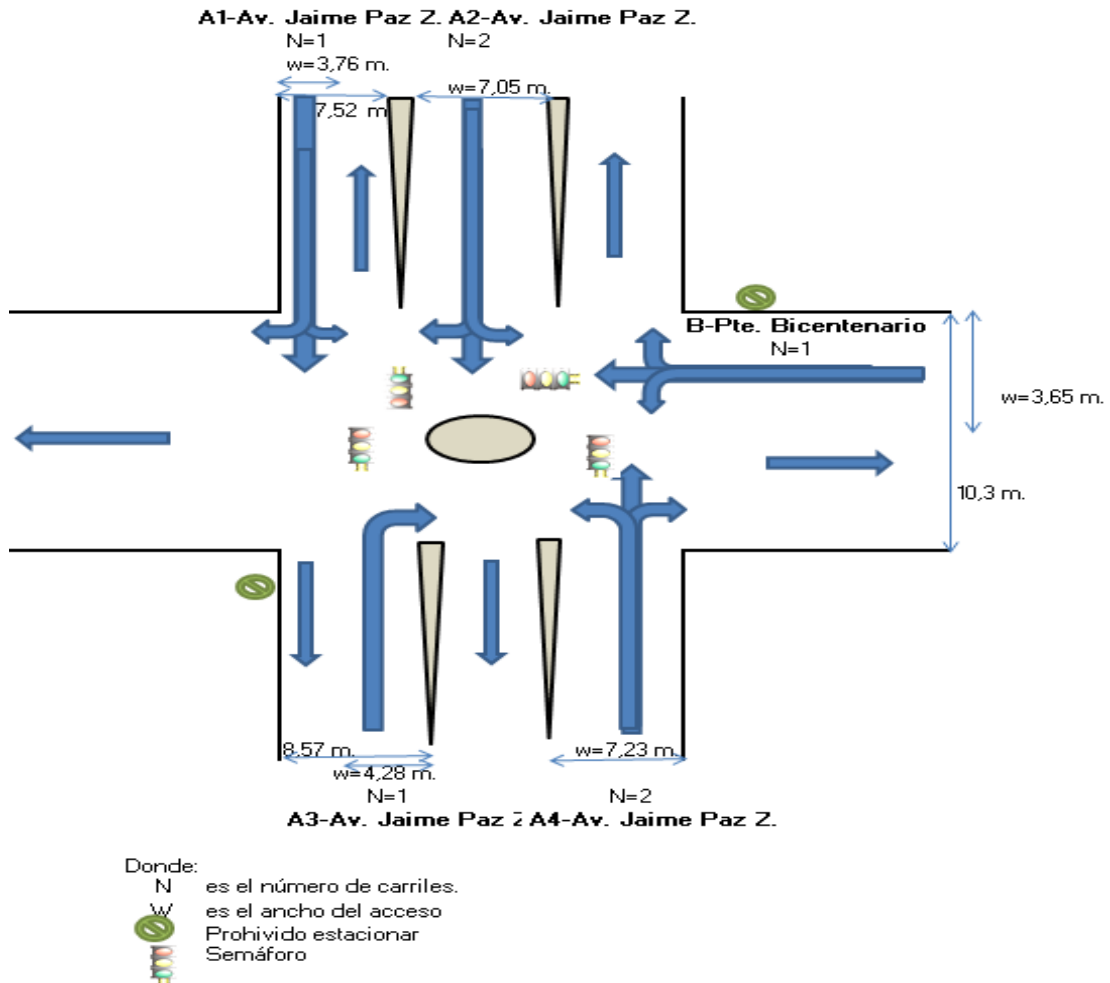
A2 - Av. Víctor Paz Z.

A3 - Av. Víctor Paz Z.

A4 - Av. Víctor Paz Z.

B - Pte. Bicentenario

Geometría y volúmenes:



FASES	Tiempo de luz verde (seg.)	Tiempo de luz amarillo (seg.)	Tiempo de luz roja (seg.)	Tiempo del ciclo (seg.)
A1-Primera fase	25	2	27	54
A2-Segunda fase	25	2	27	54
A3-Tercera fase	25	2	27	54
A4-Cuarta fase	25	2	27	54
B-Quinta fase	23	2	29	54

Método HCM 2000.

Acceso	VTH (veh/h)	% Giro derecha	% Giro Izq.	% HV	% Pend.	Ancho del acceso (m)	Ancho de carril (m)	Nm	NB	Número de Carril	Carril pl est.	Número de Carril pl est.
A1-AV. VICTOR PAZ Z.	743	20.19	20.10	0.00	<10	3.76	3.76	1	30	1	No	0
A2-AV. VICTOR PAZ Z.	741	19.85	20.99	2.08	<10	7.05	3.53	0	10	2	No	0
A3-AV. VICTOR PAZ Z.	563	27	23	0	<10	4.28	4.28	0	11	1	No	0
A4-AV. VICTOR PAZ Z.	786	19.83	12.55	1.03	<10	7.23	3.62	0	28	2	No	0
B-PTE. BICENTENARIO	611	14.33	30.67	1.73	<10	3.65	3.65	0	10	1	No	0

Donde:

VTH: Volumen total horario veh/h

Pend.: Pendiente %

%HV: Porcentaje de vehículos pesados

Nm: Maniobras de estacionamiento/hora

NB: Paradas de autobushora

PHF: Factor de hora pico

MODULO DE AJUSTE DE VOLUMENES:

Acceso	Volumen (VTH)	PHF	Valor de flujo	Número de carril de operación	Factor de utilización	Valor de flujo ajustado	PRT proporción de vueltas derechas	PLT proporción de vueltas izquierda
A1-AV. VICTOR PAZ Z.	743	0.98	758.05	1	1	758.05	0.20	0.20
A2-AV. VICTOR PAZ Z.	741	0.98	756.46	2	1.05	794.29	0.20	0.21
A3-AV. VICTOR PAZ Z.	563	0.98	574.77	1	1	574.77	0.27	0.2
A4-AV. VICTOR PAZ Z.	786	0.98	802.27	2	1.05	842.38	0.20	0.13
B-PTE. BICENTENARIO	611	0.98	623.36	1	1	623.36	0.14	0.31

MODULO DE FLUJO DE SATURACION:

Acceso	So Flujo ideal de saturación	Número de carril de operación	Factores de ajuste								Ajuste de flujo de saturación
			Fw	fhw	fg	fp	fbw	fa	fRT	fLT	
A1-AV. VICTOR PAZ Z.	1900	1	1.018	1	1	0.895	0.879	0.9	0.970	0.990	1315.56
A2-AV. VICTOR PAZ Z.	1900	2	0.992	0.980	1	1	0.981	0.9	0.970	0.990	3128.01
A3-AV. VICTOR PAZ Z.	1900	1	1.076	1	1	1	0.954	0.9	0.960	1	1665.50
A4-AV. VICTOR PAZ Z.	1900	2	1.002	0.990	1	1	0.943	0.9	0.970	0.994	3083.82
B-PTE. BICENTENARIO	1900	1	1.006	0.983	1	1	0.960	0.9	0.979	0.985	1563.79

ANÁLISIS DE CAPACIDAD:

Acceso	Ajuste del valor de flujo	Ajuste de flujo de saturación	Relación de flujo	Relación de luz verde	Capacidad del carril	Relación V/C
A1-AV. VICTOR PAZ Z.	758.05	1315.56	0.576	0.463	609.06	1.24
A2-AV. VICTOR PAZ Z.	794.29	3128.01	0.254	0.463	1448.15	0.55
A3-AV. VICTOR PAZ Z.	574.77	1665.50	0.345	0.463	771.06	0.75
A4-AV. VICTOR PAZ Z.	842.38	3083.82	0.273	0.463	1427.70	0.59
B-PTE. BICENTENARIO	623.36	1563.79	0.399	0.426	666.06	0.94

Nivel de servicio:

Acceso	Relación V/C	Relación de luz verde g/C	Duración del ciclo C	Primera demora	Segunda demora	Demora total	Demora total y Niveles de servicio	
				Demora d1	Demora d2	Dt	Demora por acceso	Nivel de servicio por acceso
A1-AV. VICTOR PAZ Z.	1.24	0.463	54	11.025	151.058	162.083	162.083	F
A2-AV. VICTOR PAZ Z.	0.55	0.463	54	6.262	0.3511	6.614	6.614	B
A3-AV. VICTOR PAZ Z.	0.75	0.463	54	7.134	8.886	16.020	16.020	C
A4-AV. VICTOR PAZ Z.	0.59	0.463	54	6.428	2.482	8.910	8.910	B
B-PTE. BICENTENARIO	0.94	0.426	54	8.878	15.579	24.457	24.457	C

Método HCM 2010.

Acceso	VTH (veh/h)	% Giro derecha	% Giro Izq.	% HV	% Pend.	Ancho del acceso (m)	Ancho de carril (m)	Nm	NB	Número de Carril	Carril p/ est.	Número de Carril p/ est.
A1-AV. VICTOR PAZ Z.	743	20.19	20.10	0.00	<10	3.76	3.76	1	30	1	No	0
A2-AV. VICTOR PAZ Z.	741	19.85	20.99	2.08	<10	7.05	3.53	0	10	2	No	0
A3-AV. VICTOR PAZ Z.	563	27	23	0	<10	4.28	4.28	0	11	1	No	0
A4-AV. VICTOR PAZ Z.	786	19.83	12.55	1.03	<10	7.23	3.62	0	28	2	No	0
B-PTE. BICENTENARIO	611	14.33	30.67	1.73	<10	3.65	3.65	0	10	1	No	0

Donde:

VTH: Volumen total horario veh/h

Pend.: Pendiente %

%HV: Porcentaje de vehículos pesados

Nm: Maniobras de estacionamiento/hora

NB: Paradas de autobuses/hora

PHF: Factor de hora pico

MODULO DE AJUSTE DE VOLUMENES:

Acceso	Volumen (VTH)	PHF	Valor de flujo	Número de carril de operación	Factor de utilización	Valor de flujo ajustado
A1-AV. VICTOR PAZ Z.	743	0.90	825.43	1	1	825.43
A2-AV. VICTOR PAZ Z.	741	0.90	823.70	2	1.05	864.89
A3-AV. VICTOR PAZ Z.	563	0.90	625.86	1	1	625.86
A4-AV. VICTOR PAZ Z.	786	0.90	873.58	2	1.05	917.26
B-PTE. BICENTENARIO	611	0.90	678.77	1	1	678.77

MODULO DE FLUJO DE SATURACIÓN:

Acceso	So Flujo ideal de saturación	Número de carril de operación	Factores de ajuste								Ajuste de flujo de saturación
			Fw	f _{hV}	f _g	f _p	f _{bb}	f _a	f _{RT}	f _{LT}	
A1-AV. VICTOR PAZ Z.	1900	1	1	1	1	0.895	0.879	0.9	0.950	0.950	1216.00
A2-AV. VICTOR PAZ Z.	1900	2	1	0.980	1	1	0.981	0.9	0.950	0.952	2971.09
A3-AV. VICTOR PAZ Z.	1900	1	1.04	1	1	1	0.954	0.9	0.962	1.050	1714.60
A4-AV. VICTOR PAZ Z.	1900	2	1	0.990	1	1	0.943	0.9	0.950	0.920	2790.38
B-PTE. BICENTENARIO	1900	1	1	0.983	1	1	0.960	0.9	0.930	0.967	1452.13

ANÁLISIS DE CAPACIDAD:

Acceso	Ajuste del valor de flujo	Ajuste de flujo de saturación	Relación de flujo	Relación de luz verde	Capacidad del carril	Relación VIC
A1-AV. VICTOR PAZ Z.	825.43	1216.00	0.679	0.463	562.96	1.47
A2-AV. VICTOR PAZ Z.	864.89	2971.09	0.291	0.463	1375.50	0.63
A3-AV. VICTOR PAZ Z.	625.86	1714.60	0.365	0.463	793.80	0.79
A4-AV. VICTOR PAZ Z.	917.26	2790.38	0.329	0.463	1291.84	0.71
B-PTE. BICENTENARIO	678.77	1452.13	0.467	0.426	618.50	1.10

Nivel de servicio:

Acceso	Relación VIC	Relación de luz verde g/C	Duración del ciclo C	Primera demora	Segunda demora	Demora total	Demora total y Niveles de servicio	
				Demora d1	Demora d2	Dt	Demora por acceso	Nivel de servicio por acceso
A1-AV. VICTOR PAZ Z.	1.47	0.463	54	14.547	204.578	219.125	219.125	F
A2-AV. VICTOR PAZ Z.	0.63	0.463	54	6.591	0.622	7.213	7.213	A
A3-AV. VICTOR PAZ Z.	0.79	0.463	54	7.358	3.333	10.691	10.691	B
A4-AV. VICTOR PAZ Z.	0.71	0.463	54	6.960	4.2836	11.244	11.244	B
B-PTE. BICENTENARIO	1.10	0.426	54	10.025	57.617	67.642	67.642	E

INTERSECCIÓN XXII

• Módulo de entrada:

Intersección N#22: Av. Victor Paz Z. y Pte. San Martin

Intersección semaforizada y no semaforizada

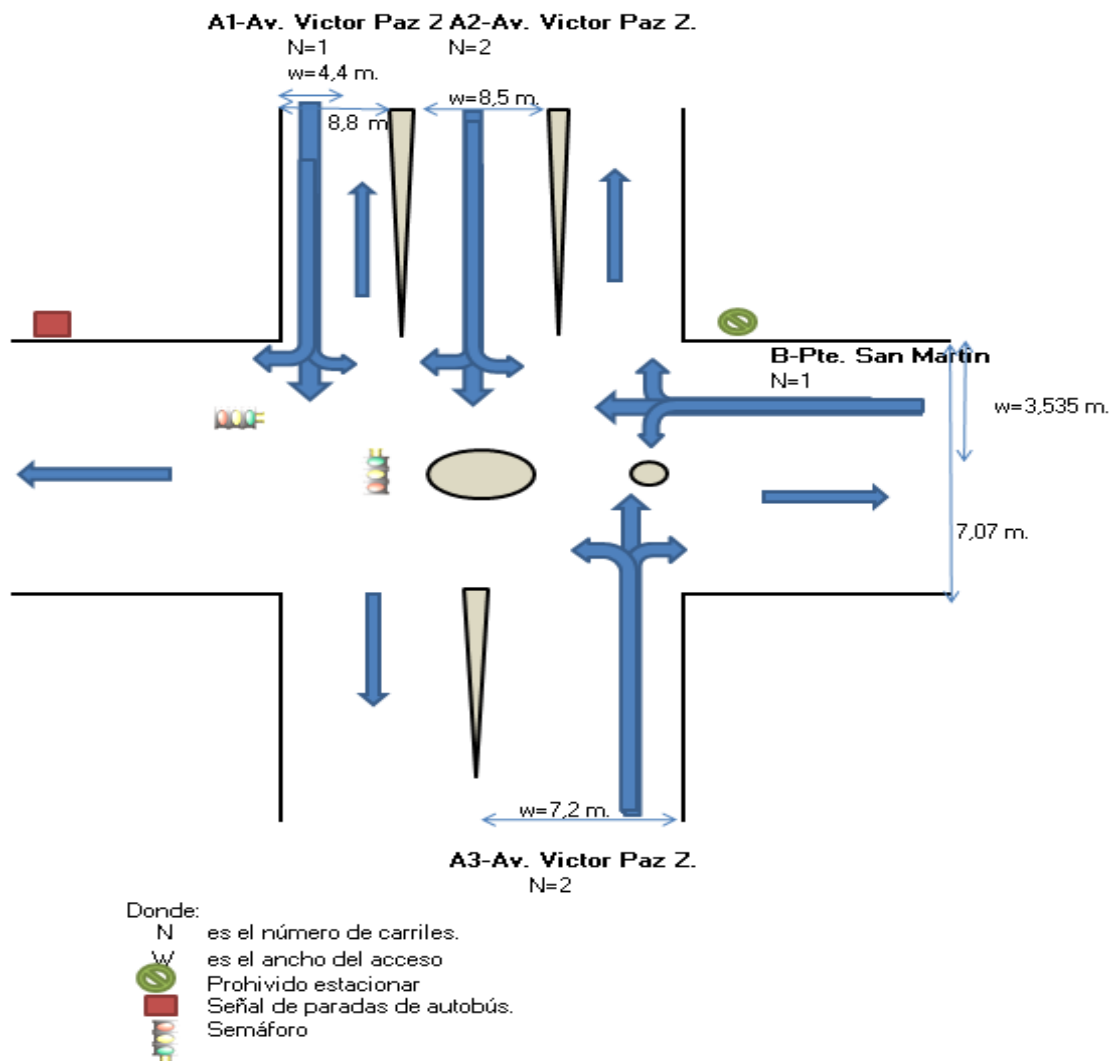
A1 - Av. Victor Paz Z.

A2 - Av. Victor Paz Z.

A3 - Av. Victor Paz Z.

B - Pte. San Martin

Geometría y volúmenes:



FASES	Tiempo de luz verde (seg.)	Tiempo de luz amarillo (seg.)	Tiempo de luz roja (seg.)	Tiempo del ciclo (seg.)
A1-Primera fase	22	3	18	43
A2-Segunda fase	22	4	18	44

Método HCM 2000.

Acceso	VTH (veh/h)	% Giro derecha	% Giro Izq.	% HV	% Pend.	Ancho del acceso (m)	Ancho de carril (m)	Nm	NB	Número de Carril	Carril p ^o est.	Número de Carril p ^o est.
A1-AV.VICTOR PAZ Z.	996	11,61	18,63	0,00	<10	4,40	4,40	1	28	1	No	0
A2-AV.VICTOR PAZ Z.	795	14,51	17,80	2,24	<10	8,5	4,25	0,5	5	2	No	0
A3-AV.VICTOR PAZ Z.	1005	35,14	11,54	0,74	<10	7,2	3,6	0	29	2	No	0
B- PTE. SAN MARTIN	1023	25,68	41,63	1,18	<10	3,535	3,535	0	16	1	No	0

Donde:

VTH: Volumen total horario veh/h

Pend: Pendiente %

%HV: Porcentaje de vehículos pesados

Nm: Maniobras de estacionamiento/hora

NB: Paradas de autobushora

PHF: Factor de hora pico

MODULO DE AJUSTE DE VOLUMENES:

Acceso	Volumen (VTH)	PHF	Valor de flujo	Número de carril de operación	Factor de utilización	Valor de flujo ajustado	PRT proporción de vueltas derechas	PLT proporción de vueltas izquierda
A1-AV.VICTOR PAZ Z.	996	0,98	1016,21	1	1	1016,21	0,12	0,186
A2-AV.VICTOR PAZ Z.	795	0,98	810,71	2	1,05	851,25	0,145	0,18
A3-AV.VICTOR PAZ Z.	1005	0,98	1025,79	2	1,05	1077,08	0,35	0,115
B- PTE. SAN MARTIN	1023	0,98	1043,42	1	1	1043,42	0,257	0,42

MODULO DE FLUJO DE SATURACION:

Acceso	So Flujo ideal de saturación	Número de carril de operación	Factores de ajuste								Ajuste de flujo de saturación
			Fw	fhw	fg	fp	fbb	fa	fRT	FLT	
A1-AV.VICTOR PAZ Z.	1900	1	1,089	1	1	0,893	0,890	0,9	0,983	0,991	1439,59
A2-AV.VICTOR PAZ Z.	1900	2	1,072	0,978	1	0,949	0,991	0,9	0,978	0,991	3269,14
A3-AV.VICTOR PAZ Z.	1900	2	1	0,993	1	1	0,942	0,9	0,947	0,994	3012,64
B- PTE. SAN MARTIN	1900	1	0,993	0,988	1	1	0,934	0,9	0,961	0,980	1476,18

Para el análisis de la capacidad y el nivel de servicio se realizará por separado, los accesos A1 y A2 se analizarán como accesos semaforizados y los accesos A3 y B como accesos no semaforizados.

ANÁLISIS DE CAPACIDAD:

Acceso	Ajuste del valor de flujo	Ajuste de flujo de saturación	Relación de flujo	Relación de luz verde	Capacidad del carril	Relación VIC
A1-AV.VICTOR PAZ Z.	1016,21	1439,59	0,706	0,512	736,54	1,38
A2-AV.VICTOR PAZ Z.	851,25	3269,14	0,260	0,500	1634,57	0,52

Acceso	Ajuste del valor de flujo (Volumen)	Ajuste de flujo de saturación (Capacidad)	Relación de flujo VIC	Nivel de servicio
A3-AV.VICTOR PAZ Z.	1077,08	3012,64	0,358	D
B- PTE. SAN MARTIN	1043,42	1476,18	0,707	E

Nivel de servicio:

Acceso	Relación VIC	Relación de luz verde g/C	Duración del ciclo C	Primera demora	Segunda demora	Demora total	Demora total y Niveles de servicio	
				Demora d1	Demora d2	Dt	Demora por acceso	Nivel de servicio por acceso
A1-AV.VICTOR PAZ Z.	1,38	0,512	43	10,462	113,911	124,373	124,373	F
A2-AV.VICTOR PAZ Z.	0,52	0,500	44	4,462	5,235	9,697	9,697	B

Método HCM 2010.

Acceso	VTH (veh/h)	% Giro derecha	% Giro izq.	% HV	% Pend.	Ancho del acceso (m)	Ancho de carril (m)	Nm	NB	Número de Carril	Carril p/ est.	Número de Carril p/ est.
A1-AV.VICTOR PAZ Z.	996	11,61	18,63	0,00	<10	4,40	4,40	1	28	1	No	0
A2-AV.VICTOR PAZ Z.	795	14,51	17,80	2,24	<10	8,5	4,25	0,5	5	2	No	0
A3-AV.VICTOR PAZ Z.	1005	35,14	11,54	0,74	<10	7,2	3,6	0	29	2	No	0
B- PTE. SAN MARTIN	1023	25,68	41,63	1,18	<10	3,535	3,535	0	16	1	No	0

Donde:

VTH: Volumen total horario veh/h

Pend.: Pendiente %

%HV: Porcentaje de vehiculos pesados

Nm: Maniobras de estacionamiento/hora

NB: Paradas de autobushora

PHF: Factor de hora pico

MODULO DE AJUSTE DE VOLUMENES:

Acceso	Volumen (VTH)	PHF	Valor de flujo	Número de carril de operación	Factor de utilización	Valor de flujo ajustado
A1-AV.VICTOR PAZ Z.	996	0,90	1106,54	1	1	1106,54
A2-AV.VICTOR PAZ Z.	795	0,90	882,78	2	1,05	926,92
A3-AV.VICTOR PAZ Z.	1005	0,92	1092,69	2	1,05	1147,33
B- PTE. SAN MARTIN	1023	0,92	1111,47	1	1	1111,47

MODULO DE FLUJO DE SATURACION:

Acceso	So Flujo ideal de saturación	Número de carril de operación	Factores de ajuste								Ajuste de flujo de saturación
			Fw	f _h v	f _g	f _p	f _{bb}	f _a	f _{RT}	f _{LT}	
A1-AV.VICTOR PAZ Z.	1900	1	1,040	1	1	0,893	0,890	0,9	0,914	0,946	1221,43
A2-AV.VICTOR PAZ Z.	1900	2	1,040	0,978	1	0,949	0,991	0,9	0,931	0,944	2873,85
A3-AV.VICTOR PAZ Z.	1900	2	1	0,993	1	1	0,942	0,9	0,972	0,913	2838,31
B- PTE. SAN MARTIN	1900	1	1	0,988	1	1	0,934	0,9	0,961	0,976	1480,75

Para el análisis de la capacidad y el nivel de servicio se realizará por separado, los accesos A1 y A2 se analizarán como accesos semaforizados y los accesos A3 y B como accesos no semaforizados.

ANÁLISIS DE CAPACIDAD:

Acceso	Ajuste del valor de flujo	Ajuste de flujo de saturación	Relación de flujo	Relación de luz verde	Capacidad del carril	Relación VIC
A1-AV.VICTOR PAZ Z.	1106,54	1221,43	0,906	0,512	624,92	1,77
A2-AV.VICTOR PAZ Z.	926,92	2873,85	0,323	0,500	1436,93	0,65

Acceso	Ajuste del valor de flujo(Volumen)	Ajuste de flujo de saturación(Capacidad)	Relación de flujo VIC	Nivel de servicio
A3-AV.VICTOR PAZ Z.	1147,33	2838,31	0,404	D
B- PTE. SAN MARTIN	1111,47	1480,75	0,751	E

Nivel de servicio:

Acceso	Relación VIC	Relación de luz verde g/C	Duración del ciclo C	Primera demora	Segunda demora	Demora total	Demora total y Niveles de servicio	
				Demora d1	Demora d2	Dt	Demora por acceso	Nivel de servicio por acceso
A1-AV.VICTOR PAZ Z.	1,77	0,512	43	32,711	217,157	249,868	249,868	F
A2-AV.VICTOR PAZ Z.	0,65	0,500	44	4,871	5,687	10,558	10,558	B

INTERSECCIÓN XXIII

- **Módulo de entrada:**

Intersección N#23: Av. Jaime Paz Z. y Av. Monseñor Font.

