



- Tiempo Perdido de Partida
- Velocidad de Flujo Libre

#### 2.4.3 Cuadro de Operacionalización de Variables (siguiente pág.)

Tabla 17. Cuadro de Operacionalización de Variables

| CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES |   |  |                                 |   |   |                                     |
|---|---|--|---------------------------------|---|---|-------------------------------------|
| TIPO                                      | VARIABLE  | DESCRIPCIÓN  | DIMENSIÓN O NIVEL               | INDICADOR   | INSTRUMENTO METODOLÓGICO  | EQUIPO                              |
| DEPENDIENTE                               | NIVEL DE SERVICIO   | Es una medida cualitativa de las condiciones de operación del flujo de una infraestructura vial.   | 1.- Intersecciones.             | 1.- Demora Media. (s/veh)<br>2.- Capacidad. (veh/h)<br>3.- Volumen vehicular. (veh/h)<br>4.- Volumen peatonal. (pet/h)  | 1, 2.- Hoja de cálculo de nivel de servicio de intersecciones.<br>3.- Ficha de aforo vehicular.<br>4.- Ficha de aforo peatonal.   | Cámara filmadora                    |
|   |   |  | 2.- Segmentos Urbanos.          | 1.- Demora Media. (s/veh)<br>2.- Capacidad. (veh/h)<br>3.- Porcentaje de Velocidad Base de Flujo Libre (Km/h)<br>4.- Volumen Vehicular. (veh/h)<br>5.- Tiempo en Movimiento. (s)  | 1, 2, 3.- Hoja de cálculo de nivel de servicio de segmentos urbanos.<br>4.- Ficha de aforo vehicular.<br>5.- Hoja de cálculo de nivel de servicio de segmentos urbanos.   | Cámara filmadora                    |
|   |   |  | 3.- Carreteras de dos carriles. | 1.- Velocidad media de viaje. (km/h)<br>2.- Porcentaje de velocidad de flujo libre. (%)<br>3.- Capacidad. (veh livianos/h/sentido)<br>4.- Volumen Vehicular. (veh/h)  | 1, 2, 3.- Hoja de cálculo de nivel de servicio de carretera de dos carriles.<br>4.- Formato de aforo vehicular.   | Cámara filmadora                    |
| DEPENDIENTE                               | OPERACIÓN DEL TRÁNSITO                                      | Es el conjunto de condiciones establecidas con las que funciona el tránsito en una infraestructura vial.                                 | 1.- Intersecciones.             | 1.- Volumen de demanda por movimiento (Veh/h)<br>2.- Tasa de flujo de saturación base. (Veh liv/h/carril)<br>3.- Factor de la hora pico, FHP.<br>4.- Porcentaje de vehículos pesados. (%)<br>5.- Tasa de flujo peatonal en el acceso. (peat/h)<br>6.- Tasa de parada de autobús local. (autobuses/h)<br>7.- Actividad de estacionamiento. (maniobras/h)<br>8.- Tipo de llegadas, AT.<br>9.- Proporción de vehículos que llegan en verde, P. | 1.- Hoja de cálculo de volúmenes vehiculares.<br>2.- Hoja de cálculo de nivel de servicio de intersecciones.<br>3, 4.- Hoja de cálculo de volúmenes vehiculares.<br>5.- Ficha de aforo peatonal.<br>6, 7.- Ficha de registro de paraderos y estacionamientos.<br>8, 9.- Hoja de cálculo de nivel de servicio de intersecciones. | Cámara filmadora,                   |
|   |   |  | 2.- Segmentos Urbanos.          | 1.- Volumen de demanda por movimiento por intersección y puntos de acceso. (veh/h)<br>2.- Factor horario de hora pico, FHP.<br>3.- Velocidad límite. (Km/h)<br>4.- Tiempo perdido de partida. (s)   | 1.- Hoja calculo de volúmenes vehiculares.<br>2.- Ficha de registro de paraderos y estacionamientos.<br>3.- Ficha de registro de datos de segmentos.<br>4.- Hoja de calculo de nivel de servicio de segmentos urbanos.  | Cámara filmadora.                   |
|   |   |  | 3.- Carreteras de dos carriles. | 1.- Velocidad de flujo libre. (Km/h)<br>2.- Volumen horario de máxima demanda. (vh mixtos/h en ambos sentidos).<br>3.- Porcentaje de vehículos pesados. (%)<br>4.- Factor de hora pico, FHP.  | 1.- Hoja de calculo de velocidad de flujo libre.<br>2, 3, 4.- Hoja de cálculo de volúmenes vehiculares.   | Cámara filmadora y Grabador de voz. |
| INDEPENDIENTE                             | DISEÑO GEOMÉTRICO   | Son las características dimensionales y físicas que influyen en la operación de la infraestructura vial.                                 | 1.- Intersecciones.             | 1.- Tipo de Área.<br>2.- Número de carriles (und)<br>3.- Ancho promedio de carriles. (m)<br>4.- Pendiente. (%)<br>5.- Existencia de carriles exclusivos. (LT o RT)<br>6.- Presencia de estacionamiento.<br>7.- Presencia de paraderos urbanos.  | 1, 2, 3, 4, 5.- Ficha de registro de datos de intersecciones.<br>6.- Ficha de registro de paraderos y estacionamientos.<br>7.- Ficha de registro de paraderos y estacionamientos.   | Eclímetro y Wincha.                 |
|   |   |  | 2.- Segmentos Urbanos.          | 1.- Número de carriles (und)<br>2.- Longitud de segmento. (m)<br>3.- Ancho de intersección. (m)<br>4.- Número de puntos de acceso. (und)<br>5.- Proporción de presencia de berna central.<br>6.- Ancho de carril. (m)<br>7.- Presencia de reductores de velocidad. (und)  | 1, 2.- Ficha de registro de datos de segmentos.<br>3.- Ficha de registro de datos de intersecciones.<br>4, 5, 6, 7.- Ficha de registro de datos de segmentos.   | Wincha.                             |
|   |   |  | 3.- Carreteras de dos carriles. | 1.- Tipo de terreno.<br>2.- Ancho de carril. (m)<br>3.- Longitud de tramo. (Km)<br>4.- Longitud de rebase restringida. (%)<br>5.- Densidad de puntos de acceso. (pto/km)  | 1.- Ficha de registro de datos de intersecciones.<br>2, 3, 4, 5.- Ficha de registro de datos de segmentos urbanos.  | Wincha.                             |
| INDEPENDIENTE                             | TIPOLOGÍA DEL CONTROL Y CONFIGURACIÓN DE LAS INTERSECCIONES | Son las condiciones del dispositivo de control y de la disposición de los accesos, que determinan el funcionamiento de una intersección. | 1.- Semaforizadas.              | 1.- Longitud del ciclo. (s)<br>2.- Tiempo verde. (s)<br>3.- Tiempo perdido. (s)<br>4.- Tipo de control de semáforos.<br>5.- Plan de fases.<br>6.- Periodo de análisis. (h)  | Ficha de registro de datos de intersecciones.   | Cámara filmadora.                   |
|   |   |  | 2.- No semaforizadas.           | 1.- Sentido del flujo vehicular del Acceso, O, E, N, S.<br>2.- Grupo de carriles L, T, R.<br>3.- Movimientos LT, TH, RT.<br>4.- Prioridad de Movimientos. (1,2,3,4)   | 1.- Hoja de calculo de volúmenes vehiculares.<br>2, 3, 4.- Hoja de calculo de nivel de servicio de intersecciones.  | Cámara filmadora.                   |

Fuente: Elaboración Propia.



## CAPITULO III: METODOLOGÍA

### 3.1 Metodología de la Investigación

#### 3.1.1 Enfoque de la Investigación

Enfoque Cuantitativo: La investigación se basa en la recolección y procesamiento de datos numéricos de volúmenes de tránsito, velocidades, así mismo, datos de la geometría de la infraestructura vial, bermas centrales y calzadas, y por último datos de los ciclos semafóricos de cada intersección, generando así resultados para validar las hipótesis formuladas y redactar las conclusiones.

Según Hernández, Fernández, Baptista (2014), el enfoque cuantitativo es secuencial y probatorio. Cada etapa precede a la siguiente y no podemos “brincar” o eludir pasos. El orden es riguroso, aunque desde luego, podemos redefinir alguna fase. Parte de una idea que va acotándose y, una vez delimitada, se derivan objetivos y preguntas de investigación, se revisa la literatura y se construye un marco o una perspectiva teórica. De las preguntas se establecen hipótesis y determinan variables; se traza un plan para probarlas (diseño); se miden las variables en un determinado contexto; se analizan las mediciones obtenidas utilizando métodos estadísticos, y se extrae una serie de conclusiones respecto de la o las hipótesis.

#### 3.1.2 Nivel o Alcance de la Investigación

Descriptiva: La investigación es de nivel descriptivo porque se identifican las variables como el nivel de servicio, operación del tránsito, diseño geométrico y la tipología y configuración de las intersecciones, posteriormente se miden cada una de ellas, para así, y valga la redundancia, describir los resultados obtenidos generando conclusiones.

Hernández, Fernández, Baptista (2014) manifiestan que, el nivel de descriptivo únicamente pretende medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren, esto es, su objetivo no es indicar cómo se relacionan éstas.

#### 3.1.3 Método de Investigación

Método Hipotético Deductivo: Ya que en la investigación se establecen teorías y preguntas iniciales de investigación, de las cuales se derivan hipótesis, una general y varias específicas. Estas se someten a prueba utilizando el diseño de investigación apropiado. Se miden las variables en un contexto determinado, se analizan las mediciones, es decir se procesan los datos



obtenidos, y se establecen las conclusiones. Si los resultados comprueban las hipótesis, se genera confianza en la teoría, si no, es refutada y se descarta para buscar mejores.

## 3.2 Diseño de la Investigación

### 3.2.1 Diseño Metodológico

Diseño metodológico No experimental del tipo Transversal: La investigación está basada en datos recopilados y procesados sin ninguna alteración experimental, y dicha investigación se realiza en un periodo corto, durante el año 2018 donde los datos y resultados obtenidos están limitados a este periodo.

Hernández, Fernández, Baptista (2014), indican que un diseño no experimental se define como la investigación que se realiza sin manipular deliberadamente variables. Es decir, se trata de estudios en los que no hacemos variar en forma intencional las variables independientes para ver su efecto sobre otras variables. Lo que hacemos en la investigación no experimental es observar fenómenos tal como se dan en su contexto natural, para analizarlos.

Así mismo, Hernández, Fernández, Baptista (2014) manifiestan que los diseños de investigación transeccional o transversal recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único. Su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado. Es como “tomar una fotografía” de algo que sucede.

### 3.2.2 Diseño de Ingeniería

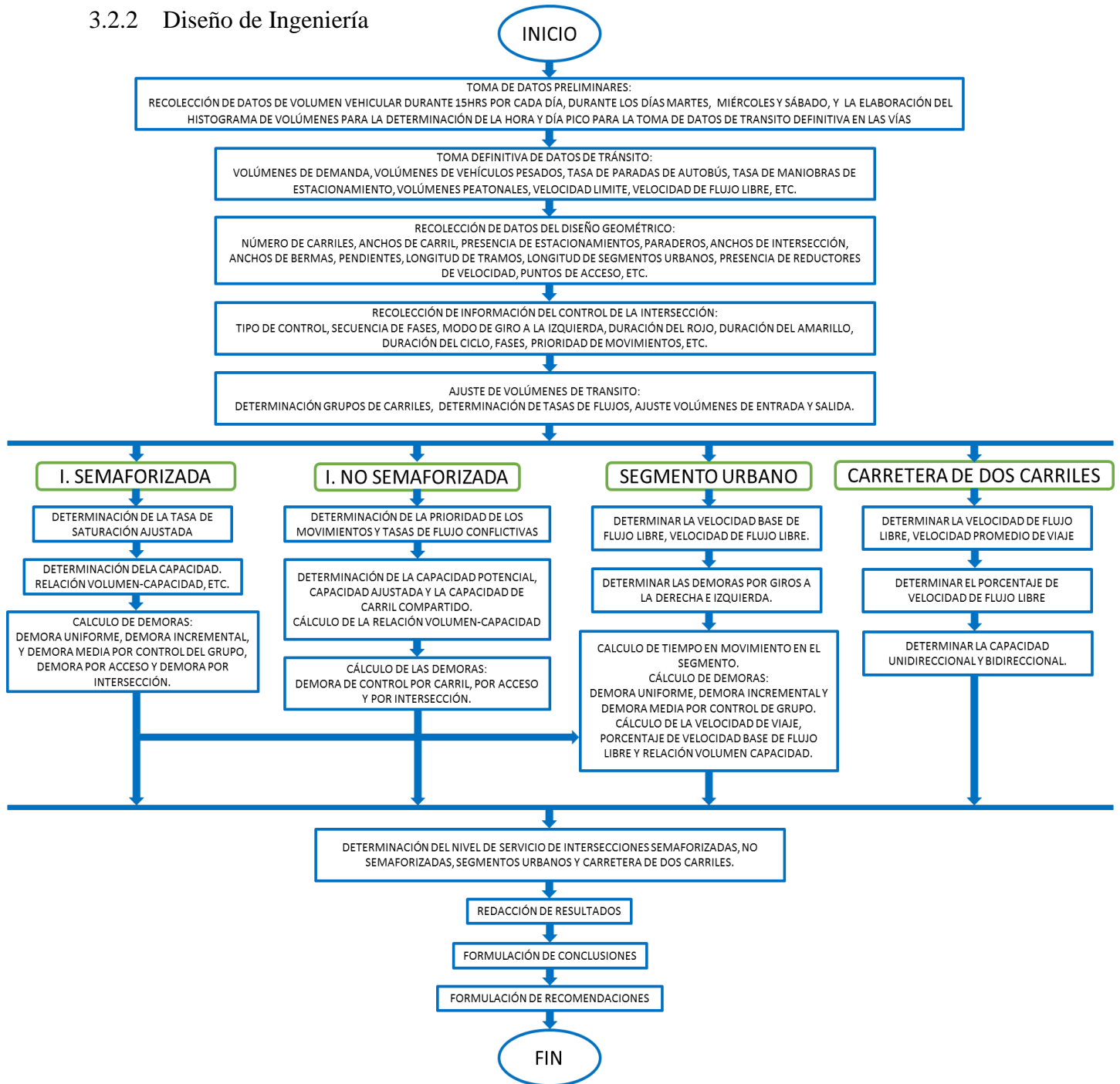


Figura 74. Diseño de Ingeniería.

Fuente: Elaboración Propia.

### 3.3 Población y Muestra

#### 3.3.1 Población

##### 3.3.1.1 Descripción de la Población

La población es unitaria porque corresponde a un solo elemento que engloba a la Av. Cusco y a la Av. Tomas Tuyro Tupac, y además a sus puntos de acceso o intersecciones en el distrito de San Sebastián de la ciudad del Cusco en el año 2018.

##### 3.3.1.2 Cuantificación de la Población

La población, como ya se indicó en el ítem anterior, consta de dos avenidas y sus intersecciones con otras vías en el distrito de San Sebastián de la ciudad del Cusco.

A continuación, se especifican las intersecciones para cada avenida.

###### 3.3.1.2.1 Av. Cusco

La población unitaria corresponde la Av. Cusco que se observa en la siguiente figura, donde esta resaltada de color amarillo, así también, se muestran tres intersecciones semaforizadas representadas con hexágonos verdes y por último cuatro intersecciones no semaforizadas identificadas con círculos azules.

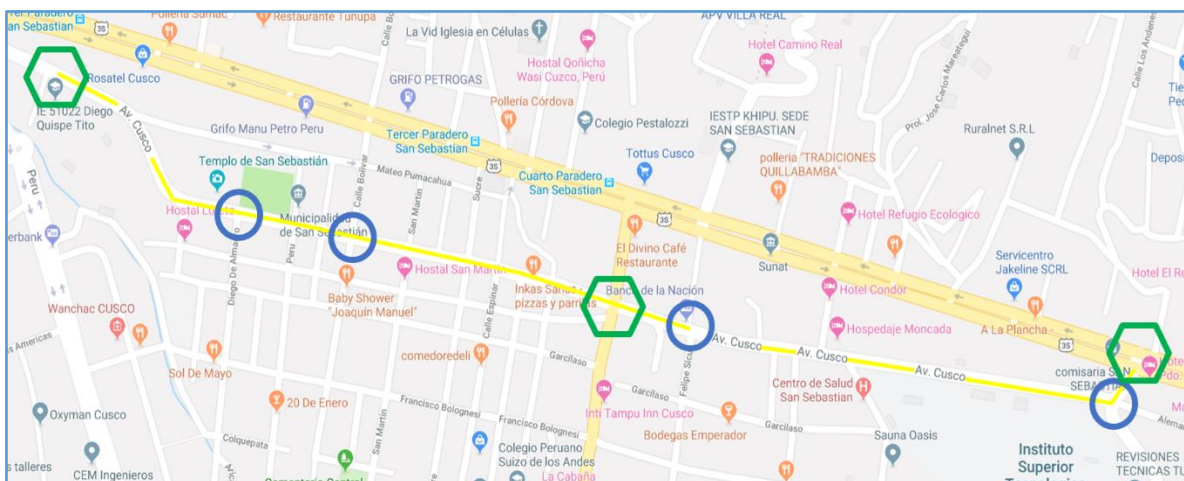


Figura 75. Cuantificación de la Población – Av. Cusco.

Fuente: Google Maps. Adaptación Propia.

#### Intersecciones Semaforizadas

- Semáforo Peatonal en la Av. Cusco (Colégio Diego Quispe Tito)
- Intersección semaforizada Av. Cusco – Av. Tomás Tuyro Tupac

- Intersección semaforizada Av. Cusco – Av. De la Cultura.

Intersecciones No Semaforizadas

- Intersección Av. Cusco – Ca. Diego de Almagro
- Intersección Av. Cusco – Ca. Bolívar
- Intersección Av. Cusco – Ca. Felipe Sicus
- Intersección Av. Cusco – Ca. Alemania Federal

3.3.1.2.2 Av. Tomás Tuyro Tupac

La población unitaria corresponde también a la Av. Tomás Tuyro Tupac que se observa en la siguiente figura, donde esta resaltada de color azul, así también, se muestran dos intersecciones semaforizadas representadas con hexágonos verdes y por último también dos intersecciones no semaforizadas identificadas con círculos amarillos.

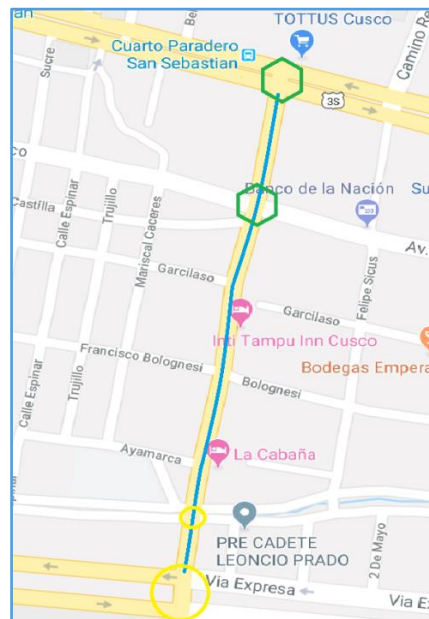


Figura 76. Cuantificación de la Población – Av. Tomás Tuyro Tupac.

Fuente: Google Maps. Adaptación Propia.

Intersecciones Semaforizadas

- Intersección semaforizada Av. Tomás Tuyro Tupac – Av. De la Cultura
- Intersección semaforizada Av. Tomás Tuyro Tupac – Av. Cusco

### Intersecciones No Semaforizadas

- Intersección Av. Tomás Tuyo Tupac – Ca. Kantu
- Intersección Av. Tomás Tuyo Tupac – Vía Expresa.

### 3.3.2 Muestra

#### 3.3.2.1 Descripción de la Muestra

Es una muestra censal porque tiene íntegramente la misma extensión de la población, es decir es dicha población unitaria, que corresponde a la Av. Cusco y a la Av. Tomas Tuyo Tupac, y además a sus puntos de acceso o intersecciones en el distrito de San Sebastián de la ciudad del Cusco en el año 2018.

#### 3.3.2.2 Cuantificación de la Muestra

La muestra censal, como ya se indicó en el ítem anterior, consta de dos avenidas y sus intersecciones con otras vías en el distrito de San Sebastián de la ciudad del Cusco.

A continuación, se especifican las intersecciones para cada avenida.

##### 3.3.2.2.1 Av. Cusco

La muestra censal corresponde la Av. Cusco que se observa en la siguiente figura, donde esta resaltada de color amarillo, así también, se muestran tres intersecciones semaforizadas representadas con hexágonos verdes y por último cuatro intersecciones no semaforizadas identificadas con círculos azules.

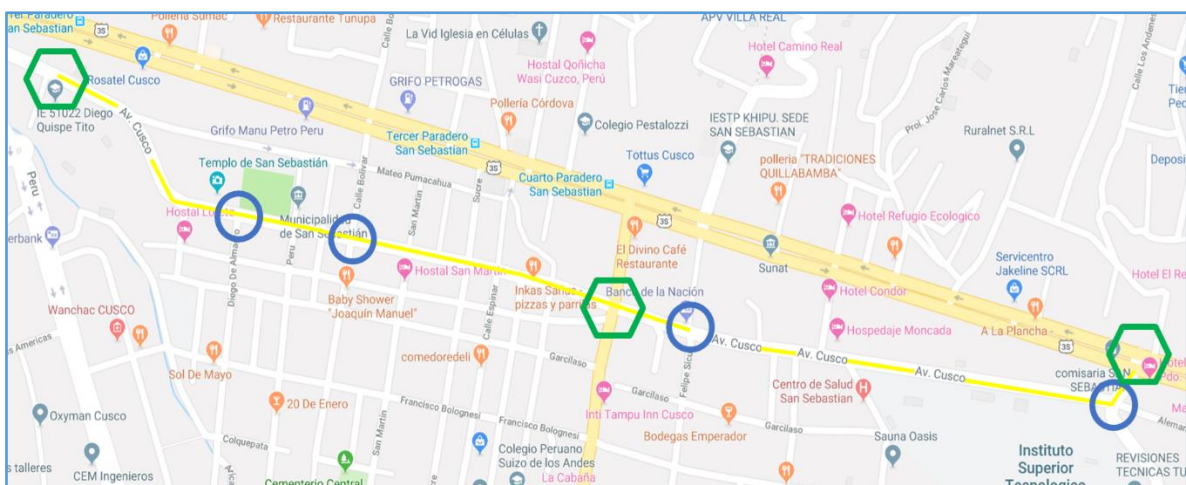


Figura 77. Cuantificación de la Población – Av. Cusco.

Fuente: Google Maps. Adaptación Propia.



Intersecciones Semaforizadas

- Semáforo Peatonal en la Av. Cusco (Colégio Diego Quispe Tito)
- Intersección semaforizada Av. Cusco – Av. Tomás Tuyro Tupac
- Intersección semaforizada Av. Cusco – Av. De la Cultura.

Intersecciones No Semaforizadas

- Intersección Av. Cusco – Ca. Diego de Almagro
- Intersección Av. Cusco – Ca. Bolívar
- Intersección Av. Cusco – Ca. Felipe Sicus
- Intersección Av. Cusco – Ca. Alemania Federal

3.3.2.2.2 Av. Tomás Tuyro Tupac

La muestra censal corresponde también a la Av. Tomás Tuyro Tupac que se observa en la siguiente figura, donde esta resaltada de color azul, así también, se muestran dos intersecciones semaforizadas representadas con hexágonos verdes y por último también dos intersecciones no semaforizadas identificadas con círculos amarillos.

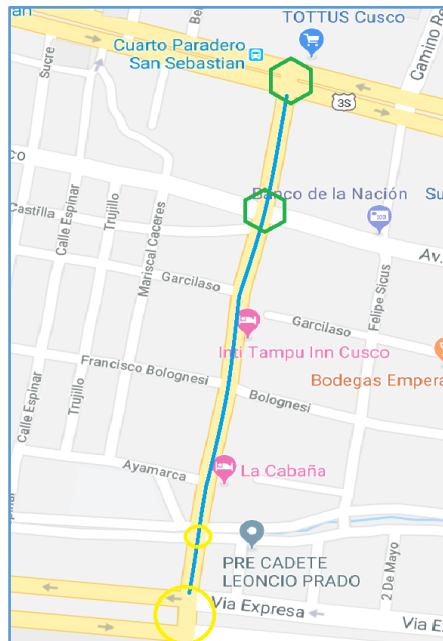


Figura 78. Cuantificación de la Población – Av. Tomás Tuyro Tupac.

Fuente: Google Maps. Adaptación Propia.



### Intersecciones Semaforizadas

- Intersección semaforizada Av. Tomás Tuyro Tupac – Av. De la Cultura
- Intersección semaforizada Av. Tomás Tuyro Tupac – Av. Cusco

### Intersecciones No Semaforizadas

- Intersección Av. Tomás Tuyro Tupac – Ca. Kantu
- Intersección Av. Tomás Tuyro Tupac – Vía Expresa.

#### 3.3.2.3 Método de Muestreo

El método de muestreo es No Probabilístico porque el muestreo en este tipo de investigación requiere la consideración de la totalidad de población ya que es unitaria, es decir consta de un solo elemento.

Según Hernández, Fernández, Baptista (2014) la muestra no probabilística es un subgrupo de la población en la que la elección de los elementos no depende de la probabilidad, sino de las características de la investigación.

#### 3.3.2.4 Criterios de Evaluación de la Muestra

La muestra se evalúa según el manual HCM2010 donde se realiza el análisis de indicadores con metodologías para intersecciones semaforizadas, intersecciones no semaforizadas, segmentos urbanos, y carreteras de dos carriles. Todos los datos de entrada se recolectan mediante procedimientos manuales con apoyo de formatos de registro y equipo manual. Esta información de entrada se especifica a continuación:

##### 3.3.2.4.1 Volumen Vehicular

- Conteo manual *in situ* con fichas de registro
- Grabación de video *in situ* con filmadora
- Conteo manual de videos con fichas de registro

##### 3.3.2.4.2 Volumen Peatonal

- Conteo manual *in situ* con fichas de registro
- Grabación de video *in situ* con filmadora
- Conteo manual de videos con fichas de registro



#### 3.3.2.4.3 Velocidad Límite

- Registro de la velocidad límite en señales de límite de velocidad en ficha de registro

#### 3.3.2.4.4 Velocidad de Flujo Libre

- Registro del tiempo de viaje de vehículos registrados por placa en longitudes de tramos viales.

#### 3.3.2.4.5 Tasa de Paradas de Autobús

- Grabación de video *in situ* con filmadora
- Conteo manual de videos con fichas de registro

#### 3.3.2.4.6 Actividad de Estacionamiento

- Grabación de video *in situ* con filmadora
- Conteo manual de videos con fichas de registro

#### 3.3.2.4.7 Diseño Geométrico de Avenidas e Intersecciones

- Registro de las mediciones con equipos manuales y registro de elementos presentes en fichas de registro

#### 3.3.2.4.8 Tipología de las Intersecciones y su Configuración

- Inspección visual y registro manual *in situ* de las características de las intersecciones y tipo de control en fichas de recolección

### 3.3.3 Criterios de Inclusión

La población y muestra que comprenden a la Av. Cusco y a la Av. Tomas Tuyro Tupac, están ubicadas en el distrito de San Sebastián de la provincia del Cusco en la región Cusco de la República del Perú, tienen una longitud de 1743.75m y 590.70m respectivamente, cuentan con total con 4 puntos de acceso o intersecciones semaforizadas y 6 puntos de acceso o intersecciones no semaforizadas. Su estudio es realizado para datos del flujo vehicular recolectados el miércoles 6 de junio del año 2018 en el periodo de 8:15hrs a 9:15hrs.

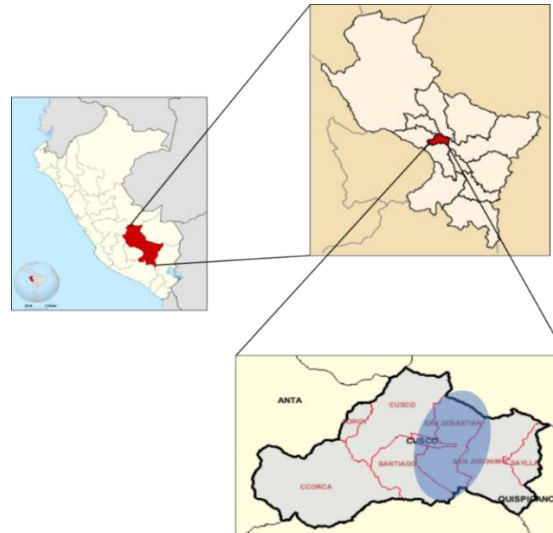


Figura 79. Criterios de Inclusión.