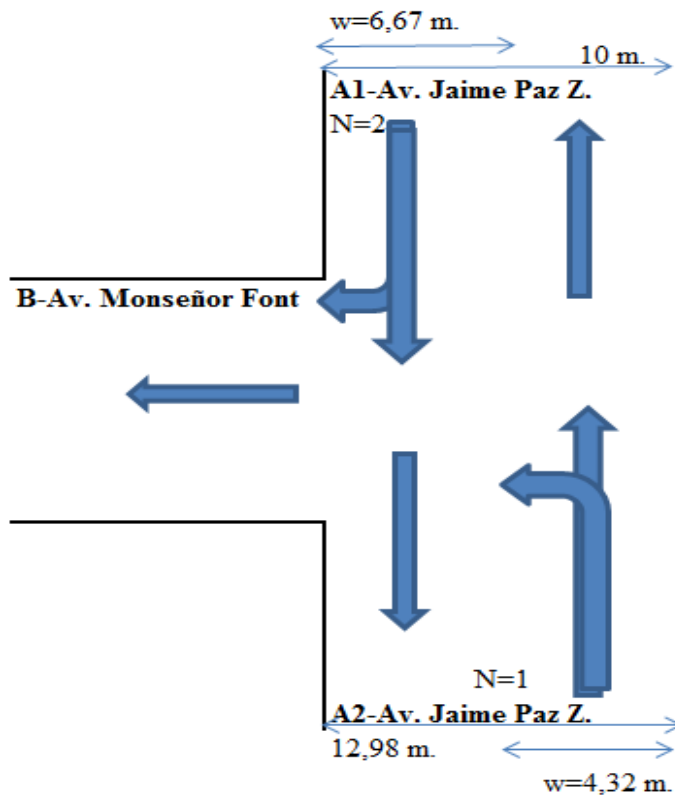
Intersección no semaforizada

A1 - Av. Jaime Paz A.

A2 - Av. Jaime Paz A.

B - Monseñor Font

Geometría y volúmenes:



Donde:

N es el número de carriles.

W es el ancho de carril.

Método HCM 2000.

Acceso	VTH (veh/h)	% Giro derecha	% Giro Izq.	% HV	% Pend.	Ancho de acceso(m)	Ancho de carril(m)	Nm	NB	Número de Carril	Carril pl est.	Número de Carril pl est.
A1-AV. JAIME PAZ Z.	794	4,54	0	0,35	<10	5	2,50	5	22	2	No	0
A2-AV. JAIME PAZ Z.	494	0	33,95	1,32	<10	4,32	4,32	0	10	2	No	0

Donde:

VTH: Volumen total horario veh/h

Pend.: Pendiente %

%HV: Porcentaje de vehículos pesados

Nm: Maniobras de estacionamiento/hora

NB: Paradas de autobusb/hora

PHF: Factor de hora pico

MODULO DE AJUSTE DE VOLUMENES:

Acceso	Volumen (VTH)	PHF	Valor de flujo	Número de carril de operación	Factor de utilización	Valor de flujo ajustado	PRT proporción de vueltas derechas	PLT proporción de vueltas izquierda
A1-AV. JAIME PAZ Z.	794	0,98	810,60	2	1,05	851,13	0,05	0
A2-AV. JAIME PAZ Z.	494	0,98	493,37	1	1	493,37	0	0,34

MODULO DE FLUJO DE SATURACION:

Acceso	So Flujo ideal de saturación	Número de carril de operación	Factores de ajuste								Ajuste de flujo de saturación
			Fw	fhw	fg	fp	fb	fa	fRT	FLT	
A1-AV. JAIME PAZ Z.	1900	2	0,878	0,997	1	0,94	0,955	0,9	0,993	1	2663,67
A2-AV. JAIME PAZ Z.	1900	1	1,080	0,987	1	0,90	0,959	0,9	1	0,983	1546,72

ANALISIS DE CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO:

Acceso	Ajuste del valor de flujo(Volumen)	Ajuste de flujo de saturación(Capacidad)	Relación de flujo VIC	Nivel de servicio
A1-AV. JAIME PAZ Z.	851,13	2663,67	0,320	D
A2-AV. JAIME PAZ Z.	493,37	1546,72	0,319	D

Método HCM 2010.

Acceso	VTH (veh/h)	% Giro derecha	% Giro Izq.	% HV	% Pend.	Ancho de acceso(m)	Ancho de carril(m)	Nm	NB	Número de Carril	Carril pl est.	Número de Carril pl est.
A1-AV. JAIME PAZ Z.	794	4,54	0	0,35	<10	5	2,50	5	22	2	No	0
A2-AV. JAIME PAZ Z.	484	0	33,95	1,32	<10	4,32	4,32	0	10	2	No	0

Donde:

VTH: Volumen total horario veh/h

Pend: Pendiente %

%HV: Porcentaje de vehículos pesados

Nm: Maniobras de estacionamiento/hora

NB: Paradas de autobuses/hora

PHF: Factor de hora pico

MODULO DE AJUSTE DE VOLUMENES:

Acceso	Volumen (VTH)	PHF	Valor de flujo	Número de carril de operación	Factor de utilización	Valor de flujo ajustado
A1-AV. JAIME PAZ Z.	794	0,90	882,65	2	1,05	926,79
A2-AV. JAIME PAZ Z.	484	0,90	537,22	1	1	537,22

MODULO DE FLUJO DE SATURACION:

Acceso	So Flujo ideal de saturación	Número de carril de operación	Factores de ajuste								Ajuste de flujo de saturación
			Fw	f _{hv}	f _g	f _p	f _{bb}	f _a	f _{RT}	f _{LT}	
A1-AV. JAIME PAZ Z.	1900	2	0,960	0,997	1	0,94	0,955	0,9	0,861	1,05	2651,72
A2-AV. JAIME PAZ Z.	1900	1	1,040	0,987	1	0,90	0,959	0,9	1,18	0,971	1734,72

ANALISIS DE CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO:

Acceso	Ajuste del valor de flujo(Volumen)	Ajuste de flujo de saturación(Capacidad)	Relación de flujo WC	Nivel de servicio
A1-AV. JAIME PAZ Z.	926,79	2651,72	0,350	D
A2-AV. JAIME PAZ Z.	537,22	1734,72	0,310	C

INTERSECCIÓN XXIV

• Módulo de entrada:

Intersección N#24: Av. Jaime Paz Z., Juan José Perez E. y España

Intersección semaforizada.

A1 - Av. Jaime Paz A.

A2 - Av. Jaime Paz A.

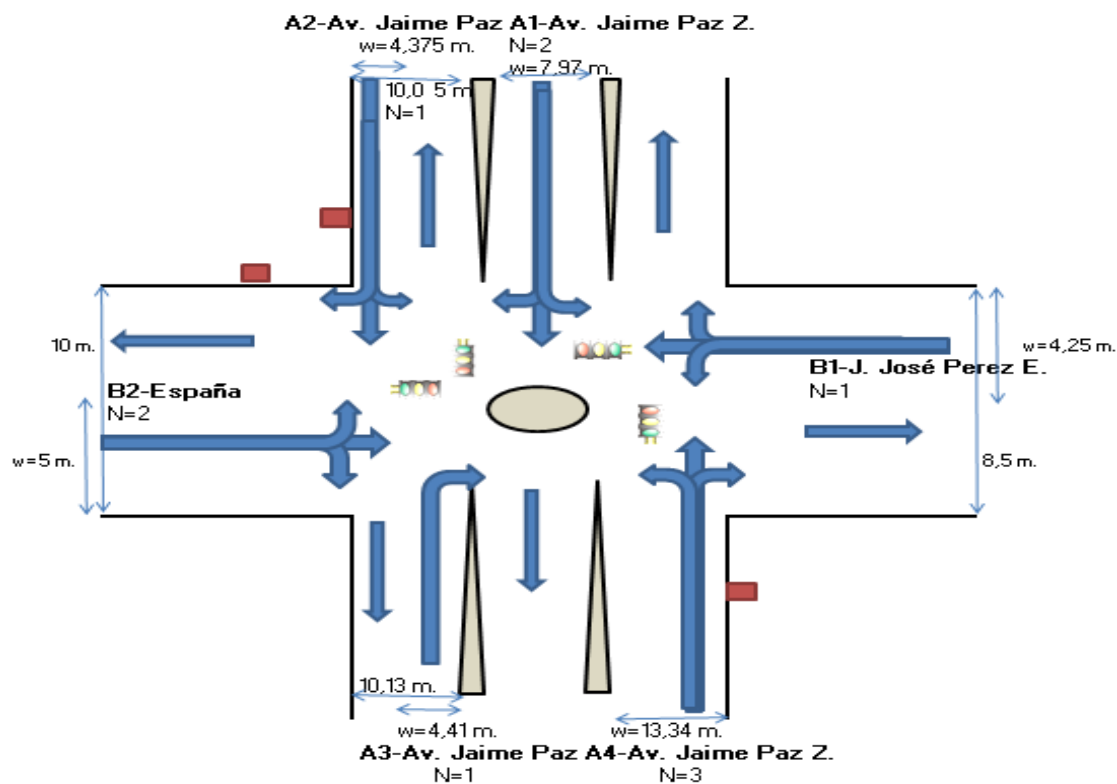
A3 - Av. Jaime Paz A.

A4 - Av. Jaime Paz A.

B1 - Juan José Perez E.

B2 - España

Geometría y volúmenes:



Donde:

- N es el número de carriles.
- W es el ancho del acceso
-  Señal de paradas de autobús.
-  Semáforo

FASES	Tiempo de luz verde (seg.)	Tiempo de luz amarillo (seg.)	Tiempo de luz roja (seg.)	Tiempo del ciclo (seg.)
A1-Primera fase	30	2	24	56
A2-Segunda fase	30	2	24	56
A4-Cuarta fase	30	2	24	56
B1-Quinta fase	19	2	35	56
B2-Sexta fase	19	2	35	56

Método HCM 2000.

Acceso	VTH (veh/h)	% Giro derecha	% Giro Izq.	% HV	% Pend.	Ancho del acceso (m)	Ancho de carril (m)	Nm	NB	Número de Carril	Carril pl est.	Número de Carril pl est.
A1-AV. JAIME PAZ Z.	728	15,01	22,37	1,87	<10	7,97	3,99	0	15	2	No	0
A2-AV. JAIME PAZ Z.	758	20,69	23,51	0	<10	4,375	4,38	0	129	1	No	0
A3-AV. JAIME PAZ Z.	309	17	14	0	<10	4,41	4,41	1	18	1	No	0
A4-AV. JAIME PAZ Z.	963	23,55	27,34	1,60	<10	13,34	4,45	7	137	3	Si	1
B1-J. JOSE PEREZ	514	40,08	28,77	2,23	<10	4,25	4,25	7	70	1	No	0
B2-ESPAÑA	311	52,03	23,14	0,00	<10	5	2,50	6	38	2	Si	1

Donde:

VTH: Volumen total horario veh/h

Pend: Pendiente %

%HV: Porcentaje de vehículos pesados

Nm: Maniobras de estacionamiento/hora

NB: Paradas de autobuses/hora

PHF: Factor de hora pico

MODULO DE AJUSTE DE VOLUMENES:

Acceso	Volumen (VTH)	PHF	Valor de flujo	Número de carril de operación	Factor de utilización	Valor de flujo ajustado	PRT proporción de vueltas derechas	PLT proporción de vueltas izquierda
A1-AV. JAIME PAZ Z.	728	0,98	743,08	2	1,05	780,24	0,15	0,224
A2-AV. JAIME PAZ Z.	758	0,98	773,24	1	1	773,24	0,207	0,24
A3-AV. JAIME PAZ Z.	309	0,98	315,65	1	1	315,65	0	0
A4-AV. JAIME PAZ Z.	963	0,98	982,88	2	1,05	1032,02	0,236	0,27
B1-J. JOSE PEREZ	514	0,98	524,32	1	1	524,32	0,401	0,29
B2-ESPAÑA	311	0,98	316,84	1	1	316,84	0,520	0,23

MODULO DE FLUJO DE SATURACION:

Acceso	So Flujo ideal de saturación	Número de carril de operación	Factores de ajuste								Ajuste de flujo de saturación
			Fw	fhw	fg	fp	fb	fa	fRT	fLT	
A1-AV. JAIME PAZ Z.	1900	2	1,043	0,982	1	1	0,971	0,9	0,977	0,989	3285,54
A2-AV. JAIME PAZ Z.	1900	1	1,086	1,000	1	1	0,483	0,9	0,969	0,988	859,88
A3-AV. JAIME PAZ Z.	1900	1	1,090	1,000	1	0,896	0,929	0,9	0,975	1	1501,14
A4-AV. JAIME PAZ Z.	1900	2	1,094	0,984	1	0,933	0,726	0,9	0,965	0,987	2376,10
B1-J. JOSE PEREZ	1900	1	1,072	0,978	1	0,866	0,719	0,9	0,940	0,986	1035,27
B2-ESPAÑA	1900	1	0,878	1,000	1	0,871	0,847	0,9	0,922	0,989	1008,79

Para el análisis de la capacidad y el nivel de servicio se realizará por separado, los accesos A1-A2-A4-B1 y B2 se analizarán como accesos semaforizados y el acceso A3 como acceso no semaforizados.

ANÁLISIS DE CAPACIDAD:

Acceso	Ajuste del valor de flujo	Ajuste de flujo de saturación	Relación de flujo	Relación de luz verde	Capacidad del carril	Relación VIC
A1-AV. JAIME PAZ Z.	780,24	3285,54	0,237	0,536	1760,11	0,44
A2-AV. JAIME PAZ Z.	773,24	859,88	0,899	0,536	460,65	1,68
A4-AV. JAIME PAZ Z.	1032,02	2376,10	0,434	0,536	1272,91	0,81
B1-J. JOSE PEREZ	524,32	1035,27	0,506	0,339	351,25	1,49
B2-ESPAÑA	316,84	1008,79	0,314	0,339	342,27	0,93

Acceso	Ajuste del valor de flujo(Volumen)	Ajuste de flujo de saturación(Capacidad)	Relación de flujo VIC	Nivel de servicio
A3-AV. JAIME PAZ Z.	315,65	1501,14	0,210	C

Nivel de servicio:

Acceso	Relación VIC	Relación de luz verde g/C	Duración del ciclo C	Primera demora	Segunda demora	Demora total	Demora total y Niveles de servicio	
				Demora d1	Demora d2	Dt	Demora por acceso	Nivel de servicio por acceso
A1-AV. JAIME PAZ Z.	0,44	0,536	56	4,749	3,135	7,884	7,884	B
A2-AV. JAIME PAZ Z.	1,68	0,536	56	35,945	295,625	331,570	331,570	F
A4-AV. JAIME PAZ Z.	0,81	0,536	56	6,402	2,861	9,263	9,263	B
B1-J. JOSE PEREZ	1,49	0,339	56	14,860	125,337	140,197	140,197	F
B2-ESPAÑA	0,93	0,339	56	10,692	22,53	33,222	33,222	D

Método HCM 2010.

Acceso	VTH (veh/h)	% Giro derecha	% Giro Izq.	% HV	% Pend.	Ancho del acceso (m)	Ancho de carril (m)	Nm	NB	Número de Carril	Carril p/ est.	Número de Carril p/ est.
A1-AV. JAIME PAZ Z.	728	15,01	22,37	1,87	<10	7,97	3,99	0	15	2	No	0
A2-AV. JAIME PAZ Z.	758	20,69	23,51	0	<10	4,375	4,38	0	129	1	No	0
A3-AV. JAIME PAZ Z.	309	17	14	0	<10	4,41	4,41	1	18	1	No	0
A4-AV. JAIME PAZ Z.	963	23,55	27,34	1,60	<10	13,34	4,45	7	137	3	Si	1
B1-J. JOSE PEREZ	514	40,08	28,77	2,23	<10	4,25	4,25	7	70	1	No	0
B2-ESPAÑA	311	52,03	23,14	0,00	<10	5	2,50	6	38	2	Si	1

Donde:

VTH: Volumen total horario veh/h

Pend: Pendiente %

%HV: Porcentaje de vehículos pesados

Nm: Maniobras de estacionamiento/hora

NB: Paradas de autobuses/hora

PHF: Factor de hora pico

MODULO DE AJUSTE DE VOLUMENES:

Acceso	Volumen (VTH)	PHF	Valor de flujo	Número de carril de operación	Factor de utilización	Valor de flujo ajustado
A1-AV. JAIME PAZ Z.	728	0,90	809,14	2	1,05	849,59
A2-AV. JAIME PAZ Z.	758	0,90	841,98	1	1	841,98
A3-AV. JAIME PAZ Z.	309	0,90	343,70	1	1	343,70
A4-AV. JAIME PAZ Z.	963	0,90	1070,25	2	1,05	1123,76
B1-J. JOSE PEREZ	514	0,90	570,93	1	1	570,93
B2-ESPAÑA	311	0,90	345,00	1	1	345,00

MODULO DE FLUJO DE SATURACION:

Acceso	So Flujo ideal de saturación	Número de carril de operación	Factores de ajuste								Ajuste de flujo de saturación
			Fw	f _h v	f _g	f _p	f _{bb}	f _a	f _{RT}	f _{LT}	
A1-AV. JAIME PAZ Z.	1900	2	1,040	0,982	1	1	0,971	0,9	0,933	0,955	3022,49
A2-AV. JAIME PAZ Z.	1900	1	1,040	1,000	1	1	0,483	0,9	0,952	0,957	783,38
A3-AV. JAIME PAZ Z.	1900	1	1,040	1,000	1	0,886	0,929	0,9	0,941	1,05	1461,30
A4-AV. JAIME PAZ Z.	1900	2	1,040	0,984	1	0,933	0,726	0,9	0,958	0,963	2189,47
B1-J. JOSE PEREZ	1900	1	1,040	0,978	1	0,866	0,719	0,9	0,975	0,965	1019,99
B2-ESPAÑA	1900	1	0,960	1,000	1	0,871	0,847	0,9	0,981	0,957	1135,95

Para el análisis de la capacidad y el nivel de servicio se realizará por separado, los accesos A1-A2-A4-B1 y B2 se analizarán como accesos semafORIZADOS y el acceso A3 como acceso no semafORIZADOS.

ANÁLISIS DE CAPACIDAD:

Acceso	Ajuste del valor de flujo	Ajuste de flujo de saturación	Relación de flujo	Relación de luz verde	Capacidad del carril	Relación VIC
A1-AV. JAIME PAZ Z.	849,59	3022,49	0,281	0,536	1619,19	0,52
A2-AV. JAIME PAZ Z.	841,98	783,38	1,075	0,536	419,67	1,70
A4-AV. JAIME PAZ Z.	1123,76	2189,47	0,513	0,536	1172,93	0,96
B1-J. JOSE PEREZ	570,93	1019,99	0,560	0,339	346,07	1,65
B2-ESPAÑA	345,00	1135,95	0,304	0,339	385,41	0,90

Acceso	Ajuste del valor de flujo(Volumen)	Ajuste de flujo de saturación(Capacidad)	Relación de flujo VIC	Nivel de servicio
A3-AV. JAIME PAZ Z.	343,70	1461,30	0,235	C

Nivel de servicio:

Acceso	Relación VIC	Relación de luz verde g/C	Duración del ciclo C	Primera demora	Segunda demora	Demora total	Demora total y Niveles de servicio	
				Demora d1	Demora d2	Dt	Demora por acceso	Nivel de servicio por acceso
A1-AV. JAIME PAZ Z.	0,52	0,536	56	5,037	5,248	10,285	10,285	B
A2-AV. JAIME PAZ Z.	1,70	0,536	56	40,560	430,871	471,431	471,431	F
A4-AV. JAIME PAZ Z.	0,96	0,536	56	7,440	11,93	19,370	19,370	B
B1-J. JOSE PEREZ	1,65	0,339	56	16,658	191,610	208,268	208,268	F
B2-ESPAÑA	0,90	0,339	56	10,533	15,23	25,763	25,763	C

INTERSECCIÓN XXV

• Módulo de entrada:

Intersección N#25: Av. La Paz y Belgrano

Intersección semaforizada

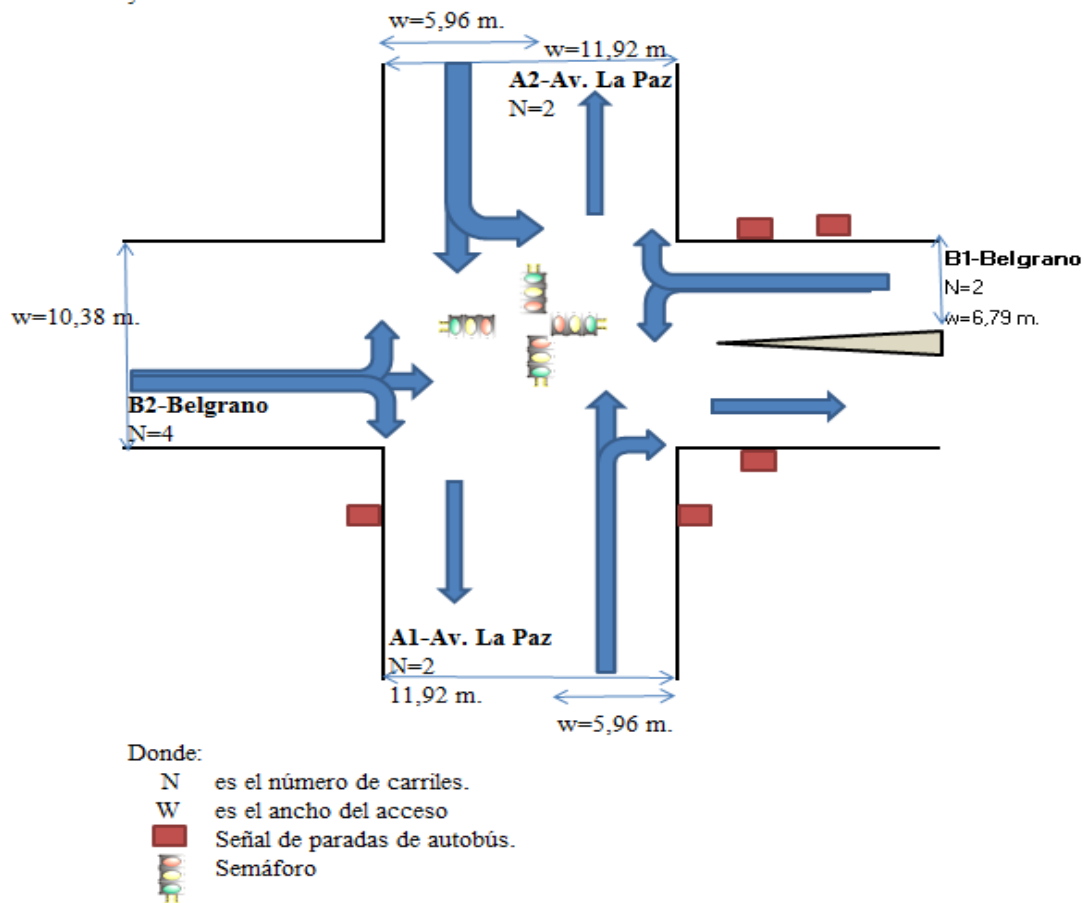
A1 - Av. La Paz

A2 - Av. La Paz

B1 - Belgrano

B2 - Belgrano

Geometría y volúmenes:



FASES	Tiempo de luz verde (seg.)	Tiempo de luz amarillo (seg.)	Tiempo de luz roja (seg.)	Tiempo del ciclo (seg.)
A1-Primera fase	18	2	22	42
A2-Segunda fase	18	2	22	42
B1-Tercera fase	18	2	22	42
B2-Cuarta fase	18	2	22	42

Método HCM 2000.

Acceso	VTH (veh/h)	% Giro derecha	% Giro Izq.	% HV	% Pend.	Ancho del acceso (m)	Ancho de carril (m)	Nm	NB	Número de Carril	Carril p/ est.	Número de Carril p/ est.
A1-AV. LA PAZ	453	14,32	0	1,04	<10	5,96	2,98	18	70	2	Si	1
A2-AV. LA PAZ	537	0	20,47	0,20	<10	5,96	2,98	19	72	2	Si	1
B1-BELGRAND	472	59,98	13,25	0,15	<10	6,79	3,40	8	38	2	Si	1
B2-BELGRAND	514	20,87	31,78	0	<10	10,38	2,595	14	50	4	Si	2

Donde:

VTH: Volumen total horario veh/h

Pend.: Pendiente %

%HV: Porcentaje de vehículos pesados

Nm: Maniobras de estacionamiento/hora

NB: Paradas de autobús/hora

PHF: Factor de hora pico

MODULO DE AJUSTE DE VOLUMENES:

Acceso	Volumen (VTH)	PHF	Valor de flujo	Número de carril de operación	Factor de utilización	Valor de flujo ajustado	PRT proporción de vueltas derechas	PLT proporción de vueltas izquierda
A1-AV. LA PAZ	453	0,98	461,73	1	1	461,73	0,14	0
A2-AV. LA PAZ	537	0,98	548,07	1	1	548,07	0	0,20
B1-BELGRAND	472	0,98	481,75	1	1	481,75	0,600	0,13
B2-BELGRAND	514	0,98	524,26	2	1,05	550,48	0,209	0,32

MODULO DE FLUJO DE SATURACION:

Acceso	So Flujo ideal de saturación	Número de carril de operación	Factores de ajuste								Ajuste de flujo de saturación
			Fw	fhw	fg	fp	fbb	fa	fBT	fLT	
A1-AV. LA PAZ	1900	1	0,931	0,990	1	0,809	0,718	0,9	0,979	1	895,58
A2-AV. LA PAZ	1900	1	0,931	0,998	1	0,807	0,711	0,9	1	0,990	902,46
B1-BELGRAND	1900	1	0,977	0,999	1	0,858	0,849	0,9	0,910	0,993	1098,32
B2-BELGRAND	1900	2	0,888	1	1	0,916	0,901	0,9	0,969	0,984	2391,28

ANALISIS DE CAPACIDAD:

Acceso	Ajuste del valor de flujo	Ajuste de flujo de saturación	Relación de flujo	Relación de luz verde	Capacidad del carril	Relación VIC
A1-AV. LA PAZ	461,73	895,58	0,516	0,429	383,82	1,20
A2-AV. LA PAZ	548,07	902,46	0,607	0,429	386,77	1,42
B1-BELGRAND	481,75	1098,32	0,439	0,429	470,71	1,02
B2-BELGRAND	550,48	2391,28	0,230	0,429	1024,83	0,54

Nivel de servicio:

Acceso	Relación VIC	Relación de luz verde g/C	Duración del ciclo C	Primera demora	Segunda demora	Demora total	Demora total y Niveles de servicio	
				Demora d1	Demora d2	Dt	Demora por acceso	Nivel de servicio por acceso
A1-AV. LA PAZ	1,20	0,429	42	8,493	124,41	132,903	132,903	F
A2-AV. LA PAZ	1,42	0,429	42	10,477	138,964	149,441	149,441	F
B1-BELGRAND	1,02	0,429	42	7,329	47,27	54,599	54,599	E
B2-BELGRAND	0,54	0,429	42	5,345	0,463	5,808	5,808	B

Método HCM 2010.

Acceso	VTH (veh/h)	% Giro derecha	% Giro Izq.	% HV	% Pend.	Ancho del acceso (m)	Ancho de carril (m)	Nm	NB	Número de Carril	Carril p/ est.	Número de Carril p/ est.
A1-AV. LA PAZ	453	14,32	0	1,04	<10	5,96	2,98	18	70	2	Si	1
A2-AV. LA PAZ	537	0	20,47	0,20	<10	5,96	2,98	19	72	2	Si	1
B1-BELGRAND	472	59,98	13,25	0,15	<10	6,79	3,40	8	38	2	Si	1
B2-BELGRAND	514	20,87	31,78	0	<10	10,38	2,595	14	50	4	Si	2

Donde:

VTH: Volumen total horario veh/h

Pend.: Pendiente %

%HV: Porcentaje de vehiculos pesados

Nm: Maniobras de estacionamiento/hora

NB: Paradas de autobushora

PHF: Factor de hora pico

MODULO DE AJUSTE DE VOLUMENES:

Acceso	Volumen (VTH)	PHF	Valor de flujo	Número de carril de operación	Factor de utilización	Valor de flujo ajustado
A1-AV. LA PAZ	453	0,90	502,78	1	1	502,78
A2-AV. LA PAZ	537	0,90	596,79	1	1	596,79
B1-BELGRAND	472	0,90	524,57	1	1	524,57
B2-BELGRAND	514	0,90	570,86	2	1,05	599,41

MODULO DE FLUJO DE SATURACIÓN:

Acceso	So Flujo ideal de saturación	Número de carril de operación	Factores de ajuste								Ajuste de flujo de saturación
			Fw	f _{hv}	fg	fp	fb _b	f _a	fRT	fLT	
A1-AV. LA PAZ	1900	1	0,960	0,990	1	0,809	0,718	0,9	0,930	1,05	921,62
A2-AV. LA PAZ	1900	1	0,960	0,998	1	0,807	0,711	0,9	1,18	0,951	1055,00
B1-BELGRAND	1900	1	1	0,999	1	0,858	0,849	0,9	0,983	0,925	1130,22
B2-BELGRAND	1900	2	0,960	1	1	0,916	0,901	0,9	0,952	0,969	2499,05

ANÁLISIS DE CAPACIDAD:

Acceso	Ajuste del valor de flujo	Ajuste de flujo de saturación	Relación de flujo	Relación de luz verde	Capacidad del carril	Relación VIC
A1-AV. LA PAZ	502,78	921,62	0,546	0,429	394,98	1,27
A2-AV. LA PAZ	596,79	1055,00	0,566	0,429	452,14	1,32
B1-BELGRAND	524,57	1130,22	0,464	0,429	484,38	1,08
B2-BELGRAND	599,41	2499,05	0,240	0,429	1071,02	0,56

Nivel de servicio:

Acceso	Relación VIC	Relación de luz verde g/C	Duración del ciclo C	Primera demora	Segunda demora	Demora total	Demora total y Niveles de servicio	
				Demora d1	Demora d2	Dt	Demora por acceso	Nivel de servicio por acceso
A1-AV. LA PAZ	1,27	0,429	42	9,053	165,801	174,854	174,854	E
A2-AV. LA PAZ	1,32	0,429	42	9,473	203,98	213,453	213,453	F
B1-BELGRAND	1,08	0,429	42	7,678	49,539	57,217	57,217	B
B2-BELGRAND	0,56	0,429	42	5,412	4,865	10,277	10,277	B

INTERSECCIÓN XXVI

- **Módulo de entrada:**

Intersección N#26: Av. La Paz y Av. Potosí

Intersección semaforizada

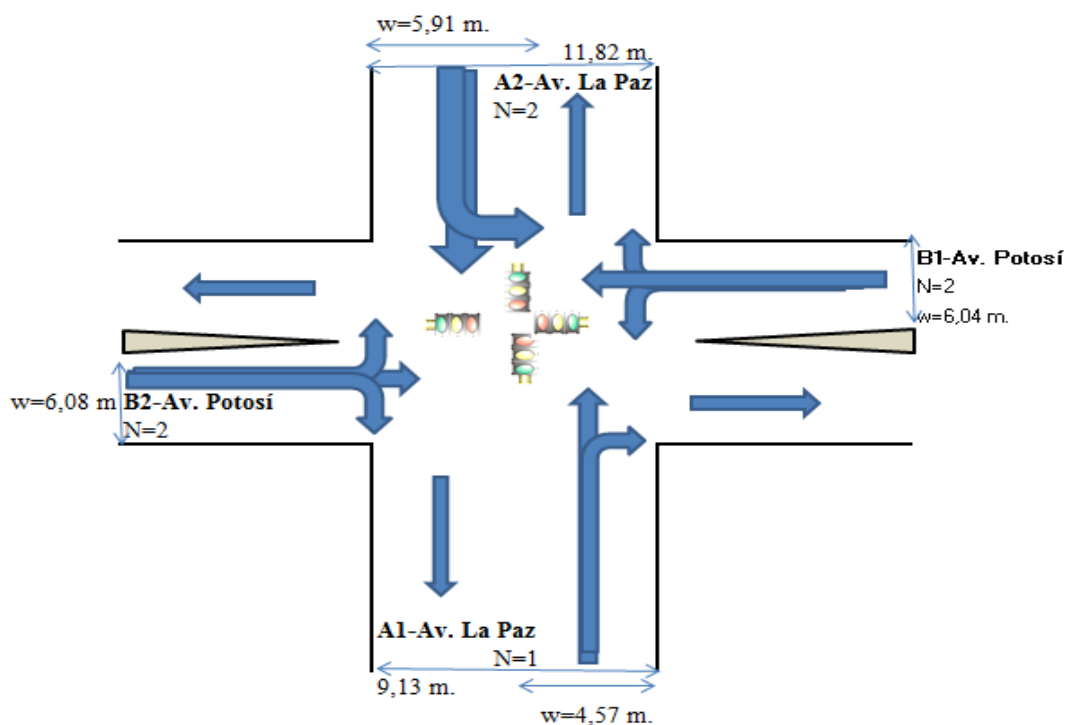
A1 - Av. La Paz

A2 - Av. La Paz

B1 - Av. Potosí

B2 - Av. Potosí

Geometría y volúmenes:



Donde:

N es el número de carriles.

W es el ancho de carril.

 Semáforo

FASES	Tiempo de luz verde (seg.)	Tiempo de luz amarillo (seg.)	Tiempo de luz roja (seg.)	Tiempo del ciclo (seg.)
A1-Primera fase	18	2	16	36
A2-Segunda fase	18	2	16	36
B1-Tercera fase	14	2	20	36
B2-Cuarta fase	14	2	20	36

Método HCM 2000.

Acceso	VTH (veh/h)	% Giro derecha	% Giro Izq.	% HV	% Pend.	Ancho del acceso (m)	Ancho de carril (m)	Nm	NB	Número de Carril	Carril p/ est.	Número de Carril p/ est.
A1-AV. LA PAZ	603	10.63	20.26	0.47	<10	4.57	4.57	6	35	1	No	0
A2-AV. LA PAZ	365	11.22	10.88	0.82	<10	5.91	2.96	7	26	2	Si	1
B1-AV. POTOSI	649	5.35	10.66	0.69	<10	6.04	3.02	8	24	2	Si	1
B2-AV. POTOSI	570	11.01	6.44	0.52	<10	6.08	3.04	6	33	2	Si	1

Donde:

VTH: Volumen total horario veh/h

Pend.: Pendiente %

%HV: Porcentaje de vehiculos pesados

Nm: Maniobras de estacionamiento/hora

NB: Paradas de autobusb/hora

PHF: Factor de hora pico

MODULO DE AJUSTE DE VOLUMENES:

Acceso	Volumen (VTH)	PHF	Valor de flujo	Número de carril de operación	Factor de utilización	Valor de flujo ajustado	PRT proporción de vueltas derechas	PLT proporción de vueltas izquierda
A1-AV. LA PAZ	603	0.98	615.14	1	1	615.14	0.106	0.203
A2-AV. LA PAZ	365	0.98	371.94	1	1	371.94	0.112	0.11
B1-AV. POTOSI	649	0.98	662.53	1	1	662.53	0.054	0.11
B2-AV. POTOSI	570	0.98	582.09	1	1	582.09	0.110	0.06

MODULO DE FLUJO DE SATURACION:

Acceso	So Flujo ideal de saturación	Número de carril de operación	Factores de ajuste								Ajuste de flujo de saturación
			Fw	fhw	fg	fp	fbb	fa	fRT	FLT	
A1-AV. LA PAZ	1900	1	1.108	0.995	1	0.872	0.861	0.9	0.984	0.990	1379.04
A2-AV. LA PAZ	1900	1	0.928	0.992	1	0.865	0.896	0.9	0.983	0.995	1193.23
B1-AV. POTOSI	1900	1	0.936	0.993	1	0.861	0.905	0.9	0.992	0.995	1220.60
B2-AV. POTOSI	1900	1	0.938	0.995	1	0.871	0.869	0.9	0.983	0.997	1183.54

ANALISIS DE CAPACIDAD:

Acceso	Ajuste del valor de flujo	Ajuste de flujo de saturación	Relación de flujo	Relación de luz verde	Capacidad del carril	Relación VIC
A1-AV. LA PAZ	615.14	1379.04	0.446	0.500	689.52	0.89
A2-AV. LA PAZ	371.94	1193.23	0.312	0.500	596.61	0.62
B1-AV. POTOSI	662.53	1220.60	0.543	0.389	474.68	1.40
B2-AV. POTOSI	582.09	1183.54	0.492	0.389	460.26	1.26

Nivel de servicio:

Acceso	Relación VIC	Relación de luz verde g/C	Duración del ciclo C	Primera demora	Segunda demora	Demora total	Demora total y Niveles de servicio	
				Demora d1	Demora d2	Dt	Demora por acceso	Nivel de servicio por acceso
A1-AV. LA PAZ	0.89	0.500	36	4.874	14.714	19.588	19.588	C
A2-AV. LA PAZ	0.62	0.500	36	3.923	7.531	11.454	11.454	B
B1-AV. POTOSI	1.40	0.389	36	8.822	88.14	96.962	96.962	F
B2-AV. POTOSI	1.26	0.389	36	7.937	23.557	31.494	31.494	C

Método HCM 2010.

Acceso	VTH (veh/h)	% Giro derecha	% Giro Izq.	% HV	% Pend.	Ancho del acceso (m)	Ancho de carril (m)	Nm	NB	Número de Carril	Carril p/ est.	Número de Carril p/ est.
A1-AV. LA PAZ	603	10.63	20.26	0.47	<10	4.57	4.57	6	35	1	No	0
A2-AV. LA PAZ	365	11.22	10.88	0.82	<10	5.91	2.96	7	26	2	Si	1
B1-AV. POTOSI	649	5.35	10.66	0.69	<10	6.04	3.02	8	24	2	Si	1
B2-AV. POTOSI	570	11.01	6.44	0.52	<10	6.08	3.04	6	33	2	Si	1

Donde:

VTH: Volumen total horario veh/h

Pend.: Pendiente %

%HV: Porcentaje de vehículos pesados

Nm: Maniobras de estacionamiento/hora

NB: Paradas de autobuses/hora

PHF: Factor de hora pico

MODULO DE AJUSTE DE VOLUMENES:

Acceso	Volumen (VTH)	PHF	Valor de flujo	Número de carril de operación	Factor de utilización	Valor de flujo ajustado
A1-AV. LA PAZ	603	0.90	669.81	1	1	669.81
A2-AV. LA PAZ	365	0.90	405.00	1	1	405.00
B1-AV. POTOSI	649	0.90	721.42	1	1	721.42
B2-AV. POTOSI	570	0.90	633.83	1	1	633.83

MODULO DE FLUJO DE SATURACION:

Acceso	So Flujo ideal de saturación	Número de carril de operación	Factores de ajuste								Ajuste de flujo de saturación
			Fw	fhw	fg	fp	fbw	fa	fRT	FLT	
A1-AV. LA PAZ	1900	1	1.040	0.995	1	0.872	0.861	0.9	0.906	0.951	1295.63
A2-AV. LA PAZ	1900	1	0.960	0.992	1	0.865	0.896	0.9	0.911	0.908	1043.77
B1-AV. POTOSI	1900	1	0.960	0.993	1	0.861	0.905	0.9	0.813	0.906	935.27
B2-AV. POTOSI	1900	1	0.960	0.995	1	0.871	0.869	0.9	0.978	0.992	1198.55

ANALISIS DE CAPACIDAD:

Acceso	Ajuste del valor de flujo	Ajuste de flujo de saturación	Relación de flujo	Relación de luz verde	Capacidad del carril	Relación VIC
A1-AV. LA PAZ	669.81	1295.63	0.517	0.500	647.82	1.03
A2-AV. LA PAZ	405.00	1043.77	0.388	0.500	521.88	0.78
B1-AV. POTOSI	721.42	935.27	0.771	0.389	363.72	1.98
B2-AV. POTOSI	633.83	1198.55	0.529	0.389	466.10	1.36

Nivel de servicio:

Acceso	Relación VIC	Relación de luz verde g/C	Duración del ciclo C	Primera demora	Segunda demora	Demora total	Demora total y Niveles de servicio	
				Demora d1	Demora d2	Dt	Demora por acceso	Nivel de servicio por acceso
A1-AV. LA PAZ	1.03	0.500	36	5.590	28.292	33.882	33.882	B
A2-AV. LA PAZ	0.78	0.500	36	4.412	6.001	10.413	10.413	B
B1-AV. POTOSI	1.98	0.389	36	17.640	160.937	178.577	178.577	F
B2-AV. POTOSI	1.36	0.389	36	8.560	37.475	46.035	46.035	D

INTERSECCIÓN XXVII

• Módulo de entrada:

Intersección N#27: Av. La Paz y Av. Circunvalación.

Intersección semaforizada.

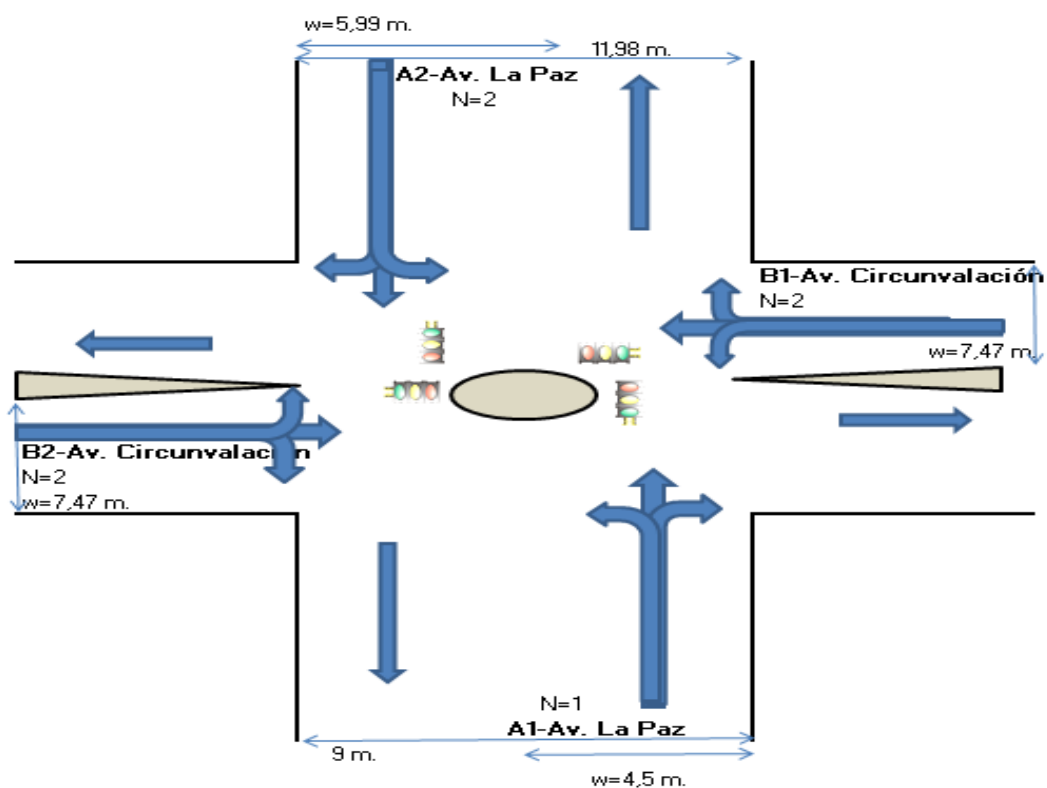
A1 - Av. La Paz

A2 - Av. La Paz

B1 - Av. Circunvalación

B2 - Av. Circunvalación

Geometría y volúmenes:



Donde:

N es el número de carriles.

W es el ancho del acceso

Semáforo

FASES	Tiempo de luz verde (seg.)	Tiempo de luz amarillo (seg.)	Tiempo de luz roja (seg.)	Tiempo del ciclo (seg.)
A1-Primera fase	14	2	20	36
A2-Segunda fase	14	2	20	36
B1-Tercera fase	18	2	16	36
B2-Cuarta fase	18	2	16	36

Método HCM 2000.

Acceso	VTH (veh/h)	% Giro derecha	% Giro Izq.	% HV	% Pend.	Ancho del acceso (m)	Ancho de carril (m)	Nm	NB	Número de Carril	Carril p/ est.	Número de Carril p/ est.
A1-AV. LA PAZ	357	12,19	36,12	1,45	<10	4,5	4,5	0	10	1	No	0
A2-AV. LA PAZ	258	25,52	16,83	1,55	<10	5,99	3,00	8	28	2	Si	1
B1-CIRCUNVALACION	1129	1,94	6,13	4,42	<10	7,47	3,74	2	33	2	No	0
B2-CIRCUNVALACION	1091	7,10	4,61	4,06	<10	7,47	3,74	3	21	2	No	0

Donde:

VTH: Volumen total horario veh/h

Pend.: Pendiente %

%HV: Porcentaje de vehículos pesados

Nm: Maniobras de estacionamiento/hora

NB: Paradas de autobuses/hora

PHF: Factor de hora pico

MODULO DE AJUSTE DE VOLUMENES:

Acceso	Volumen (VTH)	PHF	Valor de flujo	Número de carriles	Factor de utilización	Valor de flujo ajustado	PRT proporción de vueltas derechas	PLT proporción de vueltas izquierda
A1-AV. LA PAZ	357	0,98	364,51	1	1	364,51	0,122	0,361
A2-AV. LA PAZ	258	0,98	263,44	1	1	263,44	0,255	0,168
B1-CIRCUNVALACION	1129	0,98	1151,70	2	1,05	1209,29	0,019	0,061
B2-CIRCUNVALACION	1091	0,98	1112,87	2	1,05	1168,51	0,071	0,046

MODULO DE FLUJO DE SATURACION:

Acceso	So Flujo ideal de saturación	Número de carril de operación	Factores de ajuste								Ajuste de flujo de saturación
			Fw	f _{hw}	f _g	f _p	f _{bb}	f _a	f _{RT}	f _{LT}	
A1-AV. LA PAZ	1900	1	1,100	0,986	1	1	0,958	0,9	0,982	0,982	1713,34
A2-AV. LA PAZ	1900	1	0,933	0,985	1	0,860	0,888	0,9	0,962	0,992	1143,09
B1-CIRCUNVALACION	1900	2	1,015	0,958	1	0,945	0,935	0,9	0,997	0,997	2917,68
B2-CIRCUNVALACION	1900	2	1,015	0,961	1	0,943	0,958	0,9	0,989	0,998	2977,18

ANALISIS DE CAPACIDAD:

Acceso	Ajuste del valor de flujo	Ajuste de flujo de saturación	Relación de flujo	Relación de luz verde	Capacidad del carril	Relación VIC
A1-AV. LA PAZ	364,51	1713,34	0,213	0,389	666,30	0,55
A2-AV. LA PAZ	263,44	1143,09	0,230	0,389	444,54	0,59
B1-CIRCUNVALACION	1209,29	2917,68	0,414	0,500	1458,84	0,83
B2-CIRCUNVALACION	1168,51	2977,18	0,392	0,500	1488,59	0,78

Nivel de servicio:

Acceso	Relación VIC	Relación de luz verde g/C	Duración del ciclo C	Primera demora	Segunda demora	Demora total	Demora total y Niveles de servicio	
				Demora d1	Demora d2	Dt	Demora por acceso	Nivel de servicio por acceso
A1-AV. LA PAZ	0,55	0,389	36	5,123	1,263	6,386	6,386	B
A2-AV. LA PAZ	0,59	0,389	36	5,241	1,64	6,881	6,881	B
B1-CIRCUNVALACION	0,83	0,500	36	4,611	3,271	7,882	7,882	B
B2-CIRCUNVALACION	0,78	0,500	36	4,444	2,296	6,740	6,740	B

Método HCM 2010.

Acceso	VTH (veh/h)	% Giro derecha	% Giro Izq.	% HV	% Pend.	Ancho del acceso (m)	Ancho de carril (m)	Nm	NB	Número de Carril	Carril pl est.	Número de Carril pl est.
A1-AV. LA PAZ	357	12.19	36.12	1.45	<10	4.5	4.5	0	10	1	No	0
A2-AV. LA PAZ	258	25.52	16.83	1.55	<10	5.99	3.00	8	28	2	Si	1
B1-CIRCUNVALACION	1129	1.94	6.13	4.42	<10	7.47	3.74	2	33	2	No	0
B2-CIRCUNVALACION	1091	7.10	4.61	4.06	<10	7.47	3.74	3	21	2	No	0

Donde:

VTH: Volumen total horario veh/h

Pend.: Pendiente %

%HV: Porcentaje de vehículos pesados

Nm: Maniobras de estacionamiento/hora

NB: Paradas de autobushora

PHF: Factor de hora pico

MODULO DE AJUSTE DE VOLUMENES:

Acceso	Volumen (VTH)	PHF	Valor de flujo	Número de carriles	Factor de utilización	Valor de flujo ajustado
A1-AV. LA PAZ	357	0.90	396.91	1	1	396.91
A2-AV. LA PAZ	258	0.90	286.85	1	1	286.85
B1-CIRCUNVALACION	1129	0.92	1226.81	2	1.05	1288.15
B2-CIRCUNVALACION	1091	0.92	1185.45	2	1.05	1244.72

MODULO DE FLUJO DE SATURACION:

Acceso	So Flujo ideal de saturación	Número de carril de operación	Factores de ajuste								Ajuste de flujo de saturación
			Fw	f _{hv}	f _g	f _p	f _{bb}	f _a	f _{RT}	f _L	
A1-AV. LA PAZ	1900	1	1.040	0.986	1	1	0.958	0.9	0.918	0.972	1499.36
A2-AV. LA PAZ	1900	1	0.960	0.985	1	0.860	0.888	0.9	0.961	0.941	1114.81
B1-CIRCUNVALACION	1900	2	1	0.958	1	0.945	0.935	0.9	0.991	0.837	2398.27
B2-CIRCUNVALACION	1900	2	1	0.961	1	0.943	0.958	0.9	0.859	0.783	2393.58

ANALISIS DE CAPACIDAD:

Acceso	Ajuste del valor de flujo	Ajuste de flujo de saturación	Relación de flujo	Relación de luz verde	Capacidad del carril	Relación VIC
A1-AV. LA PAZ	396.91	1499.36	0.265	0.389	583.08	0.68
A2-AV. LA PAZ	286.85	1114.81	0.257	0.389	433.54	0.66
B1-CIRCUNVALACION	1288.15	2398.27	0.537	0.500	1199.13	1.07
B2-CIRCUNVALACION	1244.72	2393.58	0.520	0.500	1196.79	1.04

Nivel de servicio:

Acceso	Relación VIC	Relación de luz verde g/C	Duración del ciclo C	Primera demora	Segunda demora	Demora total	Demora total y Niveles de servicio	
				Demora d1	Demora d2	Dt	Demora por acceso	Nivel de servicio por acceso
A1-AV. LA PAZ	0.68	0.389	36	5.485	5.085	10.570	10.570	B
A2-AV. LA PAZ	0.66	0.389	36	5.431	4.838	10.269	10.269	B
B1-CIRCUNVALACION	1.07	0.500	36	5.833	29.134	34.967	34.967	B
B2-CIRCUNVALACION	1.04	0.500	36	5.625	27.78	33.405	33.405	B

INTERSECCIÓN XXVIII

• Módulo de entrada:

Intersección N#28: Av. Circunvalación y Mejillones

Intersección semaforizada.