Fuente: Elaboración Propia.

### 3.4 Instrumentos

#### 3.4.1 Instrumentos Metodológicos de Recolección de Datos

##### 3.4.1.1 Ficha de Traducción del Registro de Placas y Ficha de Aforo Vehicular

El primero es un formato de traducción de datos de tiempos de recorrido vehicular registrados con la grabadora de voz. El segundo es un formato para el aforo vehicular y es específico para cada acceso en la configuración de la intersección, cuyo objeto es obtener datos precisos que garanticen un procesamiento de datos que se asemejen a la realidad. Es usado en conteos manuales *in situ*.

Tabla 18. Ficha de Traducción del Registro de Placas.

|  |       |          |          |
|--|-------|----------|----------|
| <b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b>  |       |          |          |
| UAC FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  |       |          |          |
| <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</b>   |       |          |          |
| TEMA: "EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO DE LA Av. CUSCO Y DE LA Av. TOMÁS TUYRO TUPAC EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN DE LA CIUDAD DEL |       |          |          |
| <b><u>DETERMINACIÓN DE LA VELOCIDAD DE FLUJO LIBRE</u></b>   |       |          |          |
| <b>CALCULO DE TIEMPOS Y VELOCIDAD VEHICULAR</b>  |       |          |          |
| N°   | placa | to (seg) | tf (seg) |
|  |       |          |          |

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 19. Ficha de Aforo Vehicular.

|   |  |  |  |  |  |   |  |
|---|--|--|--|--|--|---|--|
|   |  | <p align="center"><b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b><br/> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</b><br/> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</b></p>  |  |  |  |   |  |
| INTERSECCION: SAN SEBASTIAN<br>DISTRITO: SAN SEBASTIAN<br>CIUDAD: CUSCO |  | <p align="center">TEMA: "EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO DE LA Av. CUSCO Y DE LA Av. TOMÁS TUYRO TUPAC EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN DE LA CIUDAD DEL CUSCO"<br/> <b>AFORO DE VOLUMEN VEHICULAR</b></p> |  |  |  | FECHA: _____<br>NOMBRE: _____<br>DNI: _____ |  |
| INTERVALLO DE CONTROL:  | AUTOS<br>PICK UP/PANEL<br>SERVICIO DE TRANS P URBANO<br>BUS<br>CAMION LIGERO<br>CAMION MEDIANO<br>CAMION PESADO<br>ARTICULADOS |  |  |  |  |   |  |
|   |  |  |  |  |  |   |  |

Fuente: Elaboración Propia.

### 3.4.1.2 Ficha de Registro de Paraderos y Estacionamientos

Tabla 20. Ficha de Registro de Paraderos y Estacionamientos.

|   |                                       |   |                               |   |  |  |  |
|---|---------------------------------------|---|-------------------------------|---|--|--|--|
|   |                                       | <p align="center"><b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b><br/> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</b><br/> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</b></p>   |                               |   |  |  |  |
| INTERSECCION: SAN SEBASTIAN<br>DISTRITO: SAN SEBASTIAN<br>CIUDAD: CUSCO                                     |                                       | <p align="center">TEMA: "EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO DE LA Av. CUSCO Y DE LA Av. TOMÁS TUYRO TUPAC EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN DE LA CIUDAD DEL CUSCO"<br/> <b>REGISTRO DE DATOS DE PARADEROS Y ESTACIONAMIENTOS EN INTERSECCIONES SEMAFORIZADAS</b></p> |                               |   |  | FECHA: _____<br>NOMBRE : _____<br>DNI: _____ |  |
| <p align="center"><b>CONTEO DE VEHICULOS DE BUSES DE SERVICIO URBANO QUE HACEN USO DE LOS PARADEROS</b></p> |                                       |   |                               |   |  |  |  |
| INTERSECCIÓN  | AV. CUSCO (COLEGIO DIEGO QUISPE TITO) | AV. CUSCO - AV. TOMÁS TUYRO TUPAC   | AV. CUSCO - AV. DE LA CULTURA | AV. TOMÁS TUYRO TUPAC - AV. DE LA CULTURA |  |  |  |
| ACCESO  |                                       |   |                               |   |  |  |  |
| NORTE   |                                       |   |                               |   |  |  |  |
| SUR   |                                       |   |                               |   |  |  |  |
| OESTE   |                                       |   |                               |   |  |  |  |
| ESTE  |                                       |   |                               |   |  |  |  |
| <p align="center"><b>CONTEO DE MANIOBRAS DE ESTACIONAMIENTO</b></p>   |                                       |   |                               |   |  |  |  |
| INTERSECCIÓN  | AV. CUSCO (COLEGIO DIEGO QUISPE TITO) | AV. CUSCO - AV. TOMÁS TUYRO TUPAC   | AV. CUSCO - AV. DE LA CULTURA | AV. TOMÁS TUYRO TUPAC - AV. DE LA CULTURA |  |  |  |
| ACCESO  |                                       |   |                               |   |  |  |  |
| NORTE   |                                       |   |                               |   |  |  |  |
| SUR   |                                       |   |                               |   |  |  |  |
| OESTE   |                                       |   |                               |   |  |  |  |
| ESTE  |                                       |   |                               |   |  |  |  |

Fuente: Elaboración Propia.

### 3.4.1.3 Ficha de Aforo Peatonal

Es un formato para el aforo peatonal y es específico para cada acceso en la configuración de la intersección, cuyo objeto es obtener datos precisos que garanticen un procesamiento de datos que se asemejen a la realidad. Es usado en conteos manuales *in situ*.

Tabla 21. Ficha de Aforo Peatonal

|   |              |   |            |              |  |   |  |
|---|--------------|---|------------|--------------|--|---|--|
|   |              | <p align="center"><b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b><br/> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</b><br/> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</b></p>   |            |              |  |   |  |
| INTERSECCION: SAN SEBASTIAN<br>DISTRITO: SAN SEBASTIAN<br>CIUDAD: CUSCO |              | <p align="center">TEMA: "EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO DE LA Av. CUSCO Y DE LA Av. TOMÁS TUYRO TUPAC EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN DE LA CIUDAD DEL CUSCO"<br/> <b>AFORO DE VOLUMEN PEATONAL</b></p> |            |              |  | FECHA: 04/07/2018<br>NOMBRE : _____<br>DNI: _____ |  |
| INTERVALLO DE CONTROL:  | ACCESO OESTE | ACCESO ESTE   | ACCESO SUR | ACCESO NORTE |  |   |  |
| 8:15 - 8:30   |              |   |            |              |  |   |  |
| 8:30 - 8:45   |              |   |            |              |  |   |  |
| 8:45 - 9:00   |              |   |            |              |  |   |  |
| 9:00 - 9:15   |              |   |            |              |  |   |  |

Fuente: Elaboración Propia.

3.4.1.4 Ficha de Registro de Datos Geométricos y del Control de Intersecciones

Es un formato para el registro de datos geométricos y datos propios de la configuración de la intersección y su tipo de control, cuyo objeto es registrar datos precisos que garanticen un procesamiento de datos acorde a la realidad. Es usado en inspecciones *in situ*.

Tabla 22. Ficha de Registro de Datos de Intersecciones.

| UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO<br>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA<br>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL |      | TEMA: "EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO DE LA Av. CUSCO Y DE LA Av. TOMÁS TUYRO TUPAC EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN DE LA CIUDAD DEL CUSCO" |             |            |              |
|--|------|---|-------------|------------|--------------|
| INTERSECCIÓN:<br>DISTRITO: SAN SEBASTIÁN<br>CIUDAD: CUSCO  |      | REGISTRO DE DATOS DE INTERSECCIONES   |             |            |              |
|  |      | FECHA:<br>NOMBRE:<br>DNI:   |             |            |              |
| DESCRIPCIÓN  | UNID | ACCESO OESTE  | ACCESO ESTE | ACCESO SUR | ACCESO NORTE |
| ANCHO DE CARRIL  | m    |   |             |            |              |
| PENDIENTE  | %    |   |             |            |              |
| N° DE CARRILES   | und  |   |             |            |              |
| E. ESTACIONAMIENTO   | und  |   |             |            |              |
| E. PARADERO  | und  |   |             |            |              |
| ANCHO DE INTERSECCIÓN  | m    |   |             |            |              |
| MOVIMIENTOS DEL FLUJO  |      | ↙ ↘   | ↙ ↘         | ↙ ↘        | ↙ ↘          |
| TIPO DE CONTROL  |      |   |             |            |              |
| DISPOSITIVO DE CONTROL SEMAFORIZADO  |      |   |             |            |              |
| DURACIÓN DEL CICLO   | s    |   |             |            |              |
| TIEMPO VERDE   | s    |   |             |            |              |
| TIEMPO ROJO  | s    |   |             |            |              |
| TIEMPO AMARILLO  | s    |   |             |            |              |
| TIPO DE CONTROL SEMAFORICO   |      |   |             |            |              |
| PLAN DE FASES  |      |   |             |            |              |
| DISPOSITIVO DE CONTROL DE SEÑAL DE PARE  |      |   |             |            |              |
| VIA DE PRIORIDAD 1   |      |   |             |            |              |
| VIA DE PRIORIDAD 2   |      |   |             |            |              |

Fuente: Elaboración Propia.

3.4.1.5 Ficha de Registro de Datos de Segmentos Urbanos

Es un formato para el registro de datos geométricos y datos propios de la configuración de la intersección y su tipo de control, cuyo objeto es registrar datos precisos que garanticen un procesamiento de datos acorde a la realidad. Es usado en inspecciones *in situ*.

Tabla 23. Ficha de Registro de Datos de Segmentos Urbanos.

| UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO<br>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA<br>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL |      | TEMA: "EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO DE LA Av. CUSCO Y DE LA Av. TOMÁS TUYRO TUPAC EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN DE LA CIUDAD DEL CUSCO" |             |                       |             |
|--|------|---|-------------|-----------------------|-------------|
| DISTRITO: SAN SEBASTIÁN<br>CIUDAD: CUSCO   |      | REGISTRO DE DATOS DE SEGMENTOS  |             |                       |             |
|  |      | FECHA:<br>NOMBRE:<br>DNI:   |             |                       |             |
| VIA  |      | AV. CUSCO   |             | AV. TOMÁS TUYRO TUPAC |             |
| DESCRIPCIÓN  | UNID | SEGMENTO 1  | SEGMENTO 2  | SEGMENTO 1            | SEGMENTO 2  |
| N° DE CARRILES   | und  |   |             |                       |             |
| ANCHO DE CARRIL  | m    |   |             |                       |             |
| N° REDUCTORES DE VELOC.  | und  |   |             |                       |             |
| LONGITUD DE SEGMENTO   | m    |   |             |                       |             |
| N° P'TOS ACCESO  | und  | O-E Der Izq   | O-E Der Izq | N-S Der Izq           | N-S Der Izq |
| PROPORCIÓN BERMA CENTRAL   |      |   |             |                       |             |
| SEÑAL DE LIMITE DE VELOCIDAD   | Km/h |   |             |                       |             |

ESQUEMA:

Oeste segmento 1 Este segmento 2

Av. Cusco  
Segmento 1 Inicio: Semáforo Peatonal (Colegio Diego Quispe Tito) / Fin: Intersección Semaforizada de la Av. Cusco - Av. Tomás Tuyro Tupac  
Segmento 2 Inicio: Intersección Semaforizada de la Av. Cusco - Av. Tomás Tuyro Tupac / Fin: Intersección Semaforizada de la Av. Cusco - Av. De la Cultura

Av. Tomás Tuyro Tupac  
Segmento 1 Inicio: Intersección Semaforizada de la Av. Tomás Tuyro Tupac - Av. De la Cultura / Fin: Intersección Semaforizada de la Av. Cusco - Av. Tomás Tuyro Tupac  
Segmento 2 Inicio: Intersección Semaforizada de la Av. Cusco - Av. Tomás Tuyro Tupac / Fin: Intersección No Semaforizada de la Av. Tomás Tuyro Tupac - Via Expresa

Fuente: Elaboración Propia.

### 3.4.2 Instrumentos de Ingeniería

#### 3.4.2.1 Wincha

Es un instrumento de medición de longitudes para la toma de datos geométricos. Consta de una cinta de fibra de vidrio flexible de 30m de longitud enrollado dentro de un compartimiento.



Figura 80. Wincha.

Fuente: Elaboración Propia.

#### 3.4.2.2 Eclímetro

Es un instrumento topográfico de medición de ángulos verticales, con gradaciones en grados y en porcentajes.



Figura 81. Eclímetro.

Fuente: Elaboración Propia.

### 3.4.2.3 Cámara Filmadora

Es un dispositivo electrónico que registra imágenes como energía lumínica y las convierte en señales eléctricas y los almacena en la memoria, es decir, es un transductor óptico.



Figura 82. Cámara Filmadora.

Fuente: Elaboración Propia.

### 3.4.2.4 Grabador de Voz

Un grabador de voz es un transductor electroacústico recibe la energía acústica como vibraciones sonoras y las transforma en energía eléctrica que es almacenada es la memoria interna. Los dispositivos celulares tienen este transductor incorporado.

## 3.5 Procedimientos de Recolección de Datos

### 3.5.1 Aforo Vehicular

#### 3.5.1.1 Equipos Utilizados en la Prueba

##### Cámara Filmadora



Figura 83. Cámara Filmadora *in situ* para Aforo Vehicular.



Fuente: Elaboración Propia.

### 3.5.1.2 Procedimiento del Aforo Vehicular

Este procedimiento consiste en el registro del número de vehículos que ingresan a una intersección desde cada acceso, se registra el número de vehículos para cada carril y para cada movimiento que el vehículo pueda hacer al ingresar a la intersección, ya sean giros a la derecha, izquierda o que siga de frente. Además, en la ficha de aforo vehicular se clasifican los volúmenes vehiculares por tipo de vehículo.