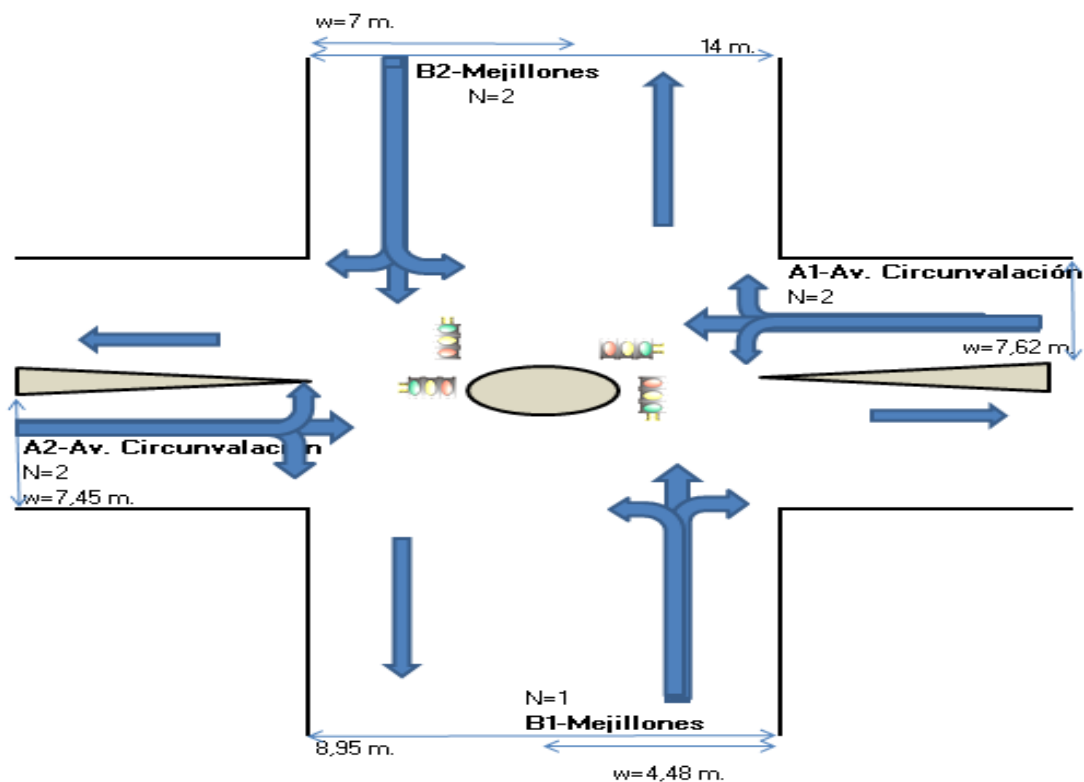
A1 -Av. Circunvalación

A2 -Av. Circunvalación

B1 - Mejillones

B2 - Mejillones

Geometría y volúmenes:



Donde:

N es el número de carriles.

W es el ancho del acceso

 Semáforo

FASES	Tiempo de luz verde (seg.)	Tiempo de luz amarillo (seg.)	Tiempo de luz roja (seg.)	Tiempo del ciclo (seg.)
A1-Primera fase	18	2	22	42
A2-Segunda fase	18	2	22	42
B1-Tercera fase	18	2	22	42
B2-Cuarta fase	18	2	22	42

Método HCM 2000.

Acceso	VTH (veh/h)	% Giro derecha	% Giro Izq.	% HV	% Pend.	Ancho del acceso (m)	Ancho de carril (m)	Nm	NB	Número de Carril	Carril p/ est.	Número de Carril p/ est.
A1-AV. CIRCUNVALACION	668	3,99	5,00	6,30	<10	7,62	3,81	4	25	2	No	0
A2-AV. CIRCUNVALACION	919	7,41	10,43	3,46	<10	7,45	3,73	1	23	2	No	0
B1-MEJILLONES	254	18,19	18,56	0	<10	4,48	4,48	1	22	1	No	0
B2-MEJILLONES	217	27,83	10,82	3,93	<10	7	3,50	3	23	2	Si	1

Donde:

VTH: Volumen total horario veh/h

Pend: Pendiente %

%HV: Porcentaje de vehículos pesados

Nm: Maniobras de estacionamiento/hora

NB: Paradas de autobuses/hora

PHF: Factor de hora pico

MÓDULO DE AJUSTE DE VOLUMENES:

Acceso	Volumen (VTH)	PHF	Valor de flujo	Número de carril de operación	Factor de utilización	Valor de flujo ajustado	PRT proporción de vueltas derechas	PLT proporción de vueltas izquierda
A1-AV. CIRCUNVALACION	668	0,98	681,63	2	1,05	715,71	0,04	0,050
A2-AV. CIRCUNVALACION	919	0,98	937,76	2	1,05	984,64	0,074	0,10
B1-MEJILLONES	254	0,98	259,35	1	1	259,35	0,182	0,19
B2-MEJILLONES	217	0,98	221,71	1	1	221,71	0,278	0,11

MÓDULO DE FLUJO DE SATURACIÓN:

Acceso	So Flujo ideal de saturación	Número de carril de operación	Factores de ajuste								Ajuste de flujo de saturación
			Fw	f _{hv}	f _g	f _p	f _{bb}	f _a	f _{RT}	f _{LT}	
A1-AV. CIRCUNVALACION	1900	2	1,02	0,941	1	0,939	0,950	0,9	0,994	0,998	2911,75
A2-AV. CIRCUNVALACION	1900	2	1,01	0,967	1	0,949	0,955	0,9	0,989	0,995	2985,45
B1-MEJILLONES	1900	1	1,10	1	1	0,895	0,910	0,9	0,973	0,991	1474,27
B2-MEJILLONES	1900	1	0,99	0,962	1	0,885	0,908	0,9	0,958	0,995	1246,07

ANÁLISIS DE CAPACIDAD:

Acceso	Ajuste del valor de flujo	Ajuste de flujo de saturación	Relación de flujo	Relación de luz verde	Capacidad del carril	Relación VIC
A1-AV. CIRCUNVALACION	715,71	2911,75	0,246	0,429	1247,89	0,57
A2-AV. CIRCUNVALACION	984,64	2985,45	0,330	0,429	1279,48	0,77
B1-MEJILLONES	259,35	1474,27	0,176	0,429	631,83	0,41
B2-MEJILLONES	221,71	1246,07	0,178	0,429	534,03	0,42

Nivel de servicio:

Acceso	Relación VIC	Relación de luz verde g/C	Duración del ciclo C	Primera demora	Segunda demora	Demora total	Demora total y Niveles de servicio	
				Demora d1	Demora d2	Dt	Demora por acceso	Nivel de servicio por acceso
A1-AV. CIRCUNVALACION	0,57	0,429	42	5,455	0,478	5,933	5,933	B
A2-AV. CIRCUNVALACION	0,77	0,429	42	6,139	2,25	8,389	8,389	B
B1-MEJILLONES	0,41	0,429	42	4,993	0,281	5,274	5,274	B
B2-MEJILLONES	0,42	0,429	42	5,005	0,78	5,785	5,785	B

Método HCM 2010.

Acceso	VTH (veh/h)	% Giro derecha	% Giro Izq.	% HV	% Pend.	Ancho del acceso (m)	Ancho de carril (m)	Nm	NB	Número de Carril	Carril p/ est.	Número de Carril p/ est.
A1-AV. CIRCUNVALACION	668	3.99	5.00	6.30	<10	7.62	3.81	4	25	2	No	0
A2-AV. CIRCUNVALACION	919	7.41	10.43	3.46	<10	7.45	3.73	1	23	2	No	0
B1-MEJILLONES	254	18.19	18.56	0	<10	4.48	4.48	1	22	1	No	0
B2-MEJILLONES	217	27.83	10.82	3.93	<10	7	3.50	3	23	2	Si	1

Donde:

VTH: Volumen total horario veh/h

Pend.: Pendiente %

%HV: Porcentaje de vehículos pesados

Nm: Maniobras de estacionamiento/hora

NB: Paradas de autobuses/hora

PHF: Factor de hora pico

MODULO DE AJUSTE DE VOLUMENES:

Acceso	Volumen (VTH)	PHF	Valor de flujo	Número de carril de operación	Factor de utilización	Valor de flujo ajustado
A1-AV. CIRCUNVALACION	668	0.90	742.22	2	1.05	779.33
A2-AV. CIRCUNVALACION	919	0.90	1021.11	2	1.05	1072.17
B1-MEJILLONES	254	0.90	282.41	1	1	282.41
B2-MEJILLONES	217	0.90	241.42	1	1	241.42

MODULO DE FLUJO DE SATURACION:

Acceso	So Flujo ideal de saturación	Número de carril de operación	Factores de ajuste								Ajuste de flujo de saturación
			Fw	f _h v	f _g	f _p	f _{bb}	f _a	f _{RT}	f _{LT}	
A1-AV. CIRCUNVALACION	1900	2	1	0.941	1	0.939	0.950	0.9	0.749	0.800	1720.35
A2-AV. CIRCUNVALACION	1900	2	1	0.967	1	0.949	0.955	0.9	0.865	0.904	2340.99
B1-MEJILLONES	1900	1	1.04	1	1	0.895	0.910	0.9	0.945	0.946	1295.72
B2-MEJILLONES	1900	1	1	0.962	1	0.885	0.908	0.9	0.964	0.908	1156.78

ANALISIS DE CAPACIDAD:

Acceso	Ajuste del valor de flujo	Ajuste de flujo de saturación	Relación de flujo	Relación de luz verde	Capacidad del carril	Relación VIC
A1-AV. CIRCUNVALACION	779.33	1720.35	0.453	0.429	737.29	1.06
A2-AV. CIRCUNVALACION	1072.17	2340.99	0.458	0.429	1003.28	1.07
B1-MEJILLONES	282.41	1295.72	0.218	0.429	555.31	0.51
B2-MEJILLONES	241.42	1156.78	0.209	0.429	495.76	0.49

Nivel de servicio:

Acceso	Relación VIC	Relación de luz verde g/C	Duración del ciclo C	Primera demora	Segunda demora	Demora total	Demora total y Niveles de servicio	
				Demora d1	Demora d2	Dt	Demora por acceso	Nivel de servicio por acceso
A1-AV. CIRCUNVALACION	1.06	0.429	42	7.522	30.124	37.646	37.646	C
A2-AV. CIRCUNVALACION	1.07	0.429	42	7.591	43	50.591	50.591	B
B1-MEJILLONES	0.51	0.429	42	5.261	0.213	5.474	5.474	A
B2-MEJILLONES	0.49	0.429	42	5.199	13.451	18.650	18.650	C

INTERSECCIÓN XXIX

• Módulo de entrada:

Intersección N#29: Av. Circunvalación y Colón

Intersección semaforizada.

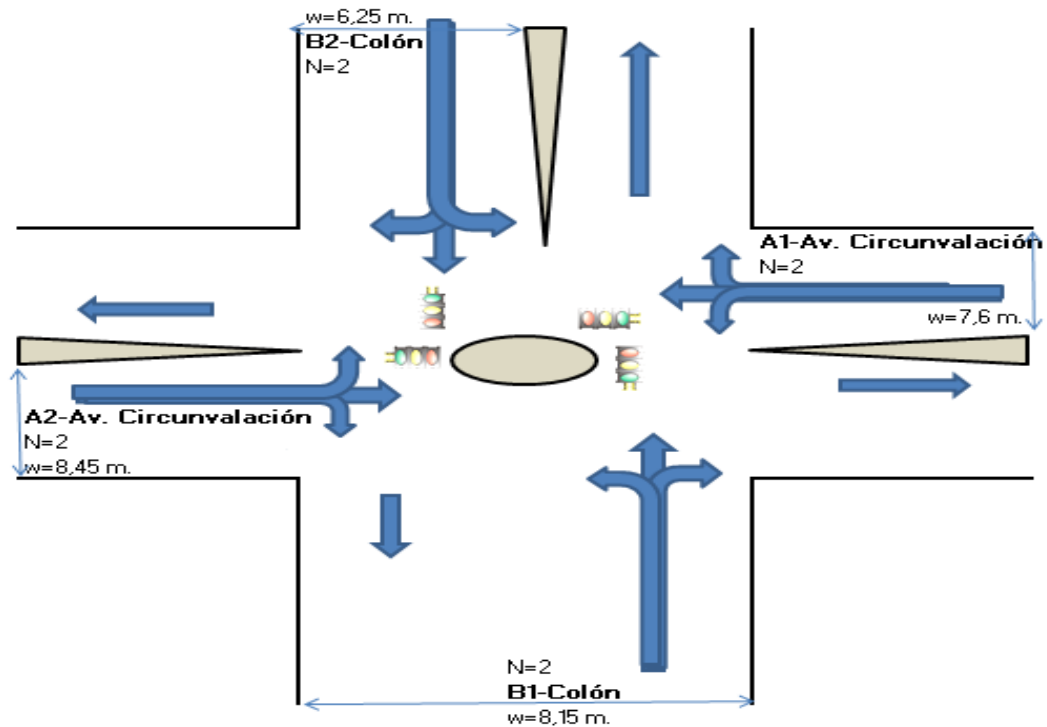
A1 -Av. Circunvalación

A2 -Av. Circunvalación

B1 - Colón

B2 - Colón

Geometría y volúmenes:



Donde:

N es el número de carriles.

W es el ancho del acceso

Semáforo

FASES	Tiempo de luz verde (seg.)	Tiempo de luz amarillo (seg.)	Tiempo de luz roja (seg.)	Tiempo del ciclo (seg.)
A1-Primera fase	18	2	16	36
A2-Segunda fase	18	2	16	36
B1-Tercera fase	14	2	20	36
B2-Cuarta fase	14	2	20	36

Método HCM 2000.

Acceso	VTH (veh/h)	% Giro derecha	% Giro Izq.	% HV	% Pend.	Ancho del acceso (m)	Ancho de carril (m)	Nm	NB	Número de Carril	Carril p/ est.	Número de Carril p/ est.
A1-AV. CIRCUNVALACION	1267	12,20	5,40	5,45	<10	7,6	3,8	4	20	2	No	0
A2-AV. CIRCUNVALACION	895	0	8,21	3,12	<10	8,45	4,23	1	12	2	No	0
B1-COLON	492	51,85	12,54	0,72	<10	8,15	4,08	3	10	2	Si	1
B2-COLON	310	4,52	42,26	1,97	<10	6,25	3,13	3	24	2	Si	1

Donde:

VTH: Volumen total horario veh/h

Pend.: Pendiente %

%HV: Porcentaje de vehículos pesados

Nm: Maniobras de estacionamiento/hora

NB: Paradas de autobushora

PHF: Factor de hora pico

MODULO DE AJUSTE DE VOLUMENES:

Acceso	Volumen (VTH)	PHF	Valor de flujo	Número de carriles	Factor de utilización	Valor de flujo ajustado	PRT proporción de vueltas derechas	PLT proporción de vueltas izquierda
A1-AV. CIRCUNVALACION	1267	0,98	1292,86	2	1,05	1357,50	0,122	0,054
A2-AV. CIRCUNVALACION	895	0,98	913,44	2	1,05	959,11	0	0,082
B1-COLON	492	0,98	501,64	1	1	501,64	0,519	0,125
B2-COLON	310	0,98	316,50	1	1	316,50	0,045	0,423

MODULO DE FLUJO DE SATURACION:

Acceso	So Flujo ideal de saturación	Número de carril de operación	Factores de ajuste								Ajuste de flujo de saturación
			Fw	fhw	fg	fp	fb	fa	fRT	fLT	
A1-AV. CIRCUNVALACION	1900	2	1,022	0,948	1	0,940	0,951	0,9	0,96	0,956	2721,34
A2-AV. CIRCUNVALACION	1900	2	1,069	0,970	1	0,947	0,977	0,9	1	0,996	3265,51
B1-COLON	1900	1	1,053	0,993	1	0,883	0,961	0,9	0,922	0,994	1389,36
B2-COLON	1900	1	0,947	0,981	1	0,880	0,905	0,9	0,98	0,960	1190,60

ANALISIS DE CAPACIDAD:

Acceso	Ajuste del valor de flujo	Ajuste de flujo de saturación	Relación de flujo	Relación de luz verde	Capacidad del carril	Relación VIC
A1-AV. CIRCUNVALACION	1357,50	2721,34	0,499	0,500	1360,67	1,00
A2-AV. CIRCUNVALACION	959,11	3265,51	0,294	0,500	1632,76	0,59
B1-COLON	501,64	1389,36	0,361	0,389	540,31	0,93
B2-COLON	316,50	1190,60	0,266	0,389	463,01	0,68

Nivel de servicio:

Acceso	Relación VIC	Relación de luz verde g/C	Duración del ciclo C	Primera demora	Segunda demora	Demora total	Demora total y Niveles de servicio	
				Demora d1	Demora d2	Dt	Demora por acceso	Nivel de servicio por acceso
A1-AV. CIRCUNVALACION	1,00	0,500	36	5,387	19,76	24,147	24,147	C
A2-AV. CIRCUNVALACION	0,59	0,500	36	3,823	2,462	6,285	6,285	B
B1-COLON	0,93	0,389	36	6,313	16,47	22,783	22,783	C
B2-COLON	0,68	0,389	36	5,494	2,34	7,834	7,834	B

Método HCM 2010.

Acceso	VTH (veh/h)	% Giro derecha	% Giro Izq.	% HV	% Pend.	Ancho del acceso (m)	Ancho de carril (m)	Nm	NB	Número de Carril	Carril p/ est.	Número de Carril p/ est.
A1-AV. CIRCUNVALACION	1267	12.20	5.40	5.45	<10	7.6	3.8	4	20	2	No	0
A2-AV. CIRCUNVALACION	895	0	8.21	3.12	<10	8.45	4.23	1	12	2	No	0
B1-COLON	492	51.85	12.54	0.72	<10	8.15	4.08	3	10	2	Si	1
B2-COLON	310	4.52	42.26	1.97	<10	6.25	3.13	3	24	2	Si	1

Donde:

VTH: Volumen total horario veh/h

Pend.: Pendiente %

%HV: Porcentaje de vehículos pesados

Nm: Maniobras de estacionamiento/hora

NB: Paradas de autobuses/hora

PHF: Factor de hora pico

MODULO DE AJUSTE DE VOLUMENES:

Acceso	Volumen (VTH)	PHF	Valor de flujo	Número de carriles	Factor de utilización	Valor de flujo ajustado
A1-AV. CIRCUNVALACION	1267	0.92	1377.17	2	1.05	1446.03
A2-AV. CIRCUNVALACION	895	0.90	994.63	2	1.05	1044.36
B1-COLON	492	0.90	546.23	1	1	546.23
B2-COLON	310	0.90	344.63	1	1	344.63

MODULO DE FLUJO DE SATURACION:

Acceso	So Flujo ideal de saturación	Número de carril de operación	Factores de ajuste								Ajuste de flujo de saturación
			Fw	fhw	fg	fp	fbw	fa	fRT	FLT	
A1-AV. CIRCUNVALACION	1900	2	1	0.94	1	0.940	0.961	0.9	0.918	0.815	2758.25
A2-AV. CIRCUNVALACION	1900	2	1.040	0.970	1	0.947	0.977	0.9	1.18	0.878	3304.30
B1-COLON	1900	1	1.040	0.993	1	0.883	0.961	0.9	0.990	0.920	1364.37
B2-COLON	1900	1	1	0.980	1	0.890	0.921	0.9	0.891	0.976	1194.95

ANALISIS DE CAPACIDAD:

Acceso	Ajuste del valor de flujo	Ajuste de flujo de saturación	Relación de flujo	Relación de luz verde	Capacidad del carril	Relación V/C
A1-AV. CIRCUNVALACION	1357.50	2721.34	0.499	0.500	1360.67	1.00
A2-AV. CIRCUNVALACION	959.11	3265.51	0.294	0.500	1632.76	0.59
B1-COLON	501.64	1389.36	0.361	0.389	540.31	0.93
B2-COLON	316.50	1190.60	0.266	0.389	463.01	0.68

Nivel de servicio:

Acceso	Relación V/C	Relación de luz verde g/C	Duración del ciclo C	Primera demora	Segunda demora	Demora total	Demora total y Niveles de servicio	
				Demora d1	Demora d2	Dt	Demora por acceso	Nivel de servicio por acceso
A1-AV. CIRCUNVALACION	1.00	0.500	36	5.387	18.76	24.147	24.147	C
A2-AV. CIRCUNVALACION	0.59	0.500	36	3.823	2.462	6.285	6.285	B
B1-COLON	0.93	0.389	36	6.313	16.47	22.783	22.783	C
B2-COLON	0.68	0.389	36	5.494	2.34	7.834	7.834	B

INTERSECCIÓN XXX

• Módulo de entrada:

Intersección N#30: Av. Circunvalación y Monseñor Font

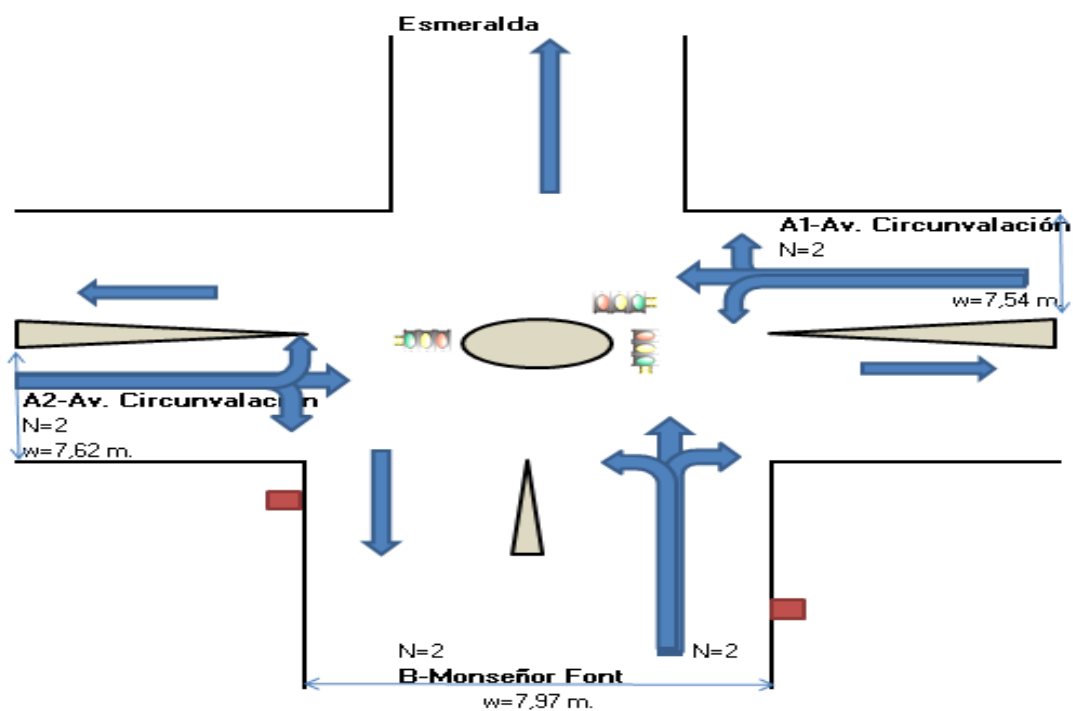
Intersección semaforizada.

A1 -Av. Circunvalación

A2 -Av. Circunvalación

B - Monseñor Font

Geometría y volúmenes:



Donde:

- N es el número de carriles.
- W es el ancho del acceso
- Señal de paradas de autobús.
- Semáforo

FASES	Tiempo de luz verde (seg.)	Tiempo de luz amarillo (seg.)	Tiempo de luz roja (seg.)	Tiempo del ciclo (seg.)
A1-Primera fase	18	2	16	36
A2-Segunda fase	18	2	16	36
B-Tercera fase	14	2	20	36

Método HCM 2000.

Acceso	VTH (veh/h)	% Giro derecha	% Giro Izq.	% HV	% Pend.	Ancho del acceso (m)	Ancho de carril (m)	Nm	NB	Número de Carril	Carril pl est.	Número de Carril pl est.
A1-AV. CIRCUNVALACION	675	1,49	7,93	7,40	<10	7,54	3,77	3	55	2	No	0
A2-AV. CIRCUNVALACION	685	18,00	4,91	2,61	<10	7,62	3,81	5	33	2	No	0
B1-AV. MONSEÑOR FONT	408	24,05	35,15	0,03	<10	7,97	3,99	3	44	2	Si	1

Donde:

VTH: Volumen total horario veh/h

Pend.: Pendiente %

%HV: Porcentaje de vehiculos pesados

Nm: Maniobras de estacionamiento/hora

NB: Paradas de autobushora

PHF: Factor de hora pico

MODULO DE AJUSTE DE VOLUMENES:

Acceso	Volumen (VTH)	PHF	Valor de flujo	Número de carriles	Factor de utilización	Valor de flujo ajustado	PRT proporción de vueltas derechas	PLT proporción de vueltas izquierda
A1-AV. CIRCUNVALACION	675	0,98	689,17	2	1,05	723,63	0,01	0,079
A2-AV. CIRCUNVALACION	685	0,98	696,98	2	1,05	733,93	0,180	0,05
B1-AV. MONSEÑOR FONT	408	0,98	416,50	1	1	416,50	0,241	0,35

MODULO DE FLUJO DE SATURACION:

Acceso	So Flujo ideal de saturación	Número de carril de operación	Factores de ajuste								Ajuste de flujo de saturación
			Fw	fhw	fg	fp	fb	fa	fRT	fLT	
A1-AV. CIRCUNVALACION	1900	2	1,02	0,931	1	0,943	0,889	0,9	1,00	1,00	2704,11
A2-AV. CIRCUNVALACION	1900	2	1,02	0,975	1	0,937	0,935	0,9	0,97	1,00	2898,23
B1-AV. MONSEÑOR FONT	1900	1	1,04	1,000	1	0,883	0,822	0,9	0,96	0,98	1225,26

ANALISIS DE CAPACIDAD:

Acceso	Ajuste del valor de flujo	Ajuste de flujo de saturación	Relación de flujo	Relación de luz verde	Capacidad del carril	Relación VIC
A1-AV. CIRCUNVALACION	723,63	2704,11	0,268	0,500	1352,05	0,54
A2-AV. CIRCUNVALACION	733,93	2898,23	0,253	0,500	1449,11	0,51
B1-AV. MONSEÑOR FONT	416,50	1225,26	0,340	0,389	476,49	0,87

Nivel de servicio:

Acceso	Relación VIC	Relación de luz verde g/C	Duración del ciclo C	Primera demora	Segunda demora	Demora total Dt	Demora total y Niveles de servicio	
				Demora d1	Demora d2		Demora por acceso	Nivel de servicio por acceso
A1-AV. CIRCUNVALACION	0,54	0,500	36	3,687	4,351	8,038	8,038	B
A2-AV. CIRCUNVALACION	0,51	0,500	36	3,616	2,284	5,900	5,900	B
B1-AV. MONSEÑOR FONT	0,87	0,389	36	6,110	13,18	19,290	19,290	C

Método HCM 2010.