El aforo realiza *in situ*, manualmente, con aforadores. En casos en que la intersección sea de vías con dos o más carriles y/o se evidencie gran cantidad de vehículos que la atraviesen, el aforo vehicular manual será defectuoso por la dificultad que ello significa para el aforador, por esta razón se hace uso de cámaras filmadoras, estas deben estar ubicadas estratégicamente enfocando todos los accesos de la intersección.

El aforo definitivo se realiza durante un intervalo de tiempo establecido previamente, dicho intervalo es producto de un histograma de datos registrados por un aforo vehicular preliminar.

#### 3.5.1.2.1 Aforo Vehicular Preliminar

Este procedimiento fue efectuado durante días, sábado 5, martes 8 y miércoles 9 de mayo del 2018 durante 15 horas, de 6:45am a 9:45pm. Se hizo uso de una cámara filmadora ubicada en un establecimiento adyacente a la intersección de la Av. Cusco con la Av. Tomás Tuyro Tupac, de donde se pudo captar los 4 accesos a la intersección y se empezó a grabar.



Figura 84. Ubicación de Cámara Filmadora para el Aforo Preliminar.

Fuente: Elaboración Propia.

Posteriormente en gabinete se hizo el aforo de las imágenes registradas en video para luego confeccionar el histograma que determinó la hora pico y el día pico para el aforo vehicular definitivo.

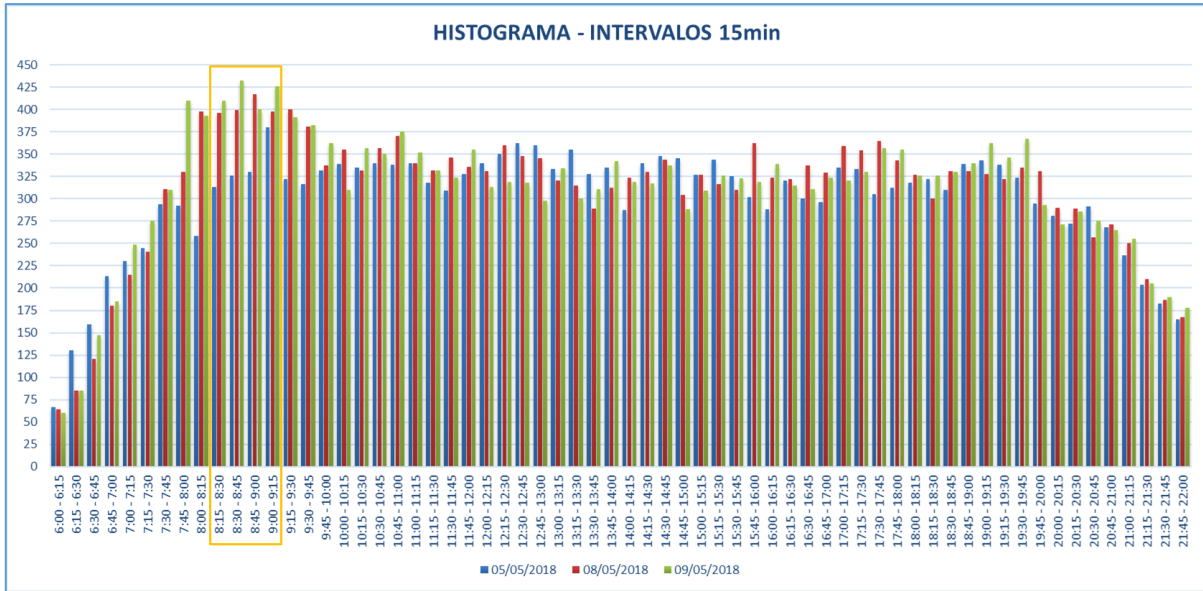


Figura 85. Histograma – Intervalos de 15 minutos.

Fuente: Elaboración Propia.

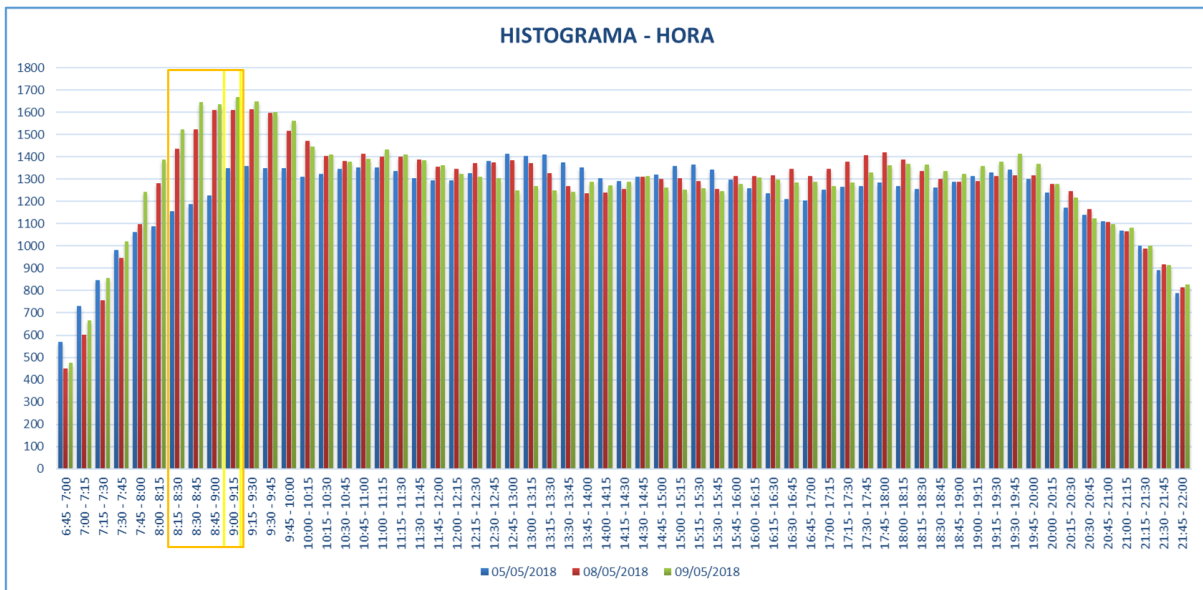


Figura 86. Histograma – Intervalos de 1 hora.

Fuente: Elaboración Propia.

En los histogramas anteriores se pueden observar 3 gráficas, de azul, el sábado, de rojo, el martes y de verde el miércoles. Así mismo, se evidencia (en amarillo) que la hora pico se dio el miércoles de 8:15am a 9:15am con el máximo volumen registrado en el aforo. Además, en

las gráficas del martes y miércoles se puede observar que tienen un patrón similar, y que este difiere con la gráfica del sábado.

En la siguiente tabla se muestran los volúmenes y horarios pico de los días, sábado, martes y miércoles, y también se resalta en amarillo el día y el horario pico en los que se efectúan los aforos definitivos.

Tabla 24. Resultado del Aforo Preliminar.

|           |             |           |           |
|-----------|-------------|-----------|-----------|
| VOLUMEN   | 1412        | 1614      | 1668      |
| HORA PICO | 12:00-13:00 | 8:30-9:30 | 8:15-9:15 |
| DÍA       | Sábado      | Martes    | Miercoles |

Fuente: Elaboración Propia.

### 3.5.1.2.2 Aforo Vehicular Definitivo

Este procedimiento se efectuó manualmente *in situ* el miércoles 6 de junio del 2018 de 8:15am a 9:15am con la colaboración de aforadores que fueron ubicados en cada acceso de cada intersección, con los movimientos vehiculares especificados para el conteo y provistos de las fichas de aforo. Sin embargo, en las intersecciones como la Av. Tomás Tuyro Tupac – Av. De la Cultura, Av. Cusco – Av. De la Cultura y la intersección de la Av. Cusco – Av. Tomás Tuyro Tupac se empleó el uso de equipo filmográfico por motivos que se expusieron ya anteriormente.

La disposición de los aforadores se dio de la siguiente manera; un aforador por cada acceso a la intersección, por ejemplo, si la intersección tiene 4 accesos, se emplean 4 aforadores.



Figura 87. Ubicación de Aforadores en la Intersección Ca. Alemania Federal – Av. Cusco.

Fuente: Elaboración Propia.

Para la disposición de las cámaras filmadoras, en las intersecciones de la Av. Cusco – Av. De la Cultura y Av. Tomás Tuyro Tupac – Av. De la Cultura (4to paradero y 7mo paradero de San Sebastián) se dispuso de 2 cámaras filmadoras por intersección, ambas cámaras ubicadas de manera que se puedan registrar imágenes de toda la intersección y parte adyacente de las vías

de los accesos. En el caso de la Av. Cusco – Av. Tomás Tuyro Tupac, se ubicó la cámara filmadora en un establecimiento adyacente tal y como se hizo para el registro filmográfico del aforo preliminar.



Figura 88. Ubicación de Aforadores en la Intersección Av. Cusco – Av. De la Cultura.

Fuente: Elaboración Propia.



Figura 89. Equipo de Aforo y Filmación.

Fuentes: Elaboración Propia.

### 3.5.1.3 Toma de Datos del Aforo Vehicular Definitivo

Con los instrumentos metodológicos mostrados anteriormente se procedió al registro de Datos del Aforo Vehicular Definitivo:

Tabla 25. Aforo de la Av. Cusco (Colegio Diego Quispe Tito).

| HORAS DE CONTROL |     | AUTOS |   | PICK UP |   | SERVICIO DE TRANSP. URBANO |    | BUS |   | CAMION LIGERO |   | CAMION MEDIANO |   | CAMION PESADO |   | ARTICULADOS |   |   |   |   |   |   |
|------------------|-----|-------|---|---------|---|----------------------------|----|-----|---|---------------|---|----------------|---|---------------|---|-------------|---|---|---|---|---|---|
|                  |     | ←     | → | ←       | → | ←                          | →  | ←   | → | ←             | → | ←              | → | ←             | → | ←           | → |   |   |   |   |   |
| 8:15 - 8:30      | 261 | 0     | 0 | 38      | 0 | 0                          | 25 | 0   | 0 | 1             | 0 | 0              | 5 | 0             | 0 | 3           | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 8:30 - 8:45      | 272 | 0     | 0 | 49      | 0 | 0                          | 22 | 0   | 0 | 5             | 0 | 0              | 7 | 0             | 0 | 1           | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 8:45 - 9:00      | 339 | 0     | 0 | 36      | 0 | 0                          | 13 | 0   | 0 | 0             | 0 | 0              | 5 | 0             | 0 | 3           | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 9:00 - 9:15      | 260 | 0     | 0 | 34      | 0 | 0                          | 14 | 0   | 0 | 0             | 0 | 0              | 4 | 0             | 0 | 8           | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 |

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 26. Aforo de la Intersección Av. Cusco – Ca. Diego de Almagro.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TEMA: "EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO DE LA Av. CUSCO Y DE LA Av. TOMÁS TUYRO TUPAC EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN DE LA CIUDAD DEL CUSCO"  
AFORO DE VOLUMEN VEHICULAR

CONTEOS DE VOLUMENES VEHICULARES. TEMPLO DE SAN SEBASTIÁN SUBIDA

INTERSECCION: AV. CUSCO-CALLE DIEGO DE ALMAGRO AV. CUSCO AV. CUSCO  
DISTRITO: SAN SEBASTIAN CUSCO  
CIUDAD: CUSCO C. DIEGO DE ALMAGRO

DI AFECHA: 06/06/2018  
NOMBRE: RODRIGO VALVERDE  
DNI: 73739387

| HORAS DE CONTROL | AUTOS |     |    | PICK UP |    |   | SERVICIO DE TRANSP URBANO |    |   | BUS |   |   | CAMION LIGERO |   |   | CAMION MEDIANO |   |   | CAMION PESADO |   |   | ARTICULADOS |   |   |
|------------------|-------|-----|----|---------|----|---|---------------------------|----|---|-----|---|---|---------------|---|---|----------------|---|---|---------------|---|---|-------------|---|---|
|                  | 1     | 2   | 3  | 1       | 2  | 3 | 1                         | 2  | 3 | 1   | 2 | 3 | 1             | 2 | 3 | 1              | 2 | 3 | 1             | 2 | 3 | 1           | 2 | 3 |
| 8:15 - 8:30      | 29    | 198 | 16 | 3       | 27 | 3 | 0                         | 15 | 0 | 0   | 0 | 0 | 2             | 0 | 0 | 6              | 0 | 0 | 2             | 1 | 0 | 0           | 0 | 0 |
| 8:30 - 8:45      | 17    | 201 | 24 | 3       | 43 | 3 | 0                         | 18 | 0 | 0   | 5 | 0 | 2             | 3 | 0 | 0              | 1 | 0 | 0             | 0 | 0 | 0           | 0 | 0 |
| 8:45 - 9:00      | 20    | 215 | 14 | 1       | 22 | 0 | 0                         | 12 | 0 | 1   | 2 | 0 | 1             | 2 | 2 | 1              | 3 | 0 | 0             | 0 | 0 | 0           | 0 | 0 |
| 9:00 - 9:15      | 18    | 217 | 14 | 2       | 25 | 2 | 0                         | 15 | 0 | 0   | 3 | 0 | 1             | 7 | 0 | 1              | 1 | 0 | 0             | 1 | 0 | 0           | 0 | 0 |

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 27. Aforo de la Intersección Av. Cusco – Ca. Bolívar.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TEMA: "EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO DE LA Av. CUSCO Y DE LA Av. TOMÁS TUYRO TUPAC EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN DE LA CIUDAD DEL CUSCO"  
AFORO DE VOLUMEN VEHICULAR

CONTEOS DE VOLUMENES VEHICULARES. SUBIDA

INTERSECCION: AV. CUSCO-CALLE DIEGO DE ALMAGRO AV. CUSCO AV. CUSCO  
DISTRITO: SAN SEBASTIAN CUSCO  
CIUDAD: CUSCO C. Bolívar