Acceso	VTH (veh/h)	% Giro derecha	% Giro Izq.	% HV	% Pend.	Ancho del acceso (m)	Ancho de carril (m)	Nm	NB	Número de Carril	Carril p/ est.	Número de Carril p/ est.
A1-AV. CIRCUNVALACION	675	1,49	7,93	7,40	<10	7,54	3,77	3	55	2	No	0
A2-AV. CIRCUNVALACION	685	18,00	4,91	2,61	<10	7,62	3,81	5	33	2	No	0
B1-AV. MONSEÑOR FONT	408	24,05	35,15	0,03	<10	7,97	3,99	3	44	2	Si	1

Donde:

VTH: Volumen total horario veh/h

Pend: Pendiente %

%HV: Porcentaje de vehiculos pesados

Nm: Maniobras de estacionamiento/hora

NB: Paradas de autobushora

PHF: Factor de hora pico

MODULO DE AJUSTE DE VOLUMENES:

Acceso	Volumen (VTH)	PHF	Valor de flujo	Número de carriles	Factor de utilización	Valor de flujo ajustado	PRT proporción de vueltas derechas	PLT proporción de vueltas izquierda
A1-AV. CIRCUNVALACION	675	0,90	750,43	2	1,05	787,95	0,01	0,079
A2-AV. CIRCUNVALACION	685	0,90	761,11	2	1,05	799,17	0,180	0,05
B1-AV. MONSEÑOR FONT	408	0,90	453,52	1	1	453,52	0,241	0,35

MODULO DE FLUJO DE SATURACION:

Acceso	So Flujo ideal de saturación	Número de carril de operación	Factores de ajuste								Ajuste de flujo de saturación
			Fw	fhw	fg	fp	fbw	fa	fRT	FLT	
A1-AV. CIRCUNVALACION	1900	2	1	0,931	1	0,943	0,889	0,9	0,993	0,874	2317,38
A2-AV. CIRCUNVALACION	1900	2	1	0,975	1	0,937	0,935	0,9	0,944	0,796	2194,52
B1-AV. MONSEÑOR FONT	1900	1	1,04	1,000	1	0,883	0,822	0,9	0,958	0,972	1201,20

ANALISIS DE CAPACIDAD:

Acceso	Ajuste del valor de flujo	Ajuste de flujo de saturación	Relación de flujo	Relación de luz verde	Capacidad del carril	Relación VIC
A1-AV. CIRCUNVALACION	787,95	2317,38	0,340	0,500	1158,69	0,68
A2-AV. CIRCUNVALACION	799,17	2194,52	0,364	0,500	1097,26	0,73
B1-AV. MONSEÑOR FONT	453,52	1201,20	0,378	0,389	467,13	0,97

Nivel de servicio:

Acceso	Relación VIC	Relación de luz verde g/C	Duración del ciclo C	Primera demora	Segunda demora	Demora total	Demora total y Niveles de servicio	
				Demora d1	Demora d2	Dt	Demora por acceso	Nivel de servicio por acceso
A1-AV. CIRCUNVALACION	0,68	0,500	36	4,091	1,14	5,231	5,231	A
A2-AV. CIRCUNVALACION	0,73	0,500	36	4,246	1,041	5,287	5,287	A
B1-AV. MONSEÑOR FONT	0,97	0,389	36	6,480	25,185	31,665	31,665	C

A continuación se presenta un resumen de la capacidad y nivel de servicio obtenido para cada acceso de las intersecciones de estudio por el HCM 2000 y HCM 2010.

Tabla 4.5-2. Capacidad y N. S. por acceso en cada intersección HCM 2000.

INTERSECCION N#1				
ACCESOS	CAPACIDAD VEH/H	VC	NIVEL SERVICIO	DESCRIPCION DEL FLUJO
A-INGAVI	1126	0,367	D	PRÓXIMO AL FLUJO INESTABLE
B-STA. CRUZ	1147	0,388	D	PRÓXIMO AL FLUJO INESTABLE

INTERSECCION N#2				
ACCESOS	CAPACIDAD VEH/H	VC	NIVEL SERVICIO	DESCRIPCION DEL FLUJO
A-DOMINGO PAZ	401	0,32	C	FLUJO ESTABLE
B-CAMPERO	313	1,00	E	FLUJO INESTABLE

INTERSECCION N#3				
ACCESOS	CAPACIDAD VEH/H	VC	NIVEL SERVICIO	DESCRIPCION DEL FLUJO
A-DOMINGO PAZ	470	0,35	D	PRÓXIMO AL FLUJO INESTABLE
B-SUCRE	407	0,77	C	FLUJO ESTABLE

INTERSECCION N#4				
ACCESOS	CAPACIDAD VEH/H	VC	NIVEL SERVICIO	DESCRIPCION DEL FLUJO
A-INGAVI	443	0,70	B	FLUJO ESTABLE
B-CAMPERO	443	0,76	C	FLUJO ESTABLE

INTERSECCION N#5				
ACCESOS	CAPACIDAD VEH/H	VC	NIVEL SERVICIO	DESCRIPCION DEL FLUJO
A-INGAVI	387	1,06	D	PRÓXIMO AL FLUJO INESTABLE
B-SUCRE	441	0,33	E	FLUJO INESTABLE

INTERSECCION N#6				
ACCESOS	CAPACIDAD VEH/H	VC	NIVEL SERVICIO	DESCRIPCION DEL FLUJO
A-INGAVI	377	0,54	B	FLUJO ESTABLE
B-COLÓN	386	1,01	E	PRÓXIMO AL FLUJO INESTABLE

INTERSECCION N#7				
ACCESOS	CAPACIDAD VEH/H	VC	NIVEL SERVICIO	DESCRIPCION DEL FLUJO
A-15 DE ABRIL	454	0,34	D	PRÓXIMO AL FLUJO INESTABLE
B-DANIEL CAMPOS	451	0,80	B	FLUJO ESTABLE

INTERSECCION N#8				
ACCESOS	CAPACIDAD VEH/H	VIC	NIVEL SERVICIO	DESCRIPCION DEL FLUJO
A-15 DE ABRIL	457	1,07	E	FLUJO INESTABLE
B-SUIPACHA	439	0,78	B	FLUJO ESTABLE

INTERSECCION N#9				
ACCESOS	CAPACIDAD VEH/H	VIC	NIVEL SERVICIO	DESCRIPCION DEL FLUJO
A-15 DE ABRIL	1159	0,28	C	FLUJO ESTABLE
B-DELGADILLO	1242	0,28	C	FLUJO ESTABLE

INTERSECCION N#10				
ACCESOS	CAPACIDAD VEH/H	VIC	NIVEL SERVICIO	DESCRIPCION DEL FLUJO
A-DOMINGO PAZ	360	1,16	E	FLUJO INESTABLE
B-COLÓN	397	1,10	E	FLUJO INESTABLE

INTERSECCION N#11				
ACCESOS	CAPACIDAD VEH/H	VIC	NIVEL SERVICIO	DESCRIPCION DEL FLUJO
A-DOMINGO PAZ	1124	0,37	D	PRÓXIMO AL FLUJO INESTABLE
B-STA. CRUZ	1226	0,30	C	FLUJO ESTABLE

INTERSECCION N#12				
ACCESOS	CAPACIDAD VEH/H	VIC	NIVEL SERVICIO	DESCRIPCION DEL FLUJO
A-15 DE ABRIL	431	0,69	D	PRÓXIMO AL FLUJO INESTABLE
B-GENERAL TRIGO	500	1,00	E	FLUJO INESTABLE

INTERSECCION N#13				
ACCESOS	CAPACIDAD VEH/H	VIC	NIVEL SERVICIO	DESCRIPCION DEL FLUJO
A-BOLIVAR	456	0,93	D	PRÓXIMO AL FLUJO INESTABLE
B-MENDEZ	476	0,78	B	FLUJO ESTABLE

INTERSECCION N#14				
ACCESOS	CAPACIDAD VEH/H	VIC	NIVEL SERVICIO	DESCRIPCION DEL FLUJO
A-BOLIVAR	407	1,19	D	PRÓXIMO AL FLUJO INESTABLE
B-BALLIVIAN	534	0,93	C	FLUJO ESTABLE

INTERSECCION N#15				
ACCESOS	CAPACIDAD VEH/H	VIC	NIVEL SERVICIO	DESCRIPCION DEL FLUJO
A-BOLIVAR	428	1,00	E	FLUJO INESTABLE
B-GENERAL TRIGO	465	0,71	C	FLUJO ESTABLE

INTERSECCION N#16				
ACCESOS	CAPACIDAD VEH/H	VIC	NIVEL SERVICIO	DESCRIPCION DEL FLUJO
A-BOLIVAR	380	0,47	C	FLUJO ESTABLE
B-DANIEL CAMPOS	426	0,89	C	FLUJO ESTABLE

INTERSECCION N#17				
ACCESOS	CAPACIDAD VEH/H	VIC	NIVEL SERVICIO	DESCRIPCION DEL FLUJO
A1-COCHABAMBA	532	0,61	B	FLUJO ESTABLE
A2-COCHABAMBA	583	0,39	D	PRÓXIMO AL FLUJO INESTABLE
B-SUCRE	477	0,76	B	FLUJO ESTABLE

INTERSECCION N#18				
ACCESOS	CAPACIDAD VEH/H	VIC	NIVEL SERVICIO	DESCRIPCION DEL FLUJO
A1-COCHABAMBA	1044	0,47	D	PRÓXIMO AL FLUJO INESTABLE
A2-COCHABAMBA	391	0,40	D	PRÓXIMO AL FLUJO INESTABLE

INTERSECCION N#19				
ACCESOS	CAPACIDAD VEH/H	VIC	NIVEL SERVICIO	DESCRIPCION DEL FLUJO
A1-COCHABAMBA	651	0,65	B	FLUJO ESTABLE
A2-COCHABAMBA	705	0,29	B	FLUJO ESTABLE
B-BALLIVIAN	423	1,43	F	FLUJO FORZADO

INTERSECCION N#20				
ACCESOS	CAPACIDAD VEH/H	VIC	NIVEL SERVICIO	DESCRIPCION DEL FLUJO
A1-BELGRANO	658	0,84	B	FLUJO ESTABLE
A2-BELGRANO	595	0,83	B	FLUJO ESTABLE
B1-ESPAÑA	528	0,33	C	FLUJO ESTABLE
B2-ESPAÑA	474	0,28	A	FLUJO LIBRE

INTERSECCION N#21				
ACCESOS	CAPACIDAD VEH/H	VIC	NIVEL SERVICIO	DESCRIPCION DEL FLUJO
A1-AV. VICTOR PAZ Z.	603	1,24	F	FLUJO FORZADO
A2-AV. VICTOR PAZ Z.	1448	0,55	B	FLUJO ESTABLE
A3-AV. JAIME PAZ Z.	771	0,75	C	FLUJO ESTABLE
A4-AV. JAIME PAZ Z.	1428	0,59	B	FLUJO ESTABLE
B-PTE. BICENTENARIO	666	0,34	C	FLUJO ESTABLE

INTERSECCION N#22				
ACCESOS	CAPACIDAD VEH/H	VIC	NIVEL SERVICIO	DESCRIPCION DEL FLUJO
A1-AV. VICTOR PAZ Z.	737	1,38	F	FLUJO FORZADO
A2-AV. VICTOR PAZ Z.	1635	0,52	B	FLUJO ESTABLE
A3-AV. VICTOR PAZ Z.	3013	0,36	D	PRÓXIMO AL FLUJO INESTABLE
B-PTE. SAN MARTIN	1476	0,71	E	FLUJO INESTABLE

INTERSECCION N#23				
ACCESOS	CAPACIDAD VEH/H	VIC	NIVEL SERVICIO	DESCRIPCION DEL FLUJO
A1-AV. JAIME PAZ Z.	2664	0,32	D	PRÓXIMO AL FLUJO INESTABLE
A2-AV. JAIME PAZ Z.	1547	0,32	D	PRÓXIMO AL FLUJO INESTABLE

INTERSECCION N#24				
ACCESOS	CAPACIDAD VEH/H	V/C	NIVEL SERVICIO	DESCRIPCION DEL FLUJO
A1-AV. JAIME PAZ Z.	1760	0,44	B	FLUJO ESTABLE
A2-AV. JAIME PAZ Z.	461	1,68	F	FLUJO FORZADO
A3-AV. JAIME PAZ Z.	1501	0,21	C	FLUJO ESTABLE
A4-AV. JAIME PAZ Z.	1273	0,81	B	FLUJO ESTABLE
B1-JUAN JOSE PÉREZ E.	351	1,43	F	FLUJO FORZADO
B2-ESPAÑA	342	0,33	D	PRÓXIMO AL FLUJO INESTABLE

INTERSECCION N#25				
ACCESOS	CAPACIDAD VEH/H	V/C	NIVEL SERVICIO	DESCRIPCION DEL FLUJO
A1-AV. LA PAZ	384	1,20	F	FLUJO FORZADO
A2-AV. LA PAZ	387	1,42	F	FLUJO FORZADO
B1-BELGRANO	471	1,02	E	FLUJO INESTABLE
B2-BELGRANO	1025	0,54	B	FLUJO ESTABLE

INTERSECCION N#26				
ACCESOS	CAPACIDAD VEH/H	V/C	NIVEL SERVICIO	DESCRIPCION DEL FLUJO
A1-AV. LA PAZ	630	0,89	C	FLUJO ESTABLE
A2-AV. LA PAZ	537	0,62	B	FLUJO ESTABLE
B1-POTOSI	475	1,40	F	FLUJO FORZADO
B2-POTOSI	460	1,26	C	FLUJO ESTABLE

INTERSECCION N#27				
ACCESOS	CAPACIDAD VEH/H	V/C	NIVEL SERVICIO	DESCRIPCION DEL FLUJO
A1-AV. LA PAZ	666	0,55	B	FLUJO ESTABLE
A2-AV. LA PAZ	445	0,59	B	FLUJO ESTABLE
B1-AV. CIRCUNVALACIÓN	1453	0,83	B	FLUJO ESTABLE
B2-AV. CIRCUNVALACIÓN	1483	0,78	B	FLUJO ESTABLE

INTERSECCION N#28				
ACCESOS	CAPACIDAD VEH/H	V/C	NIVEL SERVICIO	DESCRIPCION DEL FLUJO
A1-AV. CIRCUNVALACIÓN	1248	0,57	B	FLUJO ESTABLE
A2-AV. CIRCUNVALACIÓN	1279	0,77	B	FLUJO ESTABLE
B1-MEJILLONES	632	0,41	B	FLUJO ESTABLE
B2-MEJILLONES	534	0,42	B	FLUJO ESTABLE

INTERSECCION N#29				
ACCESOS	CAPACIDAD VEH/H	V/C	NIVEL SERVICIO	DESCRIPCION DEL FLUJO
A1-AV. CIRCUNVALACIÓN	1361	1,00	C	FLUJO ESTABLE
A2-AV. CIRCUNVALACIÓN	1633	0,59	B	FLUJO ESTABLE
B1-COLON	540	0,33	C	FLUJO ESTABLE
B2-COLON	463	0,68	B	FLUJO ESTABLE

INTERSECCION N#30				
ACCESOS	CAPACIDAD VEH/H	V/C	NIVEL SERVICIO	DESCRIPCION DEL FLUJO
A1-AV. CIRCUNVALACIÓN	1352	0,54	B	FLUJO ESTABLE
A2-AV. CIRCUNVALACIÓN	1443	0,51	B	FLUJO ESTABLE
B-AV. MONSEÑOR FONT	476	0,87	C	FLUJO ESTABLE

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4.5-3. Capacidad y N. S. por acceso en cada intersección HCM 2010.

INTERSECCION N#1				
ACCESOS	CAPACIDAD VEH/H	V/C	NIVEL SERVICIO	DESCRIPCION DEL FLUJO
A-INGAVI	1203	0,374	D	PRÓXIMO AL FLUJO INESTABLE
B-STA. CRUZ	1405	0,345	D	PRÓXIMO AL FLUJO INESTABLE

INTERSECCION N#2				
ACCESOS	CAPACIDAD VEH/H	V/C	NIVEL SERVICIO	DESCRIPCION DEL FLUJO
A-DOMINGO PAZ	467	0,86	B	FLUJO ESTABLE
B-CAMPERO	357	0,96	C	FLUJO ESTABLE

INTERSECCION N#3				
ACCESOS	CAPACIDAD VEH/H	V/C	NIVEL SERVICIO	DESCRIPCION DEL FLUJO
A-DOMINGO PAZ	560	0,87	B	FLUJO ESTABLE
B-SUCRE	472	0,72	B	FLUJO ESTABLE

INTERSECCION N#4				
ACCESOS	CAPACIDAD VEH/H	V/C	NIVEL SERVICIO	DESCRIPCION DEL FLUJO
A-INGAVI	519	0,65	B	FLUJO ESTABLE
B-CAMPERO	503	0,73	B	FLUJO ESTABLE

INTERSECCION N#5				
ACCESOS	CAPACIDAD VEH/H	V/C	NIVEL SERVICIO	DESCRIPCION DEL FLUJO
A-INGAVI	463	0,36	D	PRÓXIMO AL FLUJO INESTABLE
B-SUCRE	487	0,98	C	FLUJO ESTABLE

INTERSECCION N#6				
ACCESOS	CAPACIDAD VEH/H	V/C	NIVEL SERVICIO	DESCRIPCION DEL FLUJO
A-INGAVI	1285	0,44	B	FLUJO ESTABLE
B-COLÓN	412	1,03	D	PRÓXIMO AL FLUJO INESTABLE

INTERSECCION N#7				
ACCESOS	CAPACIDAD VEH/H	V/C	NIVEL SERVICIO	DESCRIPCION DEL FLUJO
A-15 DE ABRIL	505	0,92	C	FLUJO ESTABLE
B-DANIEL CAMPOS	551	0,71	B	FLUJO ESTABLE

INTERSECCION N#8				
ACCESOS	CAPACIDAD VEH/H	V/C	NIVEL SERVICIO	DESCRIPCION DEL FLUJO
A-15 DE ABRIL	447	1,13	E	FLUJO INESTABLE
B-SUIPACHA	542	0,63	B	FLUJO ESTABLE

INTERSECCION N#9				
ACCESOS	CAPACIDAD VEH/H	V/C	NIVEL SERVICIO	DESCRIPCION DEL FLUJO
A-15 DE ABRIL	1197	0,28	C	FLUJO ESTABLE
B-DELGADILLO	1442	0,26	C	FLUJO ESTABLE

INTERSECCION N#10				
ACCESOS	CAPACIDAD VEH/H	V/C	NIVEL SERVICIO	DESCRIPCION DEL FLUJO
A-DOMINGO PAZ	439	1,04	D	PRÓXIMO AL FLUJO INESTABLE
B-COLÓN	439	1,08	D	PRÓXIMO AL FLUJO INESTABLE

INTERSECCION N#11				
ACCESOS	CAPACIDAD VEH/H	V/C	NIVEL SERVICIO	DESCRIPCION DEL FLUJO
A-DOMINGO PAZ	1192	0,38	D	PRÓXIMO AL FLUJO INESTABLE
B-STA. CRUZ	1438	0,33	D	PRÓXIMO AL FLUJO INESTABLE

INTERSECCION N#12				
ACCESOS	CAPACIDAD VEH/H	V/C	NIVEL SERVICIO	DESCRIPCION DEL FLUJO
A-15 DE ABRIL	476	0,68	B	FLUJO ESTABLE
B-GENERAL TRIGO	585	0,34	C	FLUJO ESTABLE

INTERSECCION N#13				
ACCESOS	CAPACIDAD VEH/H	V/C	NIVEL SERVICIO	DESCRIPCION DEL FLUJO
A-BOLIVAR	515	0,30	B	FLUJO ESTABLE
B-MENDEZ	562	0,72	B	FLUJO ESTABLE

INTERSECCION N#14				
ACCESOS	CAPACIDAD VEH/H	V/C	NIVEL SERVICIO	DESCRIPCION DEL FLUJO
A-BOLIVAR	543	0,37	C	FLUJO ESTABLE
B-BALLIVIAN	647	0,83	B	FLUJO ESTABLE

INTERSECCION N#15				
ACCESOS	CAPACIDAD VEH/H	V/C	NIVEL SERVICIO	DESCRIPCION DEL FLUJO
A-BOLIVAR	516	0,30	C	FLUJO ESTABLE
B-GENERAL TRIGO	506	0,71	B	FLUJO ESTABLE

INTERSECCION N#16				
ACCESOS	CAPACIDAD VEH/H	V/C	NIVEL SERVICIO	DESCRIPCION DEL FLUJO
A-BOLIVAR	1283	0,33	B	FLUJO ESTABLE
B-DANIEL CAMPOS	481	0,86	B	FLUJO ESTABLE

INTERSECCION N#17				
ACCESOS	CAPACIDAD VEH/H	V/C	NIVEL SERVICIO	DESCRIPCION DEL FLUJO
A1-COCHABAMBA	602	0,65	B	FLUJO ESTABLE
A2-COCHABAMBA	620	1,01	C	FLUJO ESTABLE
B-SUCRE	488	0,81	B	FLUJO ESTABLE

INTERSECCION N°18				
ACCESOS	CAPACIDAD VEH/H	V/C	NIVEL SERVICIO	DESCRIPCION DEL FLUJO
A1-COCHABAMBA	1052	0,51	D	PRÓXIMO AL FLUJO INESTABLE
A2-COCHABAMBA	1023	0,42	D	PRÓXIMO AL FLUJO INESTABLE

INTERSECCION N°19				
ACCESOS	CAPACIDAD VEH/H	V/C	NIVEL SERVICIO	DESCRIPCION DEL FLUJO
A1-COCHABAMBA	658	0,70	B	FLUJO LIBRE
A2-COCHABAMBA	757	0,30	B	FLUJO LIBRE
B-BALLIVIAN	425	1,55	F	FLUJO FORZADO

INTERSECCION N°20				
ACCESOS	CAPACIDAD VEH/H	V/C	NIVEL SERVICIO	DESCRIPCION DEL FLUJO
A1-BELGRANO	628	0,36	B	FLUJO ESTABLE
A2-BELGRANO	538	0,30	B	FLUJO ESTABLE
B1-ESPAÑA	505	1,06	D	PRÓXIMO AL FLUJO INESTABLE
B2-ESPAÑA	446	0,28	A	FLUJO LIBRE

INTERSECCION N°21				
ACCESOS	CAPACIDAD VEH/H	V/C	NIVEL SERVICIO	DESCRIPCION DEL FLUJO
A1-AV. VICTOR PAZ Z.	563	1,47	F	FLUJO FORZADO
A2-AV. VICTOR PAZ Z.	1376	0,63	A	FLUJO LIBRE
A3-AV. JAIME PAZ Z.	734	0,73	B	FLUJO ESTABLE
A4-AV. JAIME PAZ Z.	1232	0,71	B	FLUJO ESTABLE
B-PTE. BICENTENARIO	619	1,10	E	FLUJO INESTABLE

INTERSECCION N°22				
ACCESOS	CAPACIDAD VEH/H	V/C	NIVEL SERVICIO	DESCRIPCION DEL FLUJO
A1-AV. VICTOR PAZ Z.	625	1,77	F	FLUJO FORZADO
A2-AV. VICTOR PAZ Z.	1437	0,65	B	FLUJO ESTABLE
A3-AV. VICTOR PAZ Z.	2838	0,40	D	PRÓXIMO AL FLUJO INESTABLE
B-PTE. SAN MARTIN	1481	0,75	E	FLUJO INESTABLE

INTERSECCION N°23				
ACCESOS	CAPACIDAD VEH/H	V/C	NIVEL SERVICIO	DESCRIPCION DEL FLUJO
A1-AV. JAIME PAZ Z.	2652	0,35	D	PRÓXIMO AL FLUJO INESTABLE
A2-AV. JAIME PAZ Z.	1735	0,31	C	FLUJO ESTABLE

INTERSECCION N°24				
ACCESOS	CAPACIDAD VEH/H	V/C	NIVEL SERVICIO	DESCRIPCION DEL FLUJO
A1-AV. JAIME PAZ Z.	1619	0,52	B	FLUJO ESTABLE
A2-AV. JAIME PAZ Z.	420	1,70	F	FLUJO FORZADO
A3-AV. JAIME PAZ Z.	1461	0,24	C	FLUJO ESTABLE
A4-AV. JAIME PAZ Z.	1173	0,36	B	FLUJO ESTABLE
B1-JUAN JOSE PÉREZ E.	346	1,65	F	FLUJO FORZADO
B2-ESPAÑA	385	0,30	C	FLUJO ESTABLE

INTERSECCION N#25				
ACCESOS	CAPACIDAD VEH/H	VIC	NIVEL SERVICIO	DESCRIPCION DEL FLUJO
A1-AV. LA PAZ	395	1,27	E	FLUJO INESTABLE
A2-AV. LA PAZ	452	1,32	F	FLUJO FORZADO
B1-BELGRANO	484	1,08	B	FLUJO ESTABLE
B2-BELGRANO	1071	0,56	B	FLUJO ESTABLE

INTERSECCION N#26				
ACCESOS	CAPACIDAD VEH/H	VIC	NIVEL SERVICIO	DESCRIPCION DEL FLUJO
A1-AV. LA PAZ	648	1,03	B	FLUJO ESTABLE
A2-AV. LA PAZ	522	0,78	B	FLUJO ESTABLE
B1-POTOSI	364	1,38	F	FLUJO FORZADO
B2-POTOSI	466	1,36	D	PRÓXIMO AL FLUJO INESTABLE

INTERSECCION N#27				
ACCESOS	CAPACIDAD VEH/H	VIC	NIVEL SERVICIO	DESCRIPCION DEL FLUJO
A1-AV. LA PAZ	583	0,68	B	FLUJO ESTABLE
A2-AV. LA PAZ	434	0,66	B	FLUJO ESTABLE
B1-AV. CIRCUNVALACIÓN	1193	1,07	B	FLUJO ESTABLE
B2-AV. CIRCUNVALACIÓN	1197	1,04	B	FLUJO ESTABLE

INTERSECCION N#28				
ACCESOS	CAPACIDAD VEH/H	VIC	NIVEL SERVICIO	DESCRIPCION DEL FLUJO
A1-AV. CIRCUNVALACIÓN	737	1,06	C	FLUJO ESTABLE
A2-AV. CIRCUNVALACIÓN	1003	1,07	B	FLUJO ESTABLE
B1-MEJILLONES	555	0,51	A	FLUJO LIBRE
B2-MEJILLONES	496	0,49	C	FLUJO ESTABLE

INTERSECCION N#29				
ACCESOS	CAPACIDAD VEH/H	VIC	NIVEL SERVICIO	DESCRIPCION DEL FLUJO
A1-AV. CIRCUNVALACIÓN	1379	1,05	C	FLUJO ESTABLE
A2-AV. CIRCUNVALACIÓN	1652	0,63	B	FLUJO ESTABLE
B1-COLON	531	1,03	C	FLUJO ESTABLE
B2-COLON	465	0,74	B	FLUJO ESTABLE

INTERSECCION N#30				
ACCESOS	CAPACIDAD VEH/H	VIC	NIVEL SERVICIO	DESCRIPCION DEL FLUJO
A1-AV. CIRCUNVALACIÓN	1153	0,68	A	FLUJO LIBRE
A2-AV. CIRCUNVALACIÓN	1097	0,73	A	FLUJO LIBRE
B-AV. MONSEÑOR FONT	467	0,37	C	FLUJO ESTABLE

Fuente: Elaboración propia.