DI A FECHA: 06/06/2018  
NOMBRE: NICOLE VALENZUELA  
DNI: 71073250

| HORAS DE CONTROL | AUTOS |     |    | PICK UP |    |   | SERVICIO DE TRANSP URBANO |    |   | BUS |   |   | CAMION LIGERO |    |   | CAMION MEDIANO |   |   | CAMION PESADO |   |   | ARTICULADOS |   |   |
|------------------|-------|-----|----|---------|----|---|---------------------------|----|---|-----|---|---|---------------|----|---|----------------|---|---|---------------|---|---|-------------|---|---|
|                  | 1     | 2   | 3  | 1       | 2  | 3 | 1                         | 2  | 3 | 1   | 2 | 3 | 1             | 2  | 3 | 1              | 2 | 3 | 1             | 2 | 3 | 1           | 2 | 3 |
| 8:15 - 8:30      | 11    | 233 | 8  | 2       | 18 | 1 | 0                         | 17 | 0 | 0   | 0 | 0 | 0             | 6  | 0 | 0              | 1 | 0 | 0             | 0 | 0 | 0           | 0 | 0 |
| 8:30 - 8:45      | 12    | 236 | 11 | 2       | 25 | 1 | 0                         | 16 | 0 | 0   | 1 | 0 | 0             | 4  | 0 | 0              | 0 | 0 | 0             | 0 | 0 | 0           | 0 | 0 |
| 8:45 - 9:00      | 19    | 210 | 5  | 2       | 17 | 1 | 0                         | 12 | 0 | 0   | 2 | 0 | 0             | 4  | 0 | 0              | 2 | 0 | 0             | 1 | 0 | 0           | 0 | 0 |
| 9:00 - 9:15      | 16    | 211 | 8  | 3       | 20 | 1 | 0                         | 15 | 0 | 0   | 0 | 0 | 0             | 10 | 1 | 0              | 1 | 1 | 0             | 0 | 0 | 0           | 0 | 0 |

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 28. Aforo de la Intersección Av. Cusco – Av. Tomás Tuyro Tupac.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TEMA: "EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO DE LA Av. CUSCO Y DE LA Av. TOMÁS TUYRO TUPAC EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN DE LA CIUDAD DEL CUSCO"  
AFORO DE VOLUMEN VEHICULAR

CONTEOS DE VOLUMENES VEHICULARES. SUBIDA

INTERSECCION: AV. CUSCO-TUYRO TUPAC AV. CUSCO AV. CUSCO  
DISTRITO: SAN SEBASTIAN CUSCO  
CIUDAD: CUSCO TUYRO TUPAC

FECHA: 06/06/2018  
NOMBRE: DAVID SALAZAR  
DNI: 72185287

| HORAS DE CONTROL | AUTOS |     |     | PICK UP |    |   | SERVICIO DE TRANSP URBANO |    |   | BUS |   |   | CAMION LIGERO |   |   | CAMION MEDIANO |    |   | CAMION PESADO |   |   | ARTICULADOS |   |   |
|------------------|-------|-----|-----|---------|----|---|---------------------------|----|---|-----|---|---|---------------|---|---|----------------|----|---|---------------|---|---|-------------|---|---|
|                  | 1     | 2   | 3   | 1       | 2  | 3 | 1                         | 2  | 3 | 1   | 2 | 3 | 1             | 2 | 3 | 1              | 2  | 3 | 1             | 2 | 3 | 1           | 2 | 3 |
| 8:15 - 8:30      | 34    | 204 | 65  | 0       | 14 | 5 | 2                         | 11 | 2 | 0   | 0 | 0 | 1             | 3 | 0 | 0              | 6  | 5 | 0             | 3 | 0 | 0           | 1 | 0 |
| 8:30 - 8:45      | 53    | 180 | 66  | 4       | 20 | 3 | 2                         | 12 | 3 | 0   | 0 | 0 | 1             | 4 | 0 | 1              | 4  | 1 | 0             | 4 | 0 | 0           | 0 | 2 |
| 8:45 - 9:00      | 53    | 190 | 59  | 1       | 9  | 8 | 2                         | 9  | 2 | 0   | 1 | 0 | 2             | 4 | 1 | 2              | 4  | 0 | 0             | 2 | 0 | 0           | 0 | 2 |
| 9:00 - 9:15      | 43    | 177 | 225 | 2       | 15 | 2 | 2                         | 9  | 3 | 0   | 2 | 0 | 0             | 8 | 1 | 1              | 11 | 1 | 0             | 1 | 0 | 0           | 0 | 2 |

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 29. Aforo de la Intersección Av. Cusco – Ca. Felipe Sicus.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TEMA: "EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO DE LA Av. CUSCO Y DE LA Av. TOMÁS TUYRO TUPAC EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN DE LA CIUDAD DEL CUSCO"  
AFORO DE VOLUMEN VEHICULAR

CONTEOS DE VOLUMENES VEHICULARES. SUBIDA

INTERSECCION: AV. CUSCO-TUYRO TUPAC AV. CUSCO AV. CUSCO  
DISTRITO: SAN SEBASTIAN CUSCO  
CIUDAD: CUSCO CA FELIPE SICUS

FECHA: 06/06/2018  
NOMBRE: DAVID SALAZAR  
DNI: 72185287

| HORAS DE CONTROL | AUTOS |     |    | PICK UP |    |   | SERVICIO DE TRANSP URBANO |    |   | BUS |   |   | CAMION LIGERO |   |   | CAMION MEDIANO |   |   | CAMION PESADO |   |   | ARTICULADOS |   |   |
|------------------|-------|-----|----|---------|----|---|---------------------------|----|---|-----|---|---|---------------|---|---|----------------|---|---|---------------|---|---|-------------|---|---|
|                  | 1     | 2   | 3  | 1       | 2  | 3 | 1                         | 2  | 3 | 1   | 2 | 3 | 1             | 2 | 3 | 1              | 2 | 3 | 1             | 2 | 3 | 1           | 2 | 3 |
| 8:15 - 8:30      | 20    | 129 | 27 | 2       | 7  | 3 | 0                         | 6  | 0 | 0   | 0 | 0 | 0             | 4 | 0 | 0              | 3 | 2 | 0             | 1 | 0 | 0           | 0 | 0 |
| 8:30 - 8:45      | 25    | 172 | 34 | 3       | 10 | 1 | 0                         | 15 | 0 | 0   | 0 | 0 | 2             | 1 | 0 | 0              | 4 | 0 | 0             | 0 | 0 | 0           | 0 | 0 |
| 8:45 - 9:00      | 34    | 163 | 29 | 5       | 9  | 1 | 0                         | 10 | 0 | 1   | 0 | 0 | 3             | 1 | 1 | 7              | 1 | 0 | 0             | 0 | 0 | 0           | 0 | 0 |
| 9:00 - 9:15      | 16    | 169 | 27 | 1       | 15 | 4 | 0                         | 8  | 0 | 0   | 0 | 0 | 0             | 1 | 0 | 0              | 8 | 1 | 0             | 0 | 0 | 0           | 0 | 0 |

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 30. Aforo de la Intersección Av. Cusco – Ca. Alemania Federal.

**UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO**  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TEMA: "EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO DE LA AV. CUSCO Y DE LA AV. TOMÁS TUYRO TUPAC EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN DE LA CIUDAD DEL CUSCO"  
AFORO DE VOLUMEN VEHICULAR

CONTEOS DE VOLUMENES VEHICULARES.

INTERSECCION: ALEMANIA FEDERAL AV. CUSCO CA. ALEMANIA FEDERAL  
DISTRITO: SAN SEBASTIAN CUSCO  
CIUDAD: CUSCO

Los GERANOS

FECHA: 06/08/2018  
NOMBRE: LUIS VELA  
DNI: 70686451

| HORAS DE CONTROL | AUTOS |     |    | PICK UP |    |    | BUS SERVICIO DE TRANSP URBANO |    |   | BUS |   |   | CAMION LIGERO |   |   | CAMION MEDIANO |   |   | CAMION PESADO |   |   | ARTICULADOS |   |   |
|------------------|-------|-----|----|---------|----|----|-------------------------------|----|---|-----|---|---|---------------|---|---|----------------|---|---|---------------|---|---|-------------|---|---|
|                  | 1     | 2   | 3  | 1       | 2  | 3  | 1                             | 2  | 3 | 1   | 2 | 3 | 1             | 2 | 3 | 1              | 2 | 3 | 1             | 2 | 3 | 1           | 2 | 3 |
| 9:15 - 9:30      | 41    | 111 | 48 | 7       | 14 | 11 | 5                             | 8  | 2 | 0   | 0 | 3 | 2             | 6 | 1 | 1              | 2 | 1 | 0             | 0 | 0 | 0           | 0 | 0 |
| 9:30 - 9:45      | 28    | 109 | 46 | 4       | 16 | 5  | 7                             | 12 | 1 | 0   | 1 | 0 | 2             | 2 | 1 | 0              | 1 | 1 | 0             | 1 | 1 | 0           | 0 | 0 |
| 9:45 - 9:00      | 38    | 109 | 38 | 9       | 20 | 2  | 6                             | 9  | 5 | 0   | 1 | 0 | 2             | 5 | 0 | 2              | 1 | 0 | 1             | 2 | 0 | 0           | 0 | 0 |
| 9:00 - 9:15      | 28    | 73  | 28 | 9       | 14 | 6  | 3                             | 6  | 3 | 0   | 0 | 0 | 1             | 4 | 1 | 1              | 2 | 0 | 3             | 2 | 0 | 0           | 0 | 0 |

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 31. Aforo de la Intersección Av. Cusco – Av. De la Cultura.

**UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO**  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TEMA: "EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO DE LA AV. CUSCO Y DE LA AV. TOMÁS TUYRO TUPAC EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN DE LA CIUDAD DEL CUSCO"  
AFORO DE VOLUMEN VEHICULAR

CONTEOS DE VOLUMENES VEHICULARES.

INTERSECCION: AV. CUSCO - AV. DE LA CULTURA  
DISTRITO: SAN SEBASTIAN CUSCO  
CIUDAD: CUSCO

COMSARMA AV. CUSCO AV. DE LA CULTURA

FECHA: 06/08/2018  
NOMBRE: DAVID SALAZAR  
DNI: 72185287

| HORAS DE CONTROL | AUTOS |     |    | PICK UP |    |   | SERVICIO DE TRANSP URBANO |     |   | BUS |    |   | CAMION LIGERO |   |   | CAMION MEDIANO |    |   | CAMION PESADO |    |   | ARTICULADOS |   |   |
|------------------|-------|-----|----|---------|----|---|---------------------------|-----|---|-----|----|---|---------------|---|---|----------------|----|---|---------------|----|---|-------------|---|---|
|                  | 1     | 2   | 3  | 1       | 2  | 3 | 1                         | 2   | 3 | 1   | 2  | 3 | 1             | 2 | 3 | 1              | 2  | 3 | 1             | 2  | 3 | 1           | 2 | 3 |
| 9:15 - 9:30      | 58    | 639 | 46 | 8       | 59 | 9 | 3                         | 100 | 4 | 0   | 10 | 0 | 0             | 6 | 0 | 2              | 26 | 0 | 0             | 7  | 0 | 0           | 1 | 0 |
| 9:30 - 9:45      | 35    | 599 | 47 | 6       | 71 | 5 | 2                         | 106 | 6 | 0   | 5  | 0 | 0             | 4 | 0 | 4              | 32 | 1 | 0             | 10 | 0 | 0           | 0 | 0 |
| 9:45 - 9:00      | 47    | 573 | 48 | 4       | 71 | 8 | 4                         | 107 | 5 | 0   | 17 | 1 | 0             | 4 | 0 | 1              | 28 | 4 | 0             | 8  | 1 | 0           | 3 | 0 |
| 9:00 - 9:15      | 34    | 542 | 53 | 5       | 80 | 4 | 2                         | 93  | 4 | 0   | 12 | 0 | 0             | 2 | 0 | 2              | 20 | 8 | 1             | 4  | 0 | 0           | 1 | 0 |

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 32. Aforo de la Intersección Av. Tomás Tuyo Tupac – Av. De la Cultura.

**UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO**  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TEMA: "EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO DE LA AV. CUSCO Y DE LA AV. TOMÁS TUYRO TUPAC EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN DE LA CIUDAD DEL CUSCO"  
AFORO DE VOLUMEN VEHICULAR

CONTEOS DE VOLUMENES VEHICULARES.

INTERSECCION: AV. TOMÁS TUYRO TUPAC - AV. DE LA CULTURA  
DISTRITO: SAN SEBASTIAN CUSCO  
CIUDAD: CUSCO

AV. TOMÁS TUYRO AV. DE LA CULTURA

FECHA: 06/08/2018  
NOMBRE: DAVID SALAZAR  
DNI: 72185287

| HORAS DE CONTROL | AUTOS |     |    | PICK UP |    |   | SERVICIO DE TRANSP URBANO |     |   | BUS |    |   | CAMION LIGERO |    |   | CAMION MEDIANO |    |   | CAMION PESADO |   |   | ARTICULADOS |   |   |
|------------------|-------|-----|----|---------|----|---|---------------------------|-----|---|-----|----|---|---------------|----|---|----------------|----|---|---------------|---|---|-------------|---|---|
|                  | 1     | 2   | 3  | 1       | 2  | 3 | 1                         | 2   | 3 | 1   | 2  | 3 | 1             | 2  | 3 | 1              | 2  | 3 | 1             | 2 | 3 | 1           | 2 | 3 |
| 9:15 - 9:30      | 80    | 726 | 17 | 47      | 29 | 0 | 0                         | 100 | 0 | 0   | 8  | 1 | 0             | 11 | 0 | 7              | 17 | 4 | 2             | 1 | 3 | 1           | 0 | 1 |
| 9:30 - 9:45      | 81    | 690 | 9  | 7       | 67 | 2 | 0                         | 114 | 0 | 1   | 7  | 0 | 0             | 9  | 0 | 4              | 21 | 0 | 1             | 8 | 2 | 1           | 0 | 1 |
| 9:45 - 9:00      | 75    | 696 | 11 | 4       | 74 | 2 | 0                         | 106 | 0 | 1   | 14 | 1 | 1             | 8  | 0 | 3              | 19 | 3 | 0             | 3 | 2 | 2           | 0 | 0 |
| 9:00 - 9:15      | 52    | 615 | 11 | 11      | 88 | 3 | 0                         | 91  | 0 | 1   | 5  | 2 | 0             | 4  | 0 | 10             | 21 | 1 | 1             | 2 | 0 | 2           | 0 | 1 |

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 33. Aforo de la Intersección Av. Tomás Tuyo Tupac – Ca. Kantu.

**UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO**  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TEMA: "EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO DE LA AV. CUSCO Y DE LA AV. TOMÁS TUYRO TUPAC EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN DE LA CIUDAD DEL CUSCO"  
AFORO DE VOLUMEN VEHICULAR

CONTEOS DE VOLUMENES VEHICULARES.