Para obtener el nivel de servicio por intersección, se analiza el nivel de servicio mas critico de los accesos de la intersección, cuyo valor nos permitira designar el nivel de servicio por intersección.

A continuación se presenta una tabla con el nivel de servicio obtenido por intersección por el método HCM 2000 y HCM 2010.

Tabla 4.5-4. Nivel de servicio por intersección HCM 2000.

NIVEL DE SERVICIO POR INTERSECCION		
INTERSECCIONES	NIVEL DE SERVICIO	DESCRIPCION DEL FLUJO
INTERSECCION N#1 INGAVI Y SANTA CRUZ	D	PRÓXIMO AL FLUJO INESTABLE
INTERSECCION N#2 DOMINGO PAZ Y CAMPERO	E	FLUJO INESTABLE
INTERSECCION N#3 DOMINGO PAZ Y SUCRE	D	PRÓXIMO AL FLUJO INESTABLE
INTERSECCION N#4 INGAVI Y CAMPERO	C	FLUJO ESTABLE
INTERSECCION N#5 INGAVI Y SUCRE	E	FLUJO INESTABLE
INTERSECCION N#6 INGAVI Y COLON	E	FLUJO INESTABLE
INTERSECCION N#7 15 DE ABRIL Y DANIEL CAMPOS	D	PRÓXIMO AL FLUJO INESTABLE
INTERSECCION N#8 15 DE ABRIL Y SUIPACHA	E	FLUJO INESTABLE
INTERSECCION N#9 15 DE ABRIL Y DELGADILLO	C	FLUJO ESTABLE
INTERSECCION N#10 DOMINGO PAZ Y COLON	E	FLUJO INESTABLE
INTERSECCION N#11 DOMINGO PAZ Y SANTA CRUZ	D	PRÓXIMO AL FLUJO INESTABLE
INTERSECCION N#12 15 DE ABRIL Y GENERAL TRIGO	E	FLUJO INESTABLE
INTERSECCION N#13 BOLIVAR Y MENDEZ	D	PRÓXIMO AL FLUJO INESTABLE
INTERSECCION N#14 BOLIVAR Y BALLIVIAN	E	FLUJO INESTABLE
INTERSECCION N#15 BOLIVAR Y GENERAL TRIGO	F	FLUJO FORZADO
INTERSECCION N#16 BOLIVAR Y DANIEL CAMPOS	C	FLUJO ESTABLE
INTERSECCION N#17 COCHABAMBA Y SUCRE	D	PRÓXIMO AL FLUJO INESTABLE
INTERSECCION N#18 COCHABAMBA Y VENEZUELA	D	PRÓXIMO AL FLUJO INESTABLE

INTERSECCION N#19 COCHABAMBA Y BALLIVIAN	F	FLUJO FORZADO
INTERSECCION N#20 BELGRAND Y ESPAÑA	D	PRÓXIMO AL FLUJO INESTABLE
INTERSECCION N#21 AV. VICTOR PAZ Z. Y PTE. BICENTENARIO	F	FLUJO FORZADO
INTERSECCION N#22 AV. VICTOR PAZ Z. Y PTE. SAN MARTIN	F	FLUJO FORZADO
INTERSECCION N#23 AV. JAIME PAZ Z. Y MONSEÑOR FONT	D	PRÓXIMO AL FLUJO INESTABLE
INTERSECCION N#24 AV. JAIME PAZ Z.-J. J. ECHALAR Y ESPAÑA	F	FLUJO FORZADO
INTERSECCION N#25 AV. LA PAZ Y BELGRAND	F	FLUJO FORZADO
INTERSECCION N#26 AV. LA PAZ Y AV. POTOSI	F	FLUJO FORZADO
INTERSECCION N#27 AV. LA PAZ Y CIRCUNVALACION	B	FLUJO ESTABLE
INTERSECCION N#28 AV. CIRCUNVALACION Y MEJILLONES	B	FLUJO ESTABLE
INTERSECCION N#29 AV. CIRCUNVALACION Y COLON	C	FLUJO ESTABLE
INTERSECCION N#30 AV. CIRCUNVALACION Y MONSEÑOR FONT	C	FLUJO ESTABLE

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4.5-5. Nivel de servicio por intersección HCM 2010.

NIVEL DE SERVICIO POR INTERSECCION		
INTERSECCIONES	NIVEL DE SERVICIO	DESCRIPCION DEL FLUJO
INTERSECCION N#1 INGAVI Y SANTA CRUZ	D	PRÓXIMO AL FLUJO INESTABLE
INTERSECCION N#2 DOMINGO PAZ Y CAMPERO	C	FLUJO ESTABLE
INTERSECCION N#3 DOMINGO PAZ Y SUCRE	B	FLUJO ESTABLE
INTERSECCION N#4 INGAVI Y CAMPERO	B	FLUJO ESTABLE
INTERSECCION N#5 INGAVI Y SUCRE	D	PRÓXIMO AL FLUJO INESTABLE
INTERSECCION N#6 INGAVI Y COLON	D	PRÓXIMO AL FLUJO INESTABLE
INTERSECCION N#7 15 DE ABRIL Y DANIEL CAMPOS	C	FLUJO ESTABLE

INTERSECCION N#8 15 DE ABRIL Y SUIPACHA	E	FLUJO INESTABLE
INTERSECCION N#9 15 DE ABRIL Y DELGADILLO	C	FLUJO ESTABLE
INTERSECCION N#10 DOMINGO PAZ Y COLON	D	PRÓXIMO AL FLUJO INESTABLE
INTERSECCION N#11 DOMINGO PAZ Y SANTA CRUZ	D	PRÓXIMO AL FLUJO INESTABLE
INTERSECCION N#12 15 DE ABRIL Y GENERAL TRIGO	C	FLUJO ESTABLE
INTERSECCION N#13 BOLIVAR Y MENDEZ	B	FLUJO ESTABLE
INTERSECCION N# 14 BOLIVAR Y BALLIVIAN	C	FLUJO ESTABLE
INTERSECCION N# 15 BOLIVAR Y GENERAL TRIGO	C	FLUJO ESTABLE
INTERSECCION N# 16 BOLIVAR Y DANIEL CAMPOS	B	FLUJO ESTABLE
INTERSECCION N# 17 COCHABAMBA Y SUCRE	C	FLUJO ESTABLE
INTERSECCION N# 18 COCHABAMBA Y VENEZUELA	D	PRÓXIMO AL FLUJO INESTABLE
INTERSECCION N#19 COCHABAMBA Y BALLIVIAN	F	FLUJO FORZADO
INTERSECCION N#20 BELGRANO Y ESPAÑA	D	FLUJO INESTABLE
INTERSECCION N#21 AV. VICTOR PAZ Z. Y PTE. BICENTENARIO	F	FLUJO FORZADO
INTERSECCION N#22 AV. VICTOR PAZ Z. Y PTE. SAN MARTIN	F	FLUJO FORZADO
INTERSECCION N#23 AV. JAIME PAZ Z. Y MONSEÑOR FONT	D	PRÓXIMO AL FLUJO INESTABLE
INTERSECCION N#24 AV. JAIME PAZ Z.-J. J. ECHALAR Y ESPAÑA	F	FLUJO FORZADO
INTERSECCION N#25 AV. LA PAZ Y BELGRANO	F	FLUJO FORZADO

INTERSECCION N#26 AV. LA PAZ Y AV. POTOSI	F	FLUJO FORZADO
INTERSECCION N#27 AV. LA PAZ Y CIRCUNVALACION	B	FLUJO ESTABLE
INTERSECCION N#28 AV. CIRCUNVALACION Y MEJILLONES	C	FLUJO ESTABLE
INTERSECCION N#29 AV. CIRCUNVALACION Y COLON	C	FLUJO ESTABLE
INTERSECCION N#30 AV. CIRCUNVALACION Y MONSEÑOR FONT	C	FLUJO ESTABLE

Fuente: Elaboración propia.

4.6. ANÁLISIS DE RESULTADOS ENTRE LOS MÉTODOS HCM 2000 Y HCM 2010.

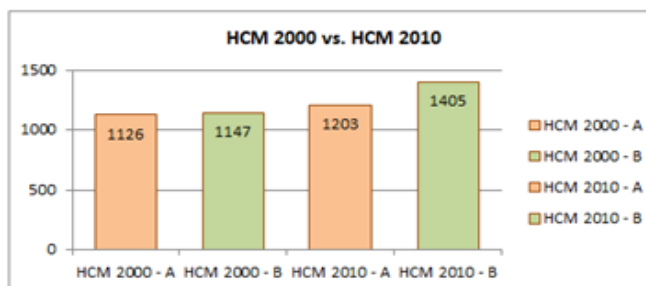
El Manual de Capacidad de las Carreteras (HCM) en sus versiones 2000 y 2010 nos permitió realizar un estudio de la capacidad y nivel de servicio del Casco Central de Tarija para evaluar la suficiencia y la calidad de servicio ofrecido por el sistema a los usuarios. Los sistemas viales analizados son de circulación discontinua (zona urbana), partiendo desde la obtención de datos se puede mencionar que en caso de los aforos volumétricos es importante previamente realizar un recorrido a la zona de estudio para poder identificar nuestros puntos de aforo. Los aforos se realizaron de manera manual, tomando el registro de las características de movimiento del vehículo (frente, giro derecho e izquierdo, maniobra de estacionamiento y parada) el tipo de vehículo (privado, publico) y las características del motorizado (vehículos livianos, medianos y pesados). Las aforaciones se realizaron en las horas pico del día durante cuatro semanas continuas (dos días hábiles y un día inhábil por semana).

Tabla 4.6-1. Comparación de capacidades obtenidas HCM 2000 HCM 2010.

Intersección N#1: Ingavi y Santa Cruz
Intersección no semaforizada

A-INGAVI
B-STA.CRUZ

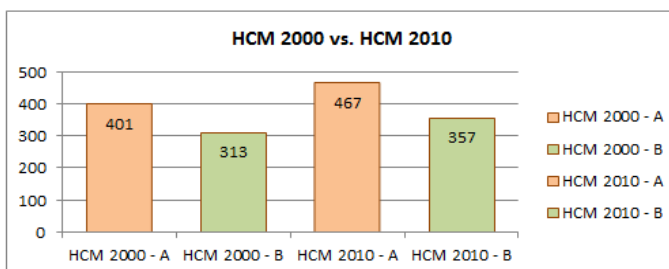
Capacidad (veh/h)	Intersección N#1
1126	HCM 2000 - A
1147	HCM 2000 - B
1203	HCM 2010 - A
1405	HCM 2010 - B



Intersección N#2: Domingo Paz y Campero
Intersección semaforizada

A-DOMINGO PAZ
B-CAMPERO

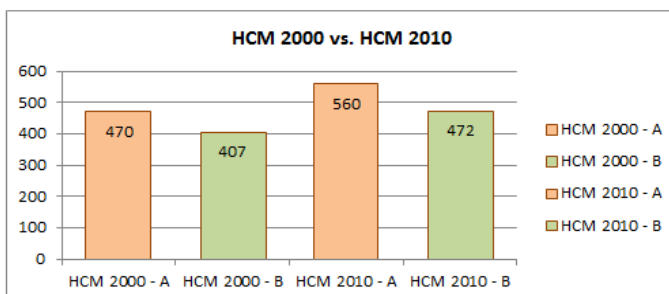
Capacidad (veh/h)	Intersección N#2
401	HCM 2000 - A
313	HCM 2000 - B
467	HCM 2010 - A
357	HCM 2010 - B



Intersección N#3: Domingo Paz y Sucre
Intersección semaforizada

A-DOMINGO PAZ
B-SUCRE

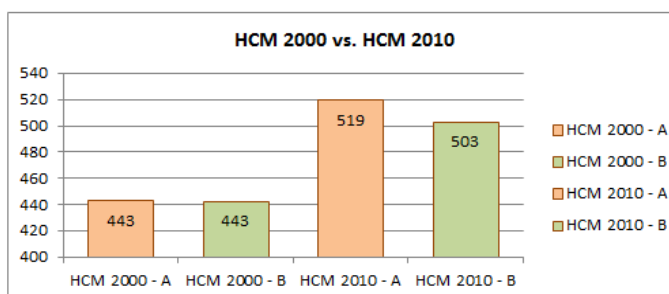
Capacidad (veh/h)	Intersección N#3
470	HCM 2000 - A
407	HCM 2000 - B
560	HCM 2010 - A
472	HCM 2010 - B



Intersección N#4: Ingavi y Campero
Intersección semaforizada

A-INGAVI
B-CAMPERO

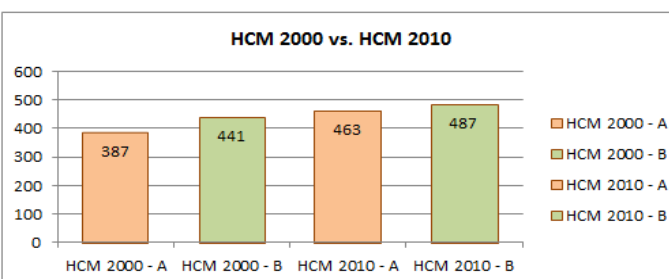
Capacidad (veh/h)	Intersección N#4
443	HCM 2000 - A
443	HCM 2000 - B
519	HCM 2010 - A
503	HCM 2010 - B



Intersección N#5: Ingavi y Sucre
Intersección semaforizada

A-INGAVI
B-SUCRE

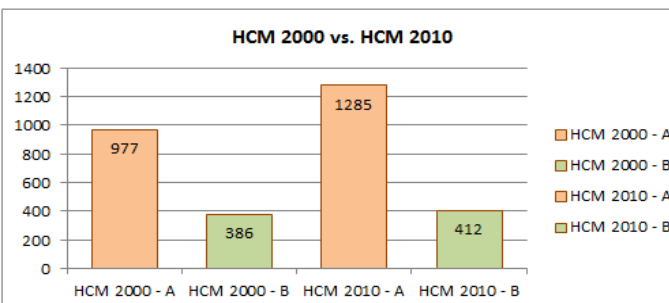
Capacidad (veh/h)	Intersección N#5
387	HCM 2000 - A
441	HCM 2000 - B
463	HCM 2010 - A
487	HCM 2010 - B



Intersección N#6: Ingavi y Colon
Intersección semaforizada

A-INGAVI
B-COLÓN

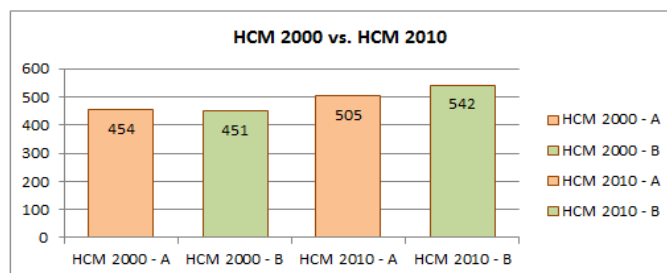
Capacidad (veh/h)	Intersección N#6
977	HCM 2000 - A
386	HCM 2000 - B
1285	HCM 2010 - A
412	HCM 2010 - B



Intersección N#7: 15 de abril y Daniel Campos
Intersección semaforizada

A-15 DE ABRIL
B-DANIEL CAMPOS

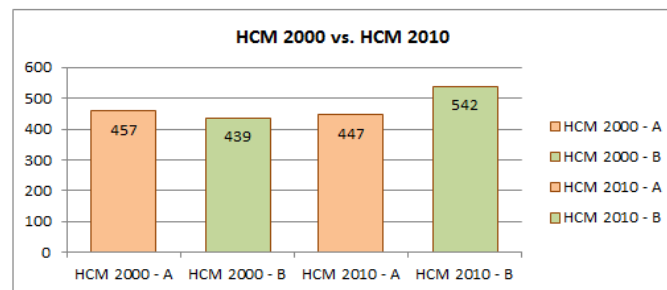
Capacidad (veh/h)	Intersección N#7
454	HCM 2000 - A
451	HCM 2000 - B
505	HCM 2010 - A
542	HCM 2010 - B



Intersección N#8: 15 de abril y Suipacha
Intersección semaforizada

A-15 DE ABRIL
B-SUIPACHA

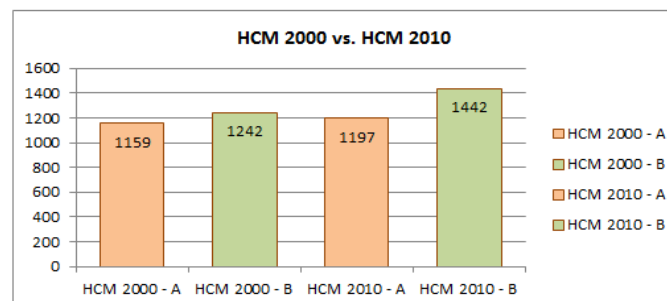
Capacidad (veh/h)	Intersección N#8
457	HCM 2000 - A
439	HCM 2000 - B
447	HCM 2010 - A
542	HCM 2010 - B



Intersección N#9: 15 de abril y Delgadillo
Intersección no semaforizada

A-15 DE ABRIL
B-DELGADILLO

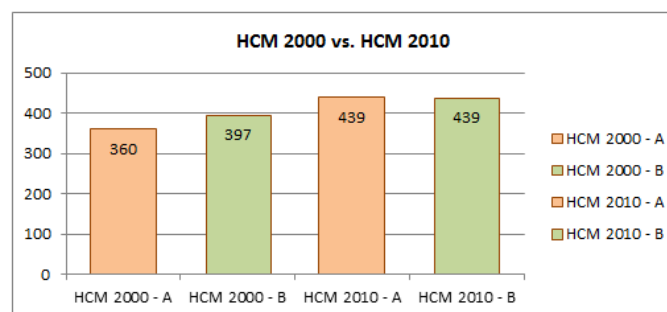
Capacidad (veh/h)	Intersección N#9
1159	HCM 2000 - A
1242	HCM 2000 - B
1197	HCM 2010 - A
1442	HCM 2010 - B



Intersección N#10: Domingo Paz y Colón
Intersección semaforizada

A-DOMINGO PAZ
B-COLÓN

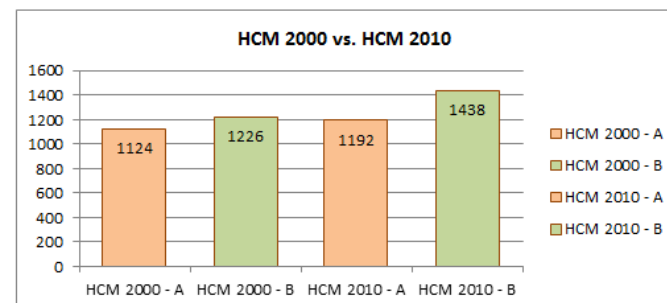
Capacidad (veh/h)	Intersección N#10
360	HCM 2000 - A
397	HCM 2000 - B
439	HCM 2010 - A
439	HCM 2010 - B



Intersección N#11: Domingo Paz y Santa Cruz
Intersección no semaforizada

A-DOMINGO PAZ
B-STA. CRUZ

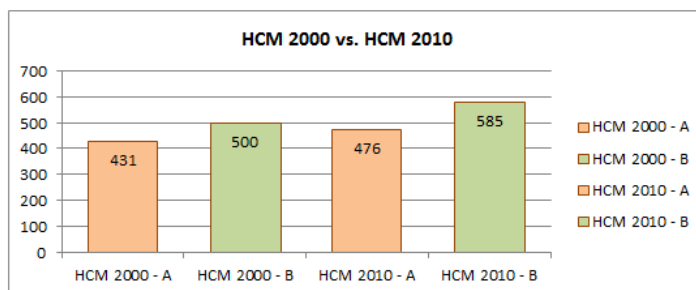
Capacidad (veh/h)	Intersección N#11
1124	HCM 2000 - A
1226	HCM 2000 - B
1192	HCM 2010 - A
1438	HCM 2010 - B



Intersección N#12: 15 de abril y General Trigo
Intersección semaforizada

A-15 DE ABRIL
B-GENERAL TRIGO

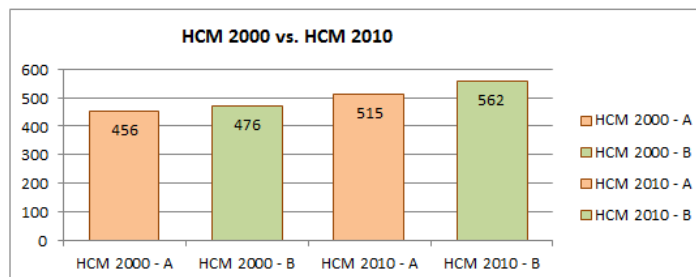
Capacidad (veh/h)	Intersección N#12
431	HCM 2000 - A
500	HCM 2000 - B
476	HCM 2010 - A
585	HCM 2010 - B



Intersección N#13: Bolívar y Méndez
Intersección semaforizada

A-BOLIVAR
B-MENDEZ

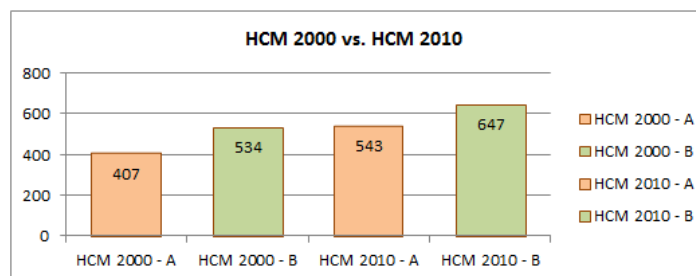
Capacidad (veh/h)	Intersección N#13
456	HCM 2000 - A
476	HCM 2000 - B
515	HCM 2010 - A
562	HCM 2010 - B