INTERSECCION: AV. TOMÁS TUYRO TUPAC - CA. KANTU  
DISTRITO: SAN SEBASTIAN CUSCO  
CIUDAD: CUSCO

AV. TOMÁS TUYRO CA. KANTU

FECHA: 06/08/2018  
NOMBRE: MARCO PACCOWA  
DNI: 47564014

| HORAS DE CONTROL | AUTOS |    |    | PICK UP |    |   | SERVICIO DE TRANSP URBANO |   |    | BUS |   |   | CAMION LIGERO |   |   | CAMION MEDIANO |   |   | CAMION PESADO |   |   | ARTICULADOS |   |   |
|------------------|-------|----|----|---------|----|---|---------------------------|---|----|-----|---|---|---------------|---|---|----------------|---|---|---------------|---|---|-------------|---|---|
|                  | 1     | 2  | 3  | 1       | 2  | 3 | 1                         | 2 | 3  | 1   | 2 | 3 | 1             | 2 | 3 | 1              | 2 | 3 | 1             | 2 | 3 | 1           | 2 | 3 |
| 9:15 - 9:30      | 7     | 70 | 15 | 1       | 13 | 8 | 2                         | 3 | 7  | 0   | 1 | 0 | 0             | 1 | 0 | 0              | 5 | 0 | 0             | 6 | 0 | 0           | 0 | 0 |
| 9:30 - 9:45      | 15    | 46 | 16 | 1       | 7  | 3 | 3                         | 4 | 5  | 0   | 1 | 0 | 0             | 4 | 0 | 0              | 0 | 0 | 0             | 6 | 0 | 0           | 3 | 0 |
| 9:45 - 9:00      | 8     | 59 | 15 | 1       | 8  | 4 | 3                         | 5 | 14 | 1   | 1 | 0 | 0             | 6 | 0 | 0              | 3 | 0 | 0             | 1 | 0 | 0           | 2 | 0 |
| 9:00 - 9:15      | 7     | 53 | 12 | 3       | 8  | 0 | 3                         | 4 | 5  | 0   | 1 | 1 | 0             | 5 | 0 | 0              | 7 | 0 | 0             | 1 | 0 | 0           | 2 | 0 |

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 34. Aforo de la Intersección Av. Tomás Tuyo Tupac – Vía Expresa.

| UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO<br>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA<br>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL |       | TEMA: "EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO DE LA Av. CUSCO Y DE LA Av. TOMÁS TUYRO TUPAC EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN DE LA CIUDAD DEL CUSCO"<br>AFORO DE VOLUMEN VEHICULAR |                           |       |               |                |               |             |   |   |   |
|--|-------|---|---------------------------|-------|---------------|----------------|---------------|-------------|---|---|---|
| CONTEOS DE VOLUMENES VEHICULARES   |       | BAJADA <input type="checkbox"/> AV. TOMÁS TUYRO TUPAC   |                           |       |               |                |               |             |   |   |   |
| INTERSECCIÓN: AV. TOMÁS TUYRO TUPAC VÍA EXPRESA  |       | VÍA EXPRESA <input type="checkbox"/> VÍA EXPRESA <input type="checkbox"/>   |                           |       |               |                |               |             |   |   |   |
| DISTRITO: SAN SEBASTIÁN  |       | FECHA: 06/06/2018   |                           |       |               |                |               |             |   |   |   |
| CIUDAD: CUSCO  |       | NOMBRE: JORGE CORNEJO   |                           |       |               |                |               |             |   |   |   |
|  |       | DNI: 72735194   |                           |       |               |                |               |             |   |   |   |
| HORAS DE CONTROL   | AUTOS | PICK UP   | SERVICIO DE TRANSP URBANO | BUS   | CAMION LIGERO | CAMION MEDIANO | CAMION PESADO | ARTICULADOS |   |   |   |
|  | 1 2 3 | 1 2 3   | 1 2 3                     | 1 2 3 | 1 2 3         | 1 2 3          | 1 2 3         | 1 2 3       |   |   |   |
| 8:15 - 8:30  | 24    | 125   | 36                        | 7     | 31            | 6              | 5             | 5           | 0 | 2 | 0 |
| 8:30 - 8:45  | 19    | 118   | 26                        | 3     | 18            | 5              | 6             | 5           | 1 | 4 | 0 |
| 8:45 - 9:00  | 12    | 73  | 31                        | 0     | 17            | 3              | 8             | 2           | 0 | 0 | 5 |
| 9:00 - 9:15  | 13    | 54  | 25                        | 1     | 14            | 5              | 6             | 4           | 0 | 6 | 6 |

Fuente: Elaboración Propia.

Como parte de este registro, pero de manera aislada, se registró el número de buses de servicio urbano que hacen uso de los paraderos dentro de los accesos a 72.6 metros hacia las intersecciones de estudio durante los intervalos de verde. De la misma manera se hizo el conteo de maniobras de estacionamiento.

Tabla 35. Registro de Datos de Paraderos y Estacionamientos.

| UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO<br>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA<br>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL |                                       | TEMA: "EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO DE LA Av. CUSCO Y DE LA Av. TOMÁS TUYRO TUPAC EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN DE LA CIUDAD DEL CUSCO"<br>REGISTRO DE DATOS DE PARADEROS Y ESTACIONAMIENTOS EN INTERSECCIONES SEMAFORIZADAS |                               |   |
|--|---------------------------------------|--|-------------------------------|---|
| DISTRITO: SAN SEBASTIÁN  |                                       | FECHA: 06/06/2018  |                               |   |
| CIUDAD: CUSCO  |                                       | NOMBRE: DAVID RICARDO SALAZAR UNDA   |                               |   |
|  |                                       | DNI: 72185287  |                               |   |
| CONTEO DE VEHICULOS DE BUSES DE SERVICIO URBANO QUE HACEN USO DE LOS PARADEROS                                   |                                       |  |                               |   |
| INTERSECCIÓN ACCESO  | AV. CUSCO (COLEGIO DIEGO QUISPE TITO) | AV. CUSCO - AV. TOMÁS TUYRO TUPAC  | AV. CUSCO - AV. DE LA CULTURA | AV. TOMÁS TUYRO TUPAC - AV. DE LA CULTURA |
| NORTE  | 0                                     | 0  | -                             | -   |
| SUR  | 0                                     | 5  | 0                             | 0   |
| OESTE  | 5                                     | 6  | 67                            | 70  |
| ESTE   | 5                                     | 5  | 76                            | 75  |
| CONTEO DE MANIOBRAS DE ESTACIONAMIENTO   |                                       |  |                               |   |
| INTERSECCIÓN ACCESO  | AV. CUSCO (COLEGIO DIEGO QUISPE TITO) | AV. CUSCO - AV. TOMÁS TUYRO TUPAC  | AV. CUSCO - AV. DE LA CULTURA | AV. TOMÁS TUYRO TUPAC - AV. DE LA CULTURA |
| NORTE  | 0                                     | 0  | -                             | -   |
| SUR  | 0                                     | 0  | 2                             | 0   |
| OESTE  | 0                                     | 2  | 1                             | 0   |
| ESTE   | 0                                     | 1  | 0                             | 0   |

Fuente: Elaboración Propia.

### 3.5.2 Aforo Peatonal

#### 3.5.2.1 Equipos Utilizados en la Prueba

##### Cámara Filmadora

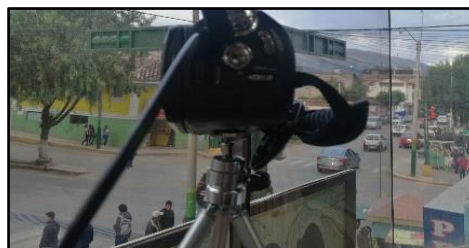


Figura 90. Cámara Filmadora *in situ* para Aforo Peatonal.

Fuente: Elaboración Propia.

### 3.5.2.2 Procedimiento del Aforo Peatonal

Este procedimiento consiste en el registro del número de peatones que cruzan los accesos de una intersección.

Este procedimiento se realiza *in situ*, con aforadores. En casos en que la intersección presente gran afluencia de peatones, el aforo vehicular manual será defectuoso por la dificultad que ello significa para el aforador, por esta razón se hace uso de cámaras filmadoras, estas deben estar ubicadas estratégicamente enfocando todos los accesos de la intersección.

El aforo peatonal se realizó el miércoles 4 de julio del 2018 durante el mismo intervalo de tiempo en el que se realizó el aforo vehicular definitivo que se estableció previamente.

### 3.5.2.3 Toma de Datos del Aforo Peatonal



Utilizando los instrumentos metodológicos correspondiente mostrado anteriormente se procedió a la recopilación de Datos del Aforo Peatonal:

Tabla 36. Aforo Peatonal de la Av. Cusco (Colégio Diego Quispe Tito).

|  <b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</b><br><b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</b><br>TEMA: "EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO DE LA Av. CUSCO Y DE LA Av. TOMÁS TUYRO TUPAC EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN DE LA CIUDAD DEL CUSCO"<br><b>AFORO DE VOLUMEN PEATONAL</b>  |              |                      |            |              |
|---|--------------|----------------------|------------|--------------|
| INTERSECCION: AV. CUSCO (COLEGIO QUISPE TITO)   |              | FECHA: 04/07/2018    |            |              |
| DISTRITO: SAN SEBASTIÁN   |              | NOMBRES : LUCIA ECOS |            | HUGO AGUILAR |
| CIUDAD: CUSCO   |              | DNI: 48187023        |            | 73194645     |
| INTERVALO DE CONTROL  | ACCESO OESTE | ACCESO ESTE          | ACCESO SUR | ACCESO NORTE |
| 8:15 - 8:30   | 167          | -                    | -          | -            |
| 8:30 - 8:45   | 113          | -                    | -          | -            |
| 8:45 - 9:00   | 84           | -                    | -          | -            |
| 9:00 - 9:15   | 67           | -                    | -          | -            |

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 37. Aforo Peatonal de la Intersección de la Av. Cusco – Ca. Diego de Almagro.

|  <b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</b><br><b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</b><br>TEMA: "EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO DE LA Av. CUSCO Y DE LA Av. TOMÁS TUYRO TUPAC EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN DE LA CIUDAD DEL CUSCO"<br><b>AFORO DE VOLUMEN PEATONAL</b>  |              |                            |            |                  |
|--|--------------|----------------------------|------------|------------------|
| INTERSECCION: AV. CUSCO - CA. DIEGO DE ALMAGRO   |              | FECHA: 04/07/2018          |            |                  |
| DISTRITO: SAN SEBASTIÁN  |              | NOMBRES : RODRIGO VALVERDE |            | LAURA DE LA CRUZ |
| CIUDAD: CUSCO  |              | DNI: 73739367              |            | 70041390         |
| INTERVALO DE CONTROL   | ACCESO OESTE | ACCESO ESTE                | ACCESO SUR | ACCESO NORTE     |
| 8:15 - 8:30  | 75           | 16                         | 93         | -                |
| 8:30 - 8:45  | 57           | 11                         | 74         | -                |
| 8:45 - 9:00  | 45           | 14                         | 77         | -                |
| 9:00 - 9:15  | 43           | 15                         | 56         | -                |

Fuente: Elaboración Propia.




Tabla 38. Aforo Peatonal de la Intersección de la Av. Cusco – Ca. Bolívar.

|  <p style="text-align: center;"><b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b><br/><b>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</b><br/><b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</b></p> <p style="text-align: center;">TEMA: "EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO DE LA Av. CUSCO Y DE LA Av. TOMÁS TUYRO TUPAC EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN DE LA CIUDAD DEL CUSCO"</p> <p style="text-align: center;"><u><b>AFORO DE VOLUMEN PEATONAL</b></u></p> <p>INTERSECCION: AV. CUSCO - CA. BOLIVAR<br/>DISTRITO: SAN SEBASTIÁN<br/>CIUDAD: CUSCO</p> <p style="text-align: right;">FECHA: 04/07/2018<br/>NOMBRES : ANDREA MOLLEDA NICOLE VALENZUELA<br/>DNI: 71292214 71073250</p> |              |             |            |              |
|---|--------------|-------------|------------|--------------|
| INTERVALO DE CONTROL  | ACCESO OESTE | ACCESO ESTE | ACCESO SUR | ACCESO NORTE |
| 8:15 - 8:30   | 41           | 48          | 65         | 56           |
| 8:30 - 8:45   | 34           | 43          | 68         | 51           |
| 8:45 - 9:00   | 23           | 31          | 50         | 45           |
| 9:00 - 9:15   | 14           | 38          | 41         | 40           |

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 39. Aforo Peatonal de la Intersección de la Av. Cusco – Av. Tomás Tuyo Tupac.

|  <p style="text-align: center;"><b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b><br/><b>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</b><br/><b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</b></p> <p style="text-align: center;">TEMA: "EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO DE LA Av. CUSCO Y DE LA Av. TOMÁS TUYRO TUPAC EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN DE LA CIUDAD DEL CUSCO"</p> <p style="text-align: center;"><u><b>AFORO DE VOLUMEN PEATONAL</b></u></p> <p>INTERSECCION: AV. CUSCO - AV. TOMPAS TUYRO TUPAC<br/>DISTRITO: SAN SEBASTIÁN<br/>CIUDAD: CUSCO</p> <p style="text-align: right;">FECHA: 04/07/2018<br/>NOMBRES : DAVID SALAZAR<br/>DNI: 72185287</p> |              |             |            |              |
|--|--------------|-------------|------------|--------------|
| INTERVALO DE CONTROL   | ACCESO OESTE | ACCESO ESTE | ACCESO SUR | ACCESO NORTE |
| 8:15 - 8:30  | 168          | 35          | 34         | 115          |
| 8:30 - 8:45  | 146          | 32          | 51         | 95           |
| 8:45 - 9:00  | 152          | 40          | 50         | 86           |
| 9:00 - 9:15  | 122          | 47          | 44         | 71           |


Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 40. Aforo Peatonal de la Intersección de la Av. Cusco – Ca. Felipe Sicus.

|  <p style="text-align: center;"><b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b><br/><b>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</b><br/><b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</b></p> <p style="text-align: center;">TEMA: "EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO DE LA Av. CUSCO Y DE LA Av. TOMÁS TUYRO TUPAC EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN DE LA CIUDAD DEL CUSCO"</p> <p style="text-align: center;"><u><b>AFORO DE VOLUMEN PEATONAL</b></u></p> <p>INTERSECCION: AV. CUSCO - CA. FELIPE SICUS<br/>DISTRITO: SAN SEBASTIÁN<br/>CIUDAD: CUSCO</p> <p style="text-align: right;">FECHA: 04/07/2018<br/>NOMBRES : DAVID SALAZAR<br/>DNI: 72185287</p> |              |             |            |              |
|--|--------------|-------------|------------|--------------|
| INTERVALO DE CONTROL   | ACCESO OESTE | ACCESO ESTE | ACCESO SUR | ACCESO NORTE |
| 8:15 - 8:30  | 10           | 34          | 45         | 34           |
| 8:30 - 8:45  | 15           | 37          | 65         | 38           |
| 8:45 - 9:00  | 25           | 43          | 66         | 43           |
| 9:00 - 9:15  | 22           | 42          | 68         | 37           |


Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 41. Aforo Peatonal de la Intersección de la Av. Cusco – Ca. Alemania Federal.

|  <p style="text-align: center;"><b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b><br/><b>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</b><br/><b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</b></p> <p style="text-align: center;">TEMA: "EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO DE LA Av. CUSCO Y DE LA Av. TOMÁS TUYRO TUPAC EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN DE LA CIUDAD DEL CUSCO"</p> <p style="text-align: center;"><u><b>AFORO DE VOLUMEN PEATONAL</b></u></p> <p>INTERSECCION: AV. CUSCO - CA. ALEMANIA FEDERAL      FECHA: 04/07/2018<br/>         DISTRITO: SAN SEBASTIÁN      NOMBRES: CESAR BARRAZA      RODRIGO LOAYZA<br/>         CIUDAD: CUSCO      DNI: 70416966      70517941</p> |              |             |            |              |
|--|--------------|-------------|------------|--------------|
| INTERVALO DE CONTROL   | ACCESO OESTE | ACCESO ESTE | ACCESO SUR | ACCESO NORTE |
| 8:15 - 8:30  | 48           | 78          | 37         | 25           |
| 8:30 - 8:45  | 43           | 67          | 35         | 18           |
| 8:45 - 9:00  | 35           | 73          | 23         | 29           |
| 9:00 - 9:15  | 38           | 42          | 29         | 12           |


Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 42. Aforo Peatonal de la Intersección de la Av. Cusco – Av. De la Cultura.

|  <p style="text-align: center;"><b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b><br/><b>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</b><br/><b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</b></p> <p style="text-align: center;">TEMA: "EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO DE LA Av. CUSCO Y DE LA Av. TOMÁS TUYRO TUPAC EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN DE LA CIUDAD DEL CUSCO"</p> <p style="text-align: center;"><u><b>AFORO DE VOLUMEN PEATONAL</b></u></p> <p>INTERSECCION: AV. CUSCO - AV. DE LA CULTURA      FECHA: 04/07/2018<br/>         DISTRITO: SAN SEBASTIÁN      NOMBRES: DAVID SALAZAR<br/>         CIUDAD: CUSCO      DNI: 72185287</p> |              |             |            |              |
|---|--------------|-------------|------------|--------------|
| INTERVALO DE CONTROL  | ACCESO OESTE | ACCESO ESTE | ACCESO SUR | ACCESO NORTE |
| 8:15 - 8:30   | 23           | 103         | 21         | -            |
| 8:30 - 8:45   | 21           | 88          | 25         | -            |
| 8:45 - 9:00   | 25           | 75          | 17         | -            |
| 9:00 - 9:15   | 19           | 78          | 21         | -            |

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 43. Aforo Peatonal de la Intersección de la Av. Tomás Tuyro Tupac – Av. De la Cultura.

|  <p style="text-align: center;"><b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b><br/><b>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</b><br/><b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</b></p> <p style="text-align: center;">TEMA: "EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO DE LA Av. CUSCO Y DE LA Av. TOMÁS TUYRO TUPAC EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN DE LA CIUDAD DEL CUSCO"</p> <p style="text-align: center;"><u><b>AFORO DE VOLUMEN PEATONAL</b></u></p> <p>INTERSECCION: AV. TOMÁS TUYRO TUPAC - AV. DE LA CULTURA      FECHA: 04/07/2018<br/>         DISTRITO: SAN SEBASTIÁN      NOMBRES: DAVID SALAZAR<br/>         CIUDAD: CUSCO      DNI: 72185287</p> |              |             |            |              |
|---|--------------|-------------|------------|--------------|
| INTERVALO DE CONTROL  | ACCESO OESTE | ACCESO ESTE | ACCESO SUR | ACCESO NORTE |
| 8:15 - 8:30   | 156          | 116         | 46         | -            |
| 8:30 - 8:45   | 90           | 78          | 45         | -            |
| 8:45 - 9:00   | 132          | 89          | 42         | -            |
| 9:00 - 9:15   | 102          | 89          | 56         | -            |

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 44. Aforo Peatonal de la Intersección de la Av. Tomás Tuyro Tupac – Ca. Kantu.

| <b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</b><br><b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</b>   |              |  |            |                             |
|---|--------------|--|------------|-----------------------------|
| TEMA: "EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO DE LA Av. CUSCO Y DE LA Av. TOMÁS TUYRO TUPAC EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN DE LA CIUDAD DEL CUSCO"<br><b>AFORO DE VOLUMEN PEATONAL</b> |              |  |            |                             |
| INTERSECCION: AV. TOMÁS TUYRO TUPAC - CA. KANTU<br>DISTRITO: SAN SEBASTIÁN<br>CIUDAD: CUSCO   |              | FECHA: 04/07/2018<br>NOMBRES : ADA USNAYO<br>DNI: 72203397 |            | PAVEL GUTIERREZ<br>70106385 |
| INTERVALO DE CONTROL  | ACCESO OESTE | ACCESO ESTE  | ACCESO SUR | ACCESO NORTE                |
| 8:15 - 8:30   | 21           | 16   | 11         | 17                          |
| 8:30 - 8:45   | 16           | 10   | 7          | 11                          |
| 8:45 - 9:00   | 8            | 7  | 6          | 11                          |
| 9:00 - 9:15   | 7            | 5  | 8          | 9                           |

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 45. Aforo Peatonal de la Intersección de la Av. Tomás Tuyro Tupac – Vía Expresa.

| <b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</b><br><b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</b>   |              |   |            |                           |
|---|--------------|---|------------|---------------------------|
| TEMA: "EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO DE LA Av. CUSCO Y DE LA Av. TOMÁS TUYRO TUPAC EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN DE LA CIUDAD DEL CUSCO"<br><b>AFORO DE VOLUMEN PEATONAL</b> |              |   |            |                           |
| INTERSECCION: AV. TOMÁS TUYRO TUPAC - VÍA EXPRESA<br>DISTRITO: SAN SEBASTIÁN<br>CIUDAD: CUSCO   |              | FECHA: 04/07/2018<br>NOMBRES : WINDER SULLCA<br>DNI: 43488337 |            | JORGE CORNEJO<br>72735194 |
| INTERVALO DE CONTROL  | ACCESO OESTE | ACCESO ESTE   | ACCESO SUR | ACCESO NORTE              |
| 8:15 - 8:30   | 13           | 7   | -          | 20                        |
| 8:30 - 8:45   | 8            | 6   | -          | 13                        |
| 8:45 - 9:00   | 5            | 5   | -          | 9                         |
| 9:00 - 9:15   | 2            | 2   | -          | 6                         |

Fuente: Elaboración Propia.

### 3.5.3 Levantamiento de Datos Geométricos y Datos del Dispositivo de Control

#### 3.5.3.1 Equipos Utilizados en la Prueba

Wincha



Figura 91. Wincha de 30m.

Fuente: Elaboración Propia.

## Eclímetro



Figura 92. Eclímetro.

Fuente: Elaboración Propia.

## 3.5.3.2 Procedimiento de Levantamiento de Datos Geométricos y Datos del Dispositivo de Control

## 3.5.3.2.1 Procedimiento de Levantamiento de Datos Geométricos

La toma de datos Geométricos inicialmente fue realizada haciendo la inspección visual de la infraestructura vial, para esto se hizo un recorrido por ambas avenidas y sus intersecciones.

- Se anotaron el número de carriles de cada acceso a las intersecciones y en número de carriles de las avenidas.
- Se registró la existencia de estacionamientos y paraderos próximos hasta los 76.2m de la intersección.
- Se registro la presencia de reductores de velocidad y puntos de acceso a las vías.



Figura 93. Inspección Visual de la Infraestructura Vial.

Fuente: Elaboración Propia.



Figura 94. Inspección de Presencia de Reductores de Velocidad.

Fuente: Elaboración Propia.



Figura 95. Inspección de Presencia de Paraderos.

Fuente: Elaboración Propia.



Figura 96. Inspección de Presencia de Estacionamientos.

Fuente: Elaboración Propia.



Figura 97. Inspección de Presencia de Puntos de Acceso.

Fuente: Elaboración Propia.

Luego se procedió a medir la geometría de la infraestructura:

- Se midió el ancho de los carriles de cada acceso y de las avenidas propiamente dichas.
- Se midió el ancho de las intersecciones para cada acceso.
- Se midieron las pendientes de cada acceso en cada intersección.
- Se midió la longitud de las avenidas por segmentos.



Figura 98. Medida de Ancho de Carril.

Fuente: Elaboración Propia.



Figura 99. Medida de Ancho de Intersección.

Fuente: Elaboración Propia.

La medida de las pendientes se realizó con el eclímetro. Primero se colocó el instrumento sobre la superficie del acceso (dispuesto como si se estuviera viendo a través del lente) y se niveló con la burbuja de aire, luego se procedió a tomar la medida marcada en el transportador en porcentaje.



Figura 100. Medida de la Pendiente de los Accesos.

Fuente: Elaboración Propia.



Figura 101. Medida de la Longitud de los Segmentos.

Fuente: Elaboración Propia.

#### 3.5.3.2.2 Procedimiento de Levantamiento de Datos del Dispositivo de Control

El procedimiento es básicamente una inspección visual de las intersecciones, dispositivos de control y el comportamiento del tránsito vehicular.

- Se determinó los movimientos de los vehículos en cada acceso, ya sea, movimientos a la derecha, izquierda y de frente.
- Se evidenció el tipo de dispositivo de control de la intersección, ya sea semaforizado o no semaforizado.
- Se registraron los intervalos semafóricos, el tipo de control semafórico y el plan de fases.
- Se registró el límite de velocidad de las vías.



Figura 102. Determinación de los Movimientos Vehiculares en los accesos.

Fuente: Elaboración Propia.



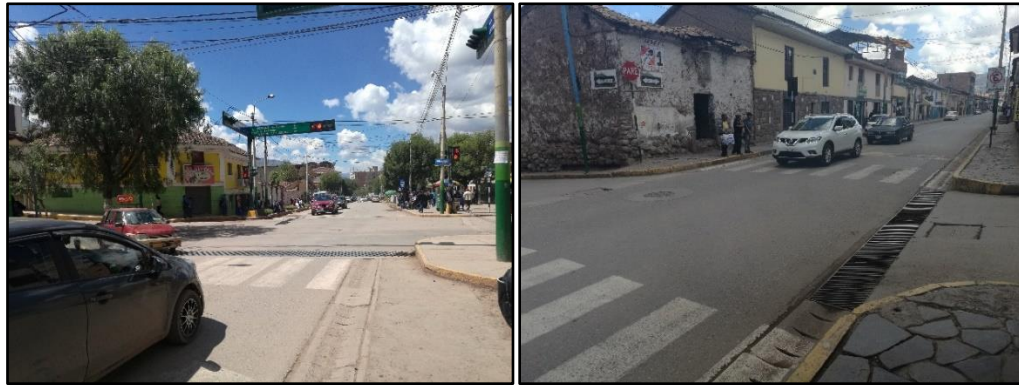


Figura 103. Inspección del Tipo de Dispositivo de Control de la Intersección.

Fuente: Elaboración Propia.



Figura 104. Registro de la Duración de la Información Semafórica.

Fuente: Elaboración Propia.



Figura 105. Registro del Límite de Velocidad.

Fuente: Elaboración Propia.

3.5.3.3 Toma de Datos Geométricos y Datos del Dispositivo de Control

3.5.3.3.1 Datos de Intersecciones

Con el instrumento metodológico correspondiente visto anteriormente, se realizó el registro de los Datos de Intersecciones:

Tabla 46. Registro de Datos de la Av. Cusco (C.E. Diego Quispe Tito).

| UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO<br>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA<br>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL   |      |              |  |            |              |
|--|------|--------------|--|------------|--------------|
| TEMA: "EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO DE LA Av. CUSCO Y DE LA Av. TOMÁS TUYRO TUPAC EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN DE LA CIUDAD DEL CUSCO"<br>REGISTRO DE DATOS DE INTERSECCIONES |      |              |  |            |              |
| INTERSECCION: AV. CUSCO (C.E. DIEGO QUISPE TITO)<br>DISTRITO: SAN SEBASTIÁN<br>CIUDAD: CUSCO   |      |              | FECHA: 14/07/2018<br>NOMBRE: DAVID RICARDO SALAZAR UNDA<br>DNI: 72185287 |            |              |
| DESCRIPCIÓN  | UNID | ACCESO OESTE | ACCESO ESTE  | ACCESO SUR | ACCESO NORTE |
| ANCHO DE CARRIL  | m    | 4            | 4  | -          | -            |
| PENDIENTE  | %    | -2           | 2.5  | -          | -            |
| N° DE CARRILES   | und  | 1            | 1  | -          | -            |
| E. ESTACIONAMIENTO   |      | NO           | NO   | -          | -            |
| E. PARADERO  |      | SI           | SI   | -          | -            |
| ANCHO DE INTERSECCIÓN  | m    | 15           | 15   | -          | -            |
| MOVIMIENTOS DEL FLUJO  |      | ↙ ↘          | ↙ ↘  | -          | -            |
| TIPO DE CONTROL  |      | SEMAFORIZADO |  |            |              |
| DISPOSITIVO DE CONTROL SEMAFORIZADO  |      |              |  |            |              |
| DURACIÓN DEL CICLO   | s    | 91           | 91   | 91         | 91           |
| TIEMPO VERDE   | s    | 60           | 60   | 20         | 20           |
| TIEMPO ROJO  | s    | 20           | 20   | 60         | 60           |
| TIEMPO AMARILLO  | s    | 3            | 3  | 3          | 3            |
| TIPO DE CONTROL SEMAFORICO   |      | PRE FIJADO   |  |            |              |
| PLAN DE FASES  | φ    | 2            |  |            |              |
| DISPOSITIVO DE CONTROL DE SEÑAL DE PARE  |      |              |  |            |              |
| VIA DE PRIORIDAD 1   |      | -            | -  | -          | -            |
| VIA DE PRIORIDAD 2   |      | -            | -  | -          | -            |