Intersección N#14: Bolívar y Ballivián
Intersección semaforizada

A-BOLIVAR
B-BALLIVIAN

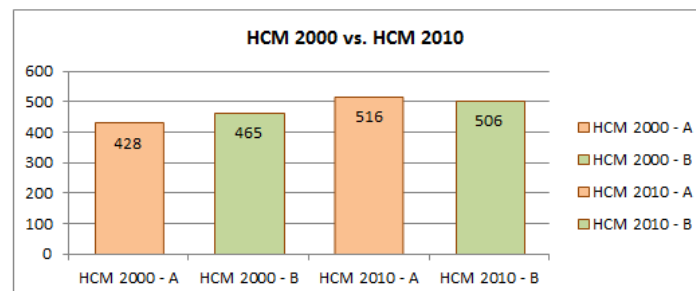
Capacidad (veh/h)	Intersección N#14
407	HCM 2000 - A
534	HCM 2000 - B
543	HCM 2010 - A
647	HCM 2010 - B



Intersección N#15: Bolívar y General Trigo
Intersección semaforizada

A-BOLIVAR
B-GENERAL TRIGO

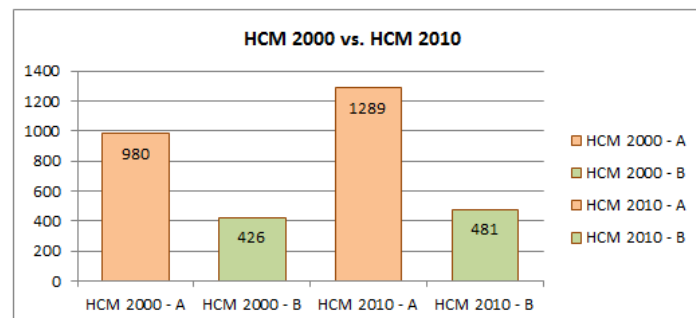
Capacidad (veh/h)	Intersección N#15
428	HCM 2000 - A
465	HCM 2000 - B
516	HCM 2010 - A
506	HCM 2010 - B



Intersección N#16: Bolívar y Daniel Campos
Intersección semaforizada

A-BOLIVAR
B-DANIEL CAMPOS

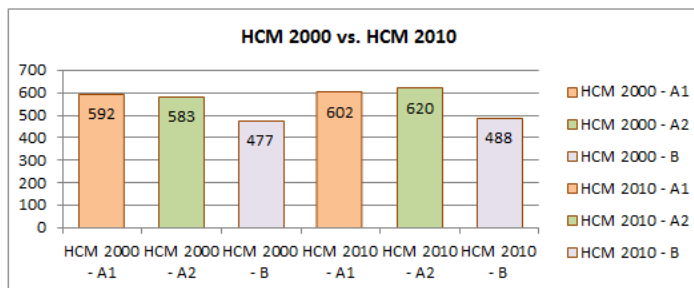
Capacidad (veh/h)	Intersección N#16
980	HCM 2000 - A
426	HCM 2000 - B
1289	HCM 2010 - A
481	HCM 2010 - B



Intersección N#17: Cochabamba y Sucre
Intersección semaforizada

A1-COCHABAMBA
A2-COCHABAMBA
B-SUCRE

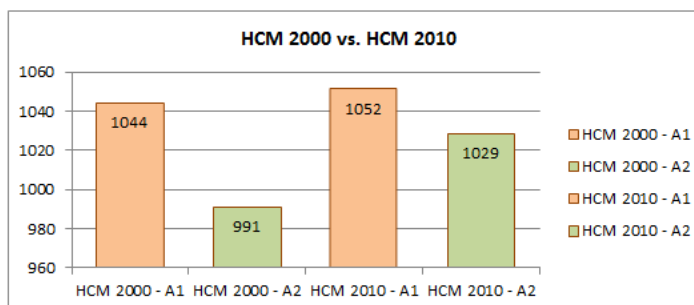
Capacidad (veh/h)	Intersección N#20
592	HCM 2000 - A1
583	HCM 2000 - A2
477	HCM 2000 - B
602	HCM 2010 - A1
620	HCM 2010 - A2
488	HCM 2010 - B



Intersección N#18: Cochabamba y Venezuela
Intersección no semaforizada

A1-COCHABAMBA
A2-COCHABAMBA

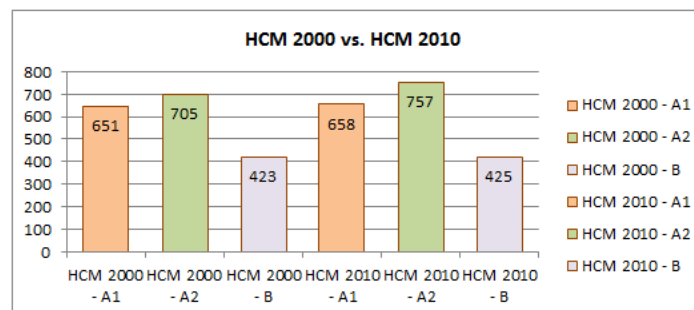
Capacidad (veh/h)	Intersección N#24
1044	HCM 2000 - A1
991	HCM 2000 - A2
1052	HCM 2010 - A1
1029	HCM 2010 - A2



Intersección N#19: Cochabamba y Ballivián
Intersección semaforizada

A1-COCHABAMBA
A2-COCHABAMBA
B-BALLIVIAN

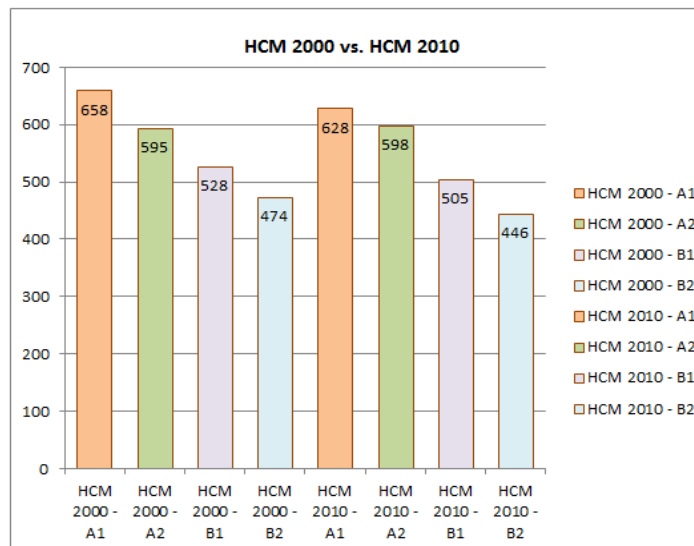
Capacidad (veh/h)	Intersección N#19
651	HCM 2000 - A1
705	HCM 2000 - A2
423	HCM 2000 - B
658	HCM 2010 - A1
757	HCM 2010 - A2
425	HCM 2010 - B



Intersección N#20: Belgrano y España
Intersección semaforizada

A1-BELGRANO
A2-BELGRANO
B1-ESPAÑA
B2-ESPAÑA

Capacidad (veh/h)	Intersección N#21
658	HCM 2000 - A1
595	HCM 2000 - A2
528	HCM 2000 - B1
474	HCM 2000 - B2
628	HCM 2010 - A1
598	HCM 2010 - A2
505	HCM 2010 - B1
446	HCM 2010 - B2



Intersección N#21: Av. Víctor Paz Z. y Pte. Bicentenario

Intersección semaforizada.

A1-AV. VICTOR PAZ Z.

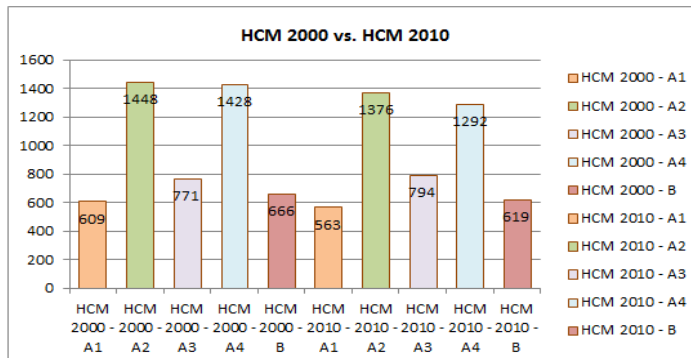
A2-AV. VICTOR PAZ Z.

A3-AV. JAIME PAZ Z.

A4-AV. JAIME PAZ Z.

B-PTE. BICENTENARIO

Capacidad (veh/h)	Intersección N#15
609	HCM 2000 - A1
1448	HCM 2000 - A2
771	HCM 2000 - A3
1428	HCM 2000 - A4
666	HCM 2000 - B
563	HCM 2010 - A1
1376	HCM 2010 - A2
794	HCM 2010 - A3
1292	HCM 2010 - A4
619	HCM 2010 - B

**Intersección N#22: Av. Víctor Paz Z. y Pte. San Martín**

Intersección semaforizada y no semaforizada

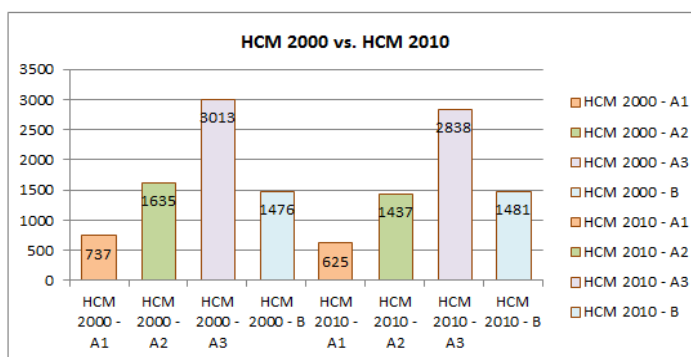
A1-AV. VICTOR PAZ Z.

A2-AV. VICTOR PAZ Z.

A3-AV. VICTOR PAZ Z.

B-PTE. SAN MARTIN

Capacidad (veh/h)	Intersección N#14
737	HCM 2000 - A1
1635	HCM 2000 - A2
3013	HCM 2000 - A3
1476	HCM 2000 - B
625	HCM 2010 - A1
1437	HCM 2010 - A2
2838	HCM 2010 - A3
1481	HCM 2010 - B

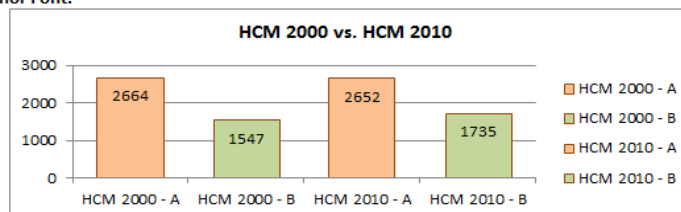
**Intersección N#23: Av. Jaime Paz Z. y Av. Monseñor Font.**

Intersección no semaforizada

A1-AV JAIME PAZ Z.

A2-AV. JAIME PAZ Z.

Capacidad (veh/h)	Intersección N#23
2664	HCM 2000 - A1
1547	HCM 2000 - A2
2652	HCM 2010 - A1
1735	HCM 2010 - A2

**Intersección N#24: Av. Jaime Paz Z., Juan José Pérez E. y España**

Intersección semaforizada.

A1-AV. JAIME PAZ Z.

A2-AV. JAIME PAZ Z.

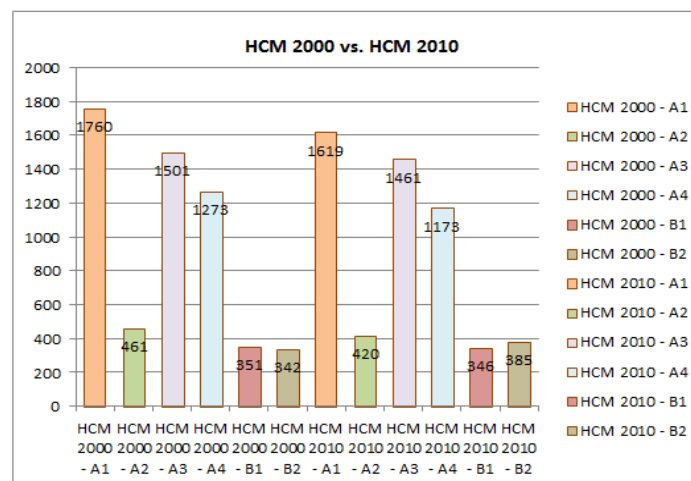
A3-AV. JAIME PAZ Z.

A4-AV. JAIME PAZ Z.

B1-JUAN JOSE PÉREZ E.

B2-ESPAÑA

Capacidad (veh/h)	Intersección N#22
1760	HCM 2000 - A1
461	HCM 2000 - A2
1501	HCM 2000 - A3
1273	HCM 2000 - A4
351	HCM 2000 - B1
342	HCM 2000 - B2
1619	HCM 2010 - A1
420	HCM 2010 - A2
1461	HCM 2010 - A3
1173	HCM 2010 - A4
346	HCM 2010 - B1
385	HCM 2010 - B2



Intersección N#25: Av. La Paz y Belgrano

Intersección semaforizada

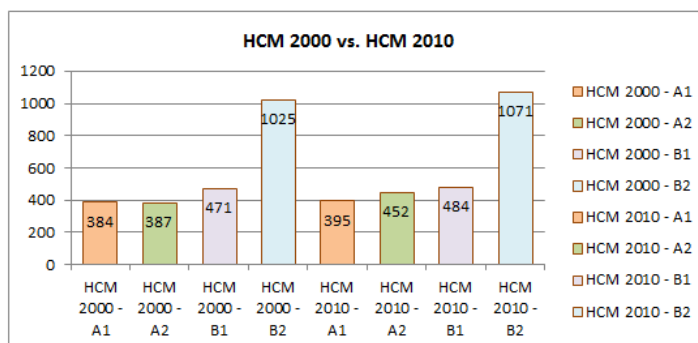
A1-AV. LA PAZ

A2-AV. LA PAZ

B1-BELGRANO

B2-BELGRANO

Capacidad (veh/h)	Intersección N#25
384	HCM 2000 - A1
387	HCM 2000 - A2
471	HCM 2000 - B1
1025	HCM 2000 - B2
395	HCM 2010 - A1
452	HCM 2010 - A2
484	HCM 2010 - B1
1071	HCM 2010 - B2

**Intersección N#26: Av. La Paz y Av. Potosí**

Intersección semaforizada

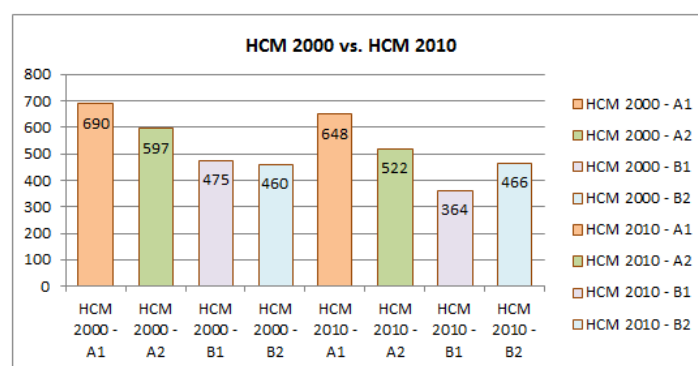
A1-AV. LA PAZ

A2-AV. LA PAZ

B1-POTOSI

B2-POTOSI

Capacidad (veh/h)	Intersección N#26
690	HCM 2000 - A1
597	HCM 2000 - A2
475	HCM 2000 - B1
460	HCM 2000 - B2
648	HCM 2010 - A1
522	HCM 2010 - A2
364	HCM 2010 - B1
466	HCM 2010 - B2

**Intersección N#27: Av. La Paz y Av. Circunvalación.**

Intersección semaforizada.

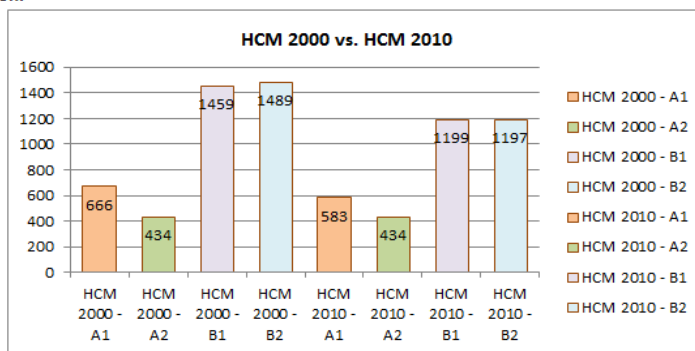
A1-AV. LA PAZ

A2-AV. LA PAZ

B1-AV. CIRCUNVALACIÓN

B2-AV. CIRCUNVALACIÓN

Capacidad (veh/h)	Intersección N#27
666	HCM 2000 - A1
434	HCM 2000 - A2
1459	HCM 2000 - B1
1489	HCM 2000 - B2
583	HCM 2010 - A1
434	HCM 2010 - A2
1199	HCM 2010 - B1
1197	HCM 2010 - B2

**Intersección N#28: Av. Circunvalación y Mejillones**

Intersección semaforizada.

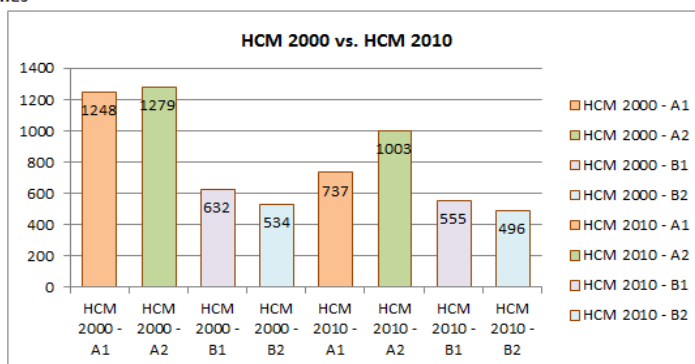
A1-AV. CIRCUNVALACIÓN

A2-AV. CIRCUNVALACIÓN

B1-MEJILLONES

B2-MEJILLONES

Capacidad (veh/h)	Intersección N#28
1248	HCM 2000 - A1
1279	HCM 2000 - A2
632	HCM 2000 - B1
534	HCM 2000 - B2
737	HCM 2010 - A1
1003	HCM 2010 - A2
555	HCM 2010 - B1
496	HCM 2010 - B2



Intersección N#29: Av. Circunvalación y Colón

Intersección semaforizada.

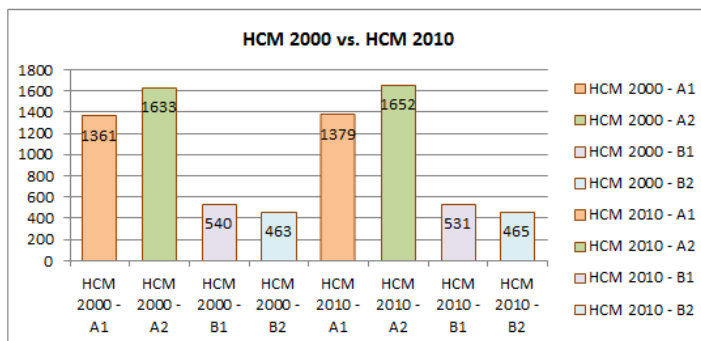
A1-AV. CIRCUNVALACIÓN

A2-AV. CIRCUNVALACIÓN

B1-COLON

B2-COLON

Capacidad (veh/h)	Intersección N#6
1361	HCM 2000 - A1
1633	HCM 2000 - A2
540	HCM 2000 - B1
463	HCM 2000 - B2
1379	HCM 2010 - A1
1652	HCM 2010 - A2
531	HCM 2010 - B1
465	HCM 2010 - B2

**Intersección N#30: Av. Circunvalación y Monseñor Font**

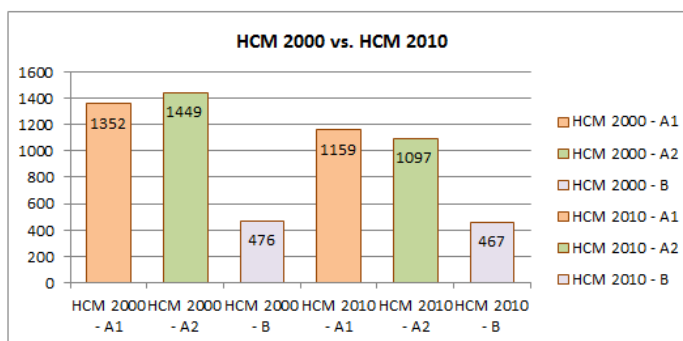
Intersección semaforizada.

A1-AV. CIRCUNVALACIÓN

A2-AV. CIRCUNVALACIÓN

B-AV. MONSEÑOR FONT

Capacidad (veh/h)	Intersección N#7
1352	HCM 2000 - A1
1449	HCM 2000 - A2
476	HCM 2000 - B
1159	HCM 2010 - A1
1097	HCM 2010 - A2
467	HCM 2010 - B

**Fuente: Elaboración propia.**

Como se observa en la tabla 4.6-1, existe una tendencia en el comportamiento de las **capacidades obtenidas por el HCM 2010 a ser mayores al HCM 2000** en intersecciones de dos a tres accesos, cuando se trata de rotondas o intersecciones mayores a 4 accesos su comportamiento es distinto.

Tabla 4.6-2. Comparación LOS por intersección HCM 2000 y HCM 2010.

COMPARACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO POR INTERSECCION HCM 2000 - 2010		
INTERSECCIONES	NIVEL DE SERVICIO HCM 2000	NIVEL DE SERVICIO HCM 2010
INTERSECCION N#1 INGAVI Y SANTA CRUZ	D	D
INTERSECCION N#2 DOMINGO PAZ Y CAMPERO	E	C
INTERSECCION N#3 DOMINGO PAZ Y SUCRE	D	B

INTERSECCION N#4 INGAVI Y CAMPERO	C	B
INTERSECCION N#5 INGAVI Y SUCRE	E	D
INTERSECCION N#6 INGAVI Y COLON	E	D
INTERSECCION N#7 15 DE ABRIL Y DANIEL CAMPOS	D	C
INTERSECCION N#8 15 DE ABRIL Y SUIPACHA	E	E
INTERSECCION N#9 15 DE ABRIL Y DELGADILLO	C	C
INTERSECCION N#10 DOMINGO PAZ Y COLON	E	D
INTERSECCION N#11 DOMINGO PAZ Y SANTA CRUZ	D	D
INTERSECCION N#12 15 DE ABRIL Y GENERAL TRIGO	C	C
INTERSECCION N#13 BOLIVAR Y MENDEZ	D	B
INTERSECCION N#14 COCHABAMBA Y BALLIVIAN	E	C
INTERSECCION N#15 BOLIVAR Y GENERAL TRIGO	F	C
INTERSECCION N#16 BOLIVAR Y DANIEL CAMPOS	C	B
INTERSECCION N#17 COCHABAMBA Y SUCRE	D	C
INTERSECCION N#18 COCHABAMBA Y VENEZUELA	D	D
INTERSECCION N#19 COCHABAMBA Y BALLIVIAN	F	F
INTERSECCION N#20 BELGRANO Y ESPAÑA	D	D
INTERSECCION N#21 AV. VICTOR PAZ Z. Y PTE. BICENTENARIO	F	F
INTERSECCION N#22 AV. VICTOR PAZ Z. Y PTE. SAN MARTIN	F	F
INTERSECCION N#23 AV. JAIME PAZ Z. Y MONSEÑOR FONT	D	D

INTERSECCION N#24 AV. JAIME PAZ Z.-J. J. ECHALAR Y ESPAÑA	F	F
INTERSECCION N#25 AV. LA PAZ Y BELGRANO	F	F
INTERSECCION N#26 AV. LA PAZ Y AV. POTOSI	F	F
INTERSECCION N#27 AV. LA PAZ Y CIRCUNVALACION	B	B
INTERSECCION N#28 AV. CIRCUNVALACION Y MEJILLONES	B	C
INTERSECCION N#29 AV. CIRCUNVALACION Y COLON	C	C
INTERSECCION N#30 AV. CIRCUNVALACION Y MONSEÑOR FONT	C	C

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la tabla 4.6-2, la capacidad y nivel de servicio obtenidos por el HCM 2010 son de mejores condiciones que el HCM 2000, esto debido a la amplitud de demora que el HCM 2000 presenta en su clasificación de nivel de servicio.

En el casco central de la ciudad de Tarija la mayoría de las intersecciones de las calles Domingo Paz, Ingavi, Bolívar, 15 de Abril y Cochabamba se encuentran próximas al flujo inestable y de ellas la intersección 15 de Abril & Suipacha, Cochabamba & Ballivián se encuentran en condiciones más críticas. De nuestros puntos aleatorios la intersección Av. Jaime Paz - J.J. Echalar & España, Av. Víctor Paz & Pte. Bicentenario, Av. Víctor Paz & Pte. San Martín, Av. La Paz & Belgrano y Av. La Paz & Potosí son los puntos más críticos estando con flujos forzados.

A continuación se presenta un resumen de los puntos en condiciones más críticas de los resultados obtenidos por el manual HCM 2010 del casco central de la ciudad de Tarija y de nuestros puntos aleatorios son:

Tabla 4.6-3. Puntos críticos obtenidos de la zona de estudio HCM 2010.

INTERSECCIONES	NIVEL DE SERVICIO HCM 2010
INTERSECCION N#1 INGAVI Y SANTA CRUZ	D
INTERSECCION N#5 INGAVI Y SUCRE	D
INTERSECCION N#8 15 DE ABRIL Y SUIPACHA	E
INTERSECCION N#10 DOMINGO PAZ Y COLON	D
INTERSECCION N#11 DOMINGO PAZ Y SANTA CRUZ	D
INTERSECCION N#18 COCHABAMBA Y VENEZUELA	D
INTERSECCION N#19 COCHABAMBA Y BALLIVIAN	F
INTERSECCION N#20 BELGRAND Y ESPAÑA	D
INTERSECCION N#21 AV. VICTOR PAZ Z. Y PTE. BICENTENARIO	F
INTERSECCION N#22 AV. VICTOR PAZ Z. Y PTE. SAN MARTIN	F
INTERSECCION N#23 AV. JAIME PAZ Z. Y MONSEÑOR FONT	D
INTERSECCION N#24 AV. JAIME PAZ Z.-J. J. ECHALAR Y ESPAÑA	F
INTERSECCION N#25 AV. LA PAZ Y BELGRAND	F
INTERSECCION N#26 AV. LA PAZ Y AV. POTOSI	F

Fuente: Elaboración propia.