ESQUEMA:

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 47. Registro de Datos de la Intersección de la Av. Cusco – Ca. Diego de Almagro.

| UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO<br>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA<br>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL   |      |                                 |  |            |              |
|--|------|---------------------------------|--|------------|--------------|
| TEMA: "EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO DE LA Av. CUSCO Y DE LA Av. TOMÁS TUYRO TUPAC EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN DE LA CIUDAD DEL CUSCO"<br>REGISTRO DE DATOS DE INTERSECCIONES |      |                                 |  |            |              |
| INTERSECCION: AV. CUSCO - CA. DIEGO DE ALMAGRO<br>DISTRITO: SAN SEBASTIÁN<br>CIUDAD: CUSCO   |      |                                 | FECHA: 14/07/2018<br>NOMBRE: DAVID RICARDO SALAZAR UNDA<br>DNI: 72185287 |            |              |
| DESCRIPCIÓN  | UNID | ACCESO OESTE                    | ACCESO ESTE  | ACCESO SUR | ACCESO NORTE |
| ANCHO DE CARRIL  | m    | 3.5                             | 3.5  | 2.55       | -            |
| PENDIENTE  | %    | -2                              | 2  | 5          | -            |
| N° DE CARRILES   | und  | 1                               | 1  | 1          | -            |
| E. ESTACIONAMIENTO   |      | NO                              | NO   | NO         | -            |
| E. PARADERO  |      | SI                              | SI   | NO         | -            |
| ANCHO DE INTERSECCIÓN  | m    | 6                               | 6  | 8          | -            |
| MOVIMIENTOS DEL FLUJO  |      | ↙ ↘                             | ↙ ↘  | ↙ ↘        | ↙ ↘          |
| TIPO DE CONTROL  |      | NO SEMAFORIZADO / SEÑAL DE PARE |  |            |              |
| DISPOSITIVO DE CONTROL SEMAFORIZADO  |      |                                 |  |            |              |
| DURACIÓN DEL CICLO   |      | -                               | -  | -          | -            |
| TIEMPO VERDE   |      | -                               | -  | -          | -            |
| TIEMPO ROJO  |      | -                               | -  | -          | -            |
| TIEMPO AMARILLO  |      | -                               | -  | -          | -            |
| TIPO DE CONTROL SEMAFORICO   |      | -                               |  |            |              |
| PLAN DE FASES  |      | -                               |  |            |              |
| DISPOSITIVO DE CONTROL DE SEÑAL DE PARE  |      |                                 |  |            |              |
| VIA DE PRIORIDAD 1   |      | X                               | X  | -          | -            |
| VIA DE PRIORIDAD 2   |      | -                               | -  | X          | -            |

ESQUEMA:

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 48. Registro de Datos de la Intersección de la Av. Cusco – Ca. Bolívar.

| UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO<br>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA<br>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL                              |      | REGISTRO DE DATOS DE INTERSECCIONES                                      |             |            |              |
|---|------|--|-------------|------------|--------------|
| TEMA: "EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO DE LA AV. CUSCO Y DE LA AV. TOMÁS TUYRO TUPAC EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN DE LA CIUDAD DEL CUSCO" |      |  |             |            |              |
| INTERSECCION: AV. CUSCO - CA. BOLIVAR<br>DISTRITO: SAN SEBASTIÁN<br>CIUDAD: CUSCO   |      | FECHA: 14/07/2018<br>NOMBRE: DAVID RICARDO SALAZAR UNDA<br>DNI: 72185287 |             |            |              |
| DESCRIPCIÓN   | UNID | ACCESO OESTE   | ACCESO ESTE | ACCESO SUR | ACCESO NORTE |
| ANCHO DE CARRIL   | m    | 4  | 3           | 2.5        | 2.45         |
| PENDIENTE   | %    | -2   | 3           | 6          | -6           |
| N° DE CARRILES  | und  | 1  | 1           | 1          | 1            |
| E. ESTACIONAMIENTO  |      | NO   | NO          | NO         | NO           |
| E. PARADERO   |      | SI   | SI          | NO         | NO           |
| ANCHO DE INTERSECCIÓN   | m    | 6  | 6           | 8          | 8            |
| MOVIMIENTOS DEL FLUJO   |      |  |             |            |              |
| TIPO DE CONTROL   |      | NO SEMAFORIZADO / SEÑAL DE PARE  |             |            |              |
| DISPOSITIVO DE CONTROL SEMAFORIZADO   |      |  |             |            |              |
| DURACIÓN DEL CICLO  |      | -  | -           | -          | -            |
| TIEMPO VERDE  |      | -  | -           | -          | -            |
| TIEMPO ROJO   |      | -  | -           | -          | -            |
| TIEMPO AMARILLO   |      | -  | -           | -          | -            |
| TIPO DE CONTROL SEMAFORICO  |      | -  | -           | -          | -            |
| PLAN DE FASES   |      | -  | -           | -          | -            |
| DISPOSITIVO DE CONTROL DE SEÑAL DE PARE   |      |  |             |            |              |
| VIA DE PRIORIDAD 1  |      | X  | X           | -          | -            |
| VIA DE PRIORIDAD 2  |      | -  | -           | X          | -            |

ESQUEMA:

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 49. Registro de Datos de la Intersección de la Av. Cusco – Av. Tomás Tuyro Tupac.

| UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO<br>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA<br>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL                              |      | REGISTRO DE DATOS DE INTERSECCIONES                                      |             |            |              |
|---|------|--|-------------|------------|--------------|
| TEMA: "EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO DE LA AV. CUSCO Y DE LA AV. TOMÁS TUYRO TUPAC EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN DE LA CIUDAD DEL CUSCO" |      |  |             |            |              |
| INTERSECCION: AV. CUSCO - AV. TOMÁS TUYRO TUPAC<br>DISTRITO: SAN SEBASTIÁN<br>CIUDAD: CUSCO   |      | FECHA: 14/07/2018<br>NOMBRE: DAVID RICARDO SALAZAR UNDA<br>DNI: 72185287 |             |            |              |
| DESCRIPCIÓN   | UNID | ACCESO OESTE   | ACCESO ESTE | ACCESO SUR | ACCESO NORTE |
| ANCHO DE CARRIL   | m    | 3.1  | 4.95        | 3          | 3            |
| PENDIENTE   | %    | -1   | 4           | 3          | -2           |
| N° DE CARRILES  | und  | 1  | 1           | 2          | 2            |
| E. ESTACIONAMIENTO  |      | SI   | SI          | NO         | NO           |
| E. PARADERO   |      | SI   | SI          | SI         | NO           |
| ANCHO DE INTERSECCIÓN   | m    | 19.7   | 19          | 13         | 15.6         |
| MOVIMIENTOS DEL FLUJO   |      |  |             |            |              |
| TIPO DE CONTROL   |      | SEMAFORIZADO   |             |            |              |
| DISPOSITIVO DE CONTROL SEMAFORIZADO   |      |  |             |            |              |
| DURACIÓN DEL CICLO  | s    | 73   | 73          | 73         | 73           |
| TIEMPO VERDE  | s    | 40   | 40          | 20         | 20           |
| TIEMPO ROJO   | s    | 20   | 20          | 40         | 40           |
| TIEMPO AMARILLO   | s    | 3  | 3           | 3          | 3            |
| TIPO DE CONTROL SEMAFORICO  |      | PRE FIJADO   |             |            |              |
| PLAN DE FASES   | φ    | 2  |             |            |              |
| DISPOSITIVO DE CONTROL DE SEÑAL DE PARE   |      |  |             |            |              |
| VIA DE PRIORIDAD 1  |      | -  | -           | -          | -            |
| VIA DE PRIORIDAD 2  |      | -  | -           | -          | -            |

ESQUEMA:

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 50. Registro de Datos de la Intersección de la Av. Cusco – Ca. Felipe Sicus.

| UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO<br>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA<br>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL                              |      |                                 |             |                                   |              |
|---|------|---------------------------------|-------------|-----------------------------------|--------------|
| TEMA: "EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO DE LA Av. CUSCO Y DE LA Av. TOMÁS TUYRO TUPAC EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN DE LA CIUDAD DEL CUSCO" |      |                                 |             |                                   |              |
| INTERSECCION:   |      | AV. CUSCO - CA. FELIPE SICUS    |             | FECHA: 14/07/2018                 |              |
| DISTRITO:   |      | SAN SEBASTIÁN                   |             | NOMBRE DAVID RICARDO SALAZAR UNDA |              |
| CIUDAD:   |      | CUSCO                           |             | DNI: 72185287                     |              |
| DESCRIPCIÓN   | UNID | ACCESO OESTE                    | ACCESO ESTE | ACCESO SUR                        | ACCESO NORTE |
| ANCHO DE CARRIL   | m    | 4                               | 5.05        | 3.5                               | 3            |
| PENDIENTE   | %    | -2                              | 3           | 0.5                               | -1           |
| N° DE CARRILES  | und  | 1                               | 1           | 1                                 | 1            |
| E. ESTACIONAMIENTO  |      | SI                              | SI          | SI                                | SI           |
| E. PARADERO   |      | NO                              | NO          | NO                                | NO           |
| ANCHO DE INTERSECCIÓN   | m    | 8                               | 8           | 10                                | 10           |
| MOVIMIENTOS DEL FLUJO   |      | ↔                               | ↔           | ↔                                 | ↔            |
| TIPO DE CONTROL   |      | NO SEMAFORIZADO / SEÑAL DE PARE |             |                                   |              |
| DISPOSITIVO DE CONTROL SEMAFORIZADO   |      |                                 |             |                                   |              |
| DURACIÓN DEL CICLO  |      | -                               | -           | -                                 | -            |
| TIEMPO VERDE  |      | -                               | -           | -                                 | -            |
| TIEMPO ROJO   |      | -                               | -           | -                                 | -            |
| TIEMPO AMARILLO   |      | -                               | -           | -                                 | -            |
| TIPO DE CONTROL SEMAFORICO  |      | -                               | -           | -                                 | -            |
| PLAN DE FASES   |      | -                               | -           | -                                 | -            |
| DISPOSITIVO DE CONTROL DE SEÑAL DE PARE   |      |                                 |             |                                   |              |
| VIA DE PRIORIDAD 1  |      | X                               | X           | -                                 | -            |
| VIA DE PRIORIDAD 2  |      | -                               | -           | X                                 | X            |

ESQUEMA:

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 51. Registro de Datos de la Intersección de la Av. Cusco – Ca. Alemania Federal.

| UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO<br>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA<br>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL                              |      |                                  |             |                                   |              |
|---|------|----------------------------------|-------------|-----------------------------------|--------------|
| TEMA: "EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO DE LA Av. CUSCO Y DE LA Av. TOMÁS TUYRO TUPAC EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN DE LA CIUDAD DEL CUSCO" |      |                                  |             |                                   |              |
| INTERSECCION:   |      | AV. CUSCO - CA. ALEMANIA FEDERAL |             | FECHA: 14/07/2018                 |              |
| DISTRITO:   |      | SAN SEBASTIÁN                    |             | NOMBRE DAVID RICARDO SALAZAR UNDA |              |
| CIUDAD:   |      | CUSCO                            |             | DNI: 72185287                     |              |
| DESCRIPCIÓN   | UNID | ACCESO OESTE                     | ACCESO ESTE | ACCESO SUR                        | ACCESO NORTE |
| ANCHO DE CARRIL   | m    | 5                                | 4.05        | 3.05                              | 4.75         |
| PENDIENTE   | %    | -0.5                             | 3           | 6                                 | -6           |
| N° DE CARRILES  | und  | 1                                | 1           | 1                                 | 1            |
| E. ESTACIONAMIENTO  |      | NO                               | SI          | NO                                | SI           |
| E. PARADERO   |      | SI                               | SI          | SI                                | SI           |
| ANCHO DE INTERSECCIÓN   | m    | 30.7                             | 30.7        | 20.5                              | 20.5         |
| MOVIMIENTOS DEL FLUJO   |      | ↔                                | ↔           | ↔                                 | ↔            |
| TIPO DE CONTROL   |      | NO SEMAFORIZADO / SEÑAL DE PARE  |             |                                   |              |
| DISPOSITIVO DE CONTROL SEMAFORIZADO   |      |                                  |             |                                   |              |
| DURACIÓN DEL CICLO  |      | -                                | -           | -                                 | -            |
| TIEMPO VERDE  |      | -                                | -           | -                                 | -            |
| TIEMPO ROJO   |      | -                                | -           | -                                 | -            |
| TIEMPO AMARILLO   |      | -                                | -           | -                                 | -            |
| TIPO DE CONTROL SEMAFORICO  |      | -                                | -           | -                                 | -            |
| PLAN DE FASES   |      | -                                | -           | -                                 | -            |
| DISPOSITIVO DE CONTROL DE SEÑAL DE PARE   |      |                                  |             |                                   |              |
| VIA DE PRIORIDAD 1  |      | X                                | X           | -                                 | -            |
| VIA DE PRIORIDAD 2  |      | -                                | -           | X                                 | X            |

ESQUEMA:

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 52. Registro de Datos de la Intersección de la Av. Cusco – Av. De la Cultura.

| UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO<br>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA<br>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL                              |                               |              |             |            |                            |
|---|-------------------------------|--------------|-------------|------------|----------------------------|
| TEMA: "EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO DE LA Av. CUSCO Y DE LA Av. TOMÁS TUYRO TUPAC EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN DE LA CIUDAD DEL CUSCO" |                               |              |             |            |                            |
| REGISTRO DE DATOS DE INTERSECCIONES   |                               |              |             |            |                            |
| INTERSECCION:   | AV. CUSCO - AV. DE LA CULTURA |              |             | FECHA:     | 14/07/2018                 |
| DISTRITO:   | SAN SEBASTIÁN                 |              |             | NOMBRE:    