El nivel de servicio es un indicador general de la aceptabilidad de la demora de los conductores. Cuando los niveles de demora y las relaciones v/c no son aceptables, la situación es la más crítica. La demora es alta, y la demanda cerca o sobre la capacidad. Esta condición puede mejorarse mediante:

- ✓ Cambios básicos en la geometría de la intersección (número y usos de carriles).
- ✓ Aumento en el ciclo de semáforo.
- ✓ Cambio al plan de fases del semáforo.

Análisis del comportamiento de la influencia del rango de los parámetros que pudieran ser diferentes en su aplicación:

Los parámetros que tienen un rango de valores en el HCM 2010 son los siguientes:

- El Factor de hora pico PHF: para volúmenes mayores a 1000 veh/h PHF 0.92 y para volúmenes menores a 1000 veh/h PHF 0.90.

- El factor de ajuste para la pendiente del acceso:

Descendente $fg < -6 = 1.03$

Ascendente $fg > +10 = 0.950$

A nivel $fg < 10$ y $fg > -6 = 1$

A continuación se realizará el cálculo con cada valor en una intersección, para observar su comportamiento en los resultados.

Intersección Ingavi y Sucre.

Acceso	VTH (veh/h)	% Giro derecha	% Giro Izq.	% HV	% Pend.	Ancho del acceso (m)	Ancho de carril (m)	Nm	NB	Número de Carril	Carril pl est.	Número de Carril pl est.
A-INGAVI	402	0	15,47	0	<10	5,27	2,635	8	79	2	Si	1
B-SUCRE	430	27,53	0	0	<10	3,2	3,2	0	88	1	No	0

Donde:

VTH: Volumen total horario veh/h

Pend.: Pendiente %

%HV: Porcentaje de vehículos pesados

Nm: Maniobras de estacionamiento/hora

NB: Paradas de autobuses/hora

PHF: Factor de hora pico

Si utilizamos el PHF de 0.90 y $F_g = 1$ tal como corresponde tendremos:

MODULO DE AJUSTE DE VOLUMENES:

Acceso	Volumen (VTH)	PHF	Valor de flujo	Número de carril de operación	Factor de utilización	Valor de flujo ajustado
A-INGAVI	402	0.90	446.91	1	1	446.91
B-SUCRE	430	0.90	477.41	1	1	477.41

MODULO DE FLUJO DE SATURACION:

Acceso	So Flujo ideal de saturación	Número de carril de operación	Factores de ajuste								Ajuste de flujo de saturación
			Fw	f _h v	f _g	f _p	f _{bb}	f _a	f _{RT}	f _{LT}	
A-INGAVI	1900	1	0.960	1	1	0.861	0.683	0.9	1.18	0.935	1065.51
B-SUCRE	1900	1	1	1	1	1	0.648	0.9	0.964	1.05	1120.89

ANALISIS DE CAPACIDAD:

Acceso	Ajuste del valor de flujo	Ajuste de flujo de saturación	Relación de flujo	Relación de luz verde	Capacidad del carril	Relación VIC
A-INGAVI	446.91	1065.51	0.419	0.435	463.27	0.96
B-SUCRE	477.41	1120.89	0.426	0.435	487.34	0.98

Nivel de servicio:

Acceso	Relación VIC	Relación de luz verde g/C	Duración del ciclo C	Primera demora	Segunda demora	Demora total	Demora total y Niveles de servicio	
				Demora d1	Demora d2	Dt	Demora por acceso	Nivel de servicio por acceso
A-INGAVI	0.96	0.435	46	7.594	23.294	39.861	39.861	D
B-SUCRE	0.98	0.435	46	7.680	26.597	34.277	34.277	C

Si utilizamos un PHF de 0.92 obtenemos:

MODULO DE AJUSTE DE VOLUMENES:

Acceso	Volumen (VTH)	PHF	Valor de flujo	Número de carril de operación	Factor de utilización	Valor de flujo ajustado
A-INGAVI	402	0.92	437.20	1	1	437.20
B-SUCRE	430	0.92	467.03	1	1	467.03

MODULO DE FLUJO DE SATURACION:

Acceso	So Flujo ideal de saturación	Número de carril de operación	Factores de ajuste								Ajuste de flujo de saturación
			Fw	f _h v	f _g	f _p	f _{bb}	f _a	f _{RT}	f _{LT}	
A-INGAVI	1900	1	0.960	1	1	0.861	0.683	0.9	1.18	0.935	1065.51
B-SUCRE	1900	1	1	1	1	1	0.648	0.9	0.964	1.05	1120.89

ANALISIS DE CAPACIDAD:

Acceso	Ajuste del valor de flujo	Ajuste de flujo de saturación	Relación de flujo	Relación de luz verde	Capacidad del carril	Relación VIC
A-INGAVI	437.20	1065.51	0.410	0.435	463.27	0.94
B-SUCRE	467.03	1120.89	0.417	0.435	487.34	0.96

Nivel de servicio:

Acceso	Relación VIC	Relación de luz verde g/C	Duración del ciclo C	Primera demora	Segunda demora	Demora total	Demora total y Niveles de servicio	
				Demora d1	Demora d2	Dt	Demora por acceso	Nivel de servicio por acceso
A-INGAVI	0.94	0.435	46	7.476	19.858	39.861	39.861	D
B-SUCRE	0.96	0.435	46	7.558	22.64	30.198	30.198	C

Al observar los resultados utilizando el rango de valores del factor de hora pico, vemos que si el PHF es menor, entonces, el ajuste del valor de flujo será mayor y en consecuencia la relación v/c se incrementará, obteniendo demoras mayores y a su vez niveles de servicio en malas condiciones. Pero el HCM 2010 al tener un factor de hora pico recomendado con un rango de variación mínima de 0.90 a 0.92, no influirá mucho en nuestros resultados de nivel de servicio por ello mantiene el mismo.

Si utilizamos el PHF de 0.90 y $F_g = 1.03$ obtenemos:

MÓDULO DE AJUSTE DE VOLUMENES:

Acceso	Volumen (VTH)	PHF	Valor de flujo	Número de carril de operación	Factor de utilización	Valor de flujo ajustado
A-INGAVI	402	0.90	446.91	1	1	446.91
B-SUCRE	430	0.90	477.41	1	1	477.41

MÓDULO DE FLUJO DE SATURACIÓN:

Acceso	So Flujo ideal de saturación	Número de carril de operación	Factores de ajuste								Ajuste de flujo de saturación
			Fw	f _h v	f _g	f _p	f _{bb}	f _a	f _{RT}	f _{LT}	
A-INGAVI	1900	1	0.960	1	1.05	0.861	0.683	0.9	1.19	0.935	1118.79
B-SUCRE	1900	1	1	1	1.05	1	0.648	0.9	0.964	1.05	1176.94

ANÁLISIS DE CAPACIDAD:

Acceso	Ajuste del valor de flujo	Ajuste de flujo de saturación	Relación de flujo	Relación de luz verde	Capacidad del carril	Relación v/c
A-INGAVI	446.91	1118.79	0.399	0.435	486.43	0.92
B-SUCRE	477.41	1176.94	0.406	0.435	511.71	0.93

Nivel de servicio:

Acceso	Relación v/c	Relación de luz verde g/c	Duración del ciclo C	Primera demora	Segunda demora	Demora total	Demora total y Niveles de servicio	
				Demora d1	Demora d2	Dt	Demora por acceso	Nivel de servicio por acceso
A-INGAVI	0.92	0.435	46	7.341	16.32	39.861	39.861	D
B-SUCRE	0.93	0.435	46	7.417	17.11	24.527	24.527	C

Si utilizamos el PHF de 0.90 y $F_g = 0.95$ obtenemos:

MODULO DE AJUSTE DE VOLUMENES:

Acceso	Volumen (VTH)	PHF	Valor de flujo	Número de carril de operación	Factor de utilización	Valor de flujo ajustado
A-INGAVI	402	0.90	446.91	1	1	446.91
B-SUCRE	430	0.90	477.41	1	1	477.41

MODULO DE FLUJO DE SATURACION:

Acceso	So Flujo ideal de saturación	Número de carril de operación	Factores de ajuste								Ajuste de flujo de saturación
			Fw	f _h v	f _g	f _p	f _{bb}	f _a	f _{RT}	f _{LT}	
A-INGAVI	1900	1	0.960	1	0.95	0.861	0.683	0.9	1.18	0.935	1012.23
B-SUCRE	1900	1	1	1	0.95	1	0.648	0.9	0.964	1.05	1064.85

ANALISIS DE CAPACIDAD:

Acceso	Ajuste del valor de flujo	Ajuste de flujo de saturación	Relación de flujo	Relación de luz verde	Capacidad del carril	Relación v/c
A-INGAVI	446.91	1012.23	0.442	0.435	440.10	1.02
B-SUCRE	477.41	1064.85	0.448	0.435	462.98	1.03

Nivel de servicio:

Acceso	Relación v/c	Relación de luz verde g/C	Duración del ciclo C	Primera demora	Segunda demora	Demora total	Demora total y Niveles de servicio	
				Demora d1	Demora d2	Dt	Demora por acceso	Nivel de servicio por acceso
A-INGAVI	1.02	0.435	46	7.894	38.446	39.861	39.861	D
B-SUCRE	1.03	0.435	46	7.992	40.568	48.560	48.560	D

Se puede observar que si el F_g es menor, la capacidad disminuye y la relación v/c incrementa su valor, dando como resultado demoras mayores y a su vez niveles de servicio en malas condiciones. Para nuestro caso si influye bastante porque se puede observar que el acceso Sucre de tener un nivel de servicio C pasó a tener un nivel de servicio D.

De manera concluyente, al ser el rango de los valores de los parámetros no muy alejados entre sí, se obtendrán resultados con poca variación.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.1. CONCLUSIONES.

Sobre la base de los antecedentes analizados en el presente estudio, se establece lo siguiente:

- Mediante la aplicación de las metodologías HCM 2000 y HCM 2010 se logró realizar un análisis comparativo entre los manuales, en la capacidad vehicular y nivel de servicio que nos permitieron hacer la valoración técnica y su aplicación en el casco central de la ciudad de Tarija.
- Las diferencias más importantes entre ambas metodologías está en la modelos analíticos calibrados de las formulas, principalmente en la utilización del PHF (factor de hora pico).

HCM 2000	HCM 2010
✓ Factor de hora pico PHF 0.98	✓ Factor de hora pico PHF 0.92 para $V_{TH} > 1000 \text{ veh/h.}$ y PHF 0.90 para $V_{TH} < 1000 \text{ veh/h.}$

- En el proceso de aplicación de las dos metodologías HCM 2000 y HCM 2010 en intersecciones no semaforizadas utilizan como base la intensidad de servicio cada uno de los niveles de servicio y la relacionan con el factor de carga. Ambos métodos usan la misma tabla de clasificación para el nivel de servicio.

Nivel de Servicio	Descripción del Flujo de Tránsito	Factor de Carga V/C
A	Flujo Libre	0,0
B	Flujo Estable	$\leq 0,10$
C	Flujo Estable	$\leq 0,50$
D	Próximo al flujo inestable	$\leq 0,70$
E	Flujo Inestable	$\leq 1,0$
F	Flujo Formado	--b

a. Capacidad
b. No aplicable

Fuente: HCM 2000 – HCM 2010 intersecciones sin semaforización.

- Para intersecciones semaforizadas el HCM 2010 utiliza valores de demora con mayor amplitud para el nivel de servicio como parámetro para que una vía tenga un nivel de servicio óptimo.

N.S.(LOS)	CARACTERÍSTICAS DE LA OPERACIÓN	DEMORA (SEG)
<i>A</i>	Baja la demora, sincronía extremadamente favorable y ciclos cortos. Los vehículos no hacen alto.	<5.00
<i>B</i>	Ocurre con una buena sincronía y ciclos cortos. Los vehículos empiezan a detenerse.	5.1 a 15.0
<i>C</i>	Ocurre con una sincronía regular y/o ciclos largos. Los ciclos en forma individual empiezan a fallar.	15.1 a 25.0
<i>D</i>	Empieza a notarse la influencia de congestionamientos ocasionados por un ciclo largo y/o una sincronía desfavorable o relaciones v/c altas. Muchos vehículos se detienen.	25.1 a 40.0
<i>E</i>	Es el límite aceptable de la demora; indica una sincronía muy pobre, grandes ciclos y relaciones v/c mayores. Las fallas en los ciclos son frecuentes.	40.1 a 60.0
<i>F</i>	El tiempo de demora es inaceptable para la mayoría de los conductores. Ocurren cuando los valores del flujo exceden a la capacidad de la intersección o cuando las relaciones v/c sean menores de 1.00 con una sincronía muy pobre y/o ciclos demasiado largos.	>60.0

Fuente: HCM 2000



NIVEL DE SERVICIO	DEMORAS DE VEHICULOS POR PARADAS (seg.)
A	≤ 10.0
B	> 10.0 y ≤ 20.0
C	> 20.0 y ≤ 35.0
D	> 35.0 y ≤ 55.0
E	> 55.0 y ≤ 80.0
F	> 80

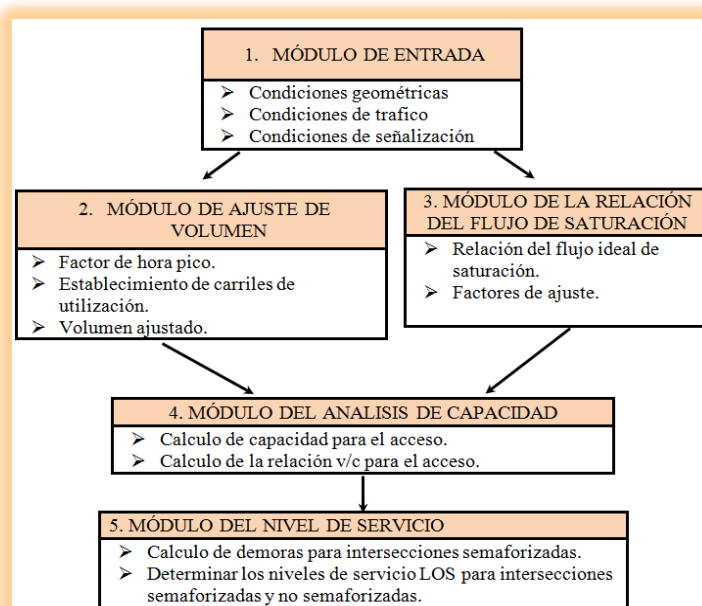
Fuente: HCM 2010

Fuente: HCM 2000 – HCM 2010 intersecciones semaforizadas.

- Al realizar la comparación por parámetros, procesamiento y resultados por el manual de Estados Unidos de América HCM 2000 y HCM 2010, pudimos distinguir ventajas entre ambas:

HCM 2000	HCM 2010
✓ La ventaja en su procesamiento es que el manual nos proporciona fórmulas y tablas para determinar y poder verificar factores de corrección en el análisis de la capacidad y nivel de servicio en vías interrumpidas.	✓ Ha añadido material nuevo de los proyectos de investigación finalizados desde la publicación de HCM 2000 y se ha reorganizado para hacer su contenido más accesible y comprensible, cuya ventaja se ve reflejada en la obtención de mejores resultados para la capacidad y nivel de servicio porque su aplicación obtendrá por el HCM 2010 mejores condiciones que el HCM 2000.

- El desarrollo del manual HCM en ambas versiones se divide en cinco módulos, cuyos parámetros principales son:



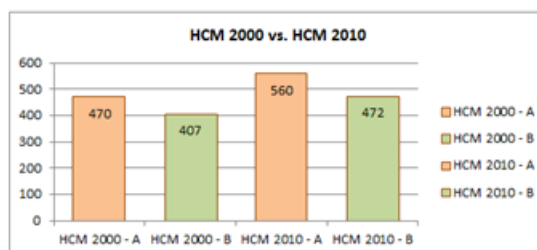
Fuente: HCM 2000 – HCM 2010.

- Con ambas metodologías se realizó el análisis de la capacidad y nivel de servicio para cada acceso en cada intersección y posteriormente para cada intersección de los puntos de estudio.

Intersección N#3: Domingo Paz y Sucre
Intersección semaforizada

A-DOMINGO PAZ
B-SUCRE

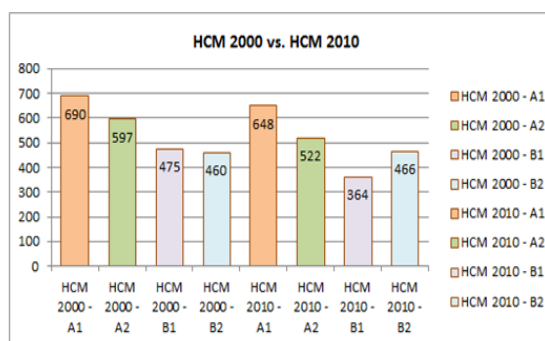
Capacidad (veh/h)	Intersección N#3
470	HCM 2000 - A
407	HCM 2000 - B
560	HCM 2010 - A
472	HCM 2010 - B



Intersección N#26: Av. La Paz y Av. Potosí
Intersección semaforizada

A1-AV. LA PAZ
A2-AV. LA PAZ
B1-POTOSI
B2-POTOSI

Capacidad (veh/h)	Intersección N#26
690	HCM 2000 - A1
597	HCM 2000 - A2
475	HCM 2000 - B1
460	HCM 2000 - B2
648	HCM 2010 - A1
522	HCM 2010 - A2
364	HCM 2010 - B1
466	HCM 2010 - B2



Fuente: Comparación de capacidades obtenidas HCM 2000–2010 Cap. IV.

Como se observa en la tabla, existe una tendencia en el comportamiento de las **capacidades obtenidas por el HCM 2010 a ser mayores al HCM 2000** en intersecciones de dos a tres accesos, cuando se trata de rotondas o intersecciones mayores a 4 accesos su comportamiento es distinto.

Los niveles de servicio obtenidos por el HCM 2000 y HCM 2010 para el casco central de Tarija y los puntos aleatorios fueron los siguientes:

COMPARACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO POR INTERSECCION HCM 2000 - 2010		
INTERSECCIONES	NIVEL DE SERVICIO HCM 2000	NIVEL DE SERVICIO HCM 2010
INTERSECCION N#1 INGAVI Y SANTA CRUZ	D	D
INTERSECCION N#2 DOMINGO PAZ Y CAMPERO	E	C
INTERSECCION N#3 DOMINGO PAZ Y SUCRE	D	B
INTERSECCION N#4 INGAVI Y CAMPERO	C	B
INTERSECCION N#5 INGAVI Y SUCRE	E	D
INTERSECCION N#6 INGAVI Y COLON	E	D
INTERSECCION N#7 15 DE ABRIL Y DANIEL CAMPOS	D	C
INTERSECCION N#8 15 DE ABRIL Y SUIPACHA	E	E
INTERSECCION N#9 15 DE ABRIL Y DELGADILLO	C	C
INTERSECCION N#10 DOMINGO PAZ Y COLON	E	D
INTERSECCION N#11 DOMINGO PAZ Y SANTA CRUZ	D	D
INTERSECCION N#12 15 DE ABRIL Y GENERAL TRIGO	C	C
INTERSECCION N#13 BOLIVAR Y MENDEZ	D	B
INTERSECCION N#14 COCHABAMBA Y BALLIVIAN	E	C
INTERSECCION N#15 BOLIVAR Y GENERAL TRIGO	F	C
INTERSECCION N#16 BOLIVAR Y DANIEL CAMPOS	C	B
INTERSECCION N#17 COCHABAMBA Y SUCRE	D	C
INTERSECCION N#18 COCHABAMBA Y VENEZUELA	D	D
INTERSECCION N#19 COCHABAMBA Y BALLIVIAN	F	F

INTERSECCION N#20 BELGRAND Y ESPAÑA	D	D
INTERSECCION N#21 AV. VICTOR PAZ Z. Y PTE. BICENTENARIO	F	F
INTERSECCION N#22 AV. VICTOR PAZ Z. Y PTE. SAN MARTIN	F	F
INTERSECCION N#23 AV. JAIME PAZ Z. Y MONSEÑOR FONT	D	D
INTERSECCION N#24 AV. JAIME PAZ Z.-J. J. ECHALAR Y ESPAÑA	F	F
INTERSECCION N#25 AV. LA PAZ Y BELGRAND	F	F
INTERSECCION N#26 AV. LA PAZ Y AV. POTOSI	F	F
INTERSECCION N#27 AV. LA PAZ Y CIRCUNVALACION	B	B
INTERSECCION N#28 AV. CIRCUNVALACION Y MEJILLONES	B	C
INTERSECCION N#29 AV. CIRCUNVALACION Y COLON	C	C
INTERSECCION N#30 AV. CIRCUNVALACION Y MONSEÑOR FONT	C	C

Fuente: Comparación del N. S. obtenido HCM 2000 – HCM 2010 Cap. IV.

Los puntos en condiciones más críticas de los resultados obtenidos por el manual HCM 2010 del casco central de la ciudad de Tarija y los puntos aleatorios son:

INTERSECCIONES	NIVEL DE SERVICIO HCM 2010
INTERSECCION N#1 INGAVI Y SANTA CRUZ	D
INTERSECCION N#5 INGAVI Y SUCRE	D
INTERSECCION N#8 15 DE ABRIL Y SUIPACHA	E
INTERSECCION N#10 DOMINGO PAZ Y COLON	D
INTERSECCION N#11 DOMINGO PAZ Y SANTA CRUZ	D
INTERSECCION N#18 COCHABAMBA Y VENEZUELA	D
INTERSECCION N#19 COCHABAMBA Y BALLIVIAN	F

INTERSECCION N#20 BELGRANO Y ESPAÑA	D
INTERSECCION N#21 AV. VÍCTOR PAZ Z. Y PTE. BICENTENARIO	F
INTERSECCION N#22 AV. VÍCTOR PAZ Z. Y PTE. SAN MARTÍN	F
INTERSECCION N#23 AV. JAIME PAZ Z. Y MONSEÑOR FONT	D
INTERSECCION N#24 AV. JAIME PAZ Z.-J. J. ECHALAR Y ESPAÑA	F
INTERSECCION N#25 AV. LA PAZ Y BELGRANO	F
INTERSECCION N#26 AV. LA PAZ Y AV. POTOSÍ	F

Fuente: Puntos críticos obtenidos de la zona de estudio HCM 2010 Cap. IV.

Al ver los resultados obtenidos del nivel de servicio podemos concluir que las vías estudiadas del Casco central de Tarija en su mayoría se encuentran en condiciones próximas al flujo inestable entre ellas las intersecciones 15 de Abril & Suipacha, Cochabamba & Ballivián se encuentran en condiciones más críticas, esto representa alta densidad, pero un flujo estable en el cual la capacidad de maniobra se ve seriamente restringida debido a la congestión de la circulación.

En los puntos aleatorios existen intersecciones que están en condiciones de flujo forzado estos son la Av. Jaime Paz - J.J. Echalar & España, Av. Víctor Paz & Pte. Bicentenario, Av. Víctor Paz & Pte. San Martín, Av. La Paz & Belgrano y Av. La Paz & Potosí.

Al incrementarse los volúmenes la velocidad de recorrido comienza a reducirse. Esta condición puede mejorarse mediante:

- Cambios básicos en la geometría de la intersección (número y usos de carriles).
- Aumento en el ciclo de semáforo.
- Cambio al plan de fases del semáforo.

5.2. RECOMENDACIONES.

- Se debe hacer énfasis en la educación vial debido a la poca instrucción sobre las reglas de tránsito, ya que es muy importante que el usuario peatón como el usuario conductor tengan una mejor educación vial.
- Es recomendable siempre trabajar con datos obtenidos en campo puesto que existen datos que se pueden asumir en función a experiencias de otras carreteras pero que tal vez no sean los más adecuados para nuestro tramo en estudio.
- Se debe evitar el menor tiempo posible de estacionamiento en calles que sean de flujos principales porque esto hace que se produzca un congestionamiento vehicular.
- Se debería dar correcto uso de los carriles, ya que en su mayoría las calles del casco central de Tarija fueron diseñados para 2 carriles, pero se observa que solo uno funciona, ya que el otro lo usan como estacionamiento y esto provoca que la capacidad vehicular disminuya y aumente el congestionamiento en las horas pico.
- Al no existir una demarcación de estacionamiento en la mayoría de la calles, provoca que los conductores infrinjan los reglamentos de tránsito, estacionando en cualquier parte de la calzada y provocando congestionamiento vehicular.
- Es necesario educar al conductor que siga las reglas de tránsito y a su vez decida el recorrido que debe tomar, teniendo en cuenta el punto de partida y el punto final para que al momento de ingresar en las calles tenga definido los carriles de cada calzada y la velocidad requerida para entrar a una semaforización y su desplazamiento sea seguro.
- Por otro lado, para alcanzar un nivel de servicio A en nuestras calles, sería necesario corregir la geometría de la intersección (número y usos de carriles), hacer un aumento en el ciclo de semáforo y un cambio al plan de fases del semáforo. Por ello esta visión equivalía a condenar a administraciones locales de carreteras a tener niveles de servicio malos, y esto es difícil de admitir, si no se está dispuesto a corregirlo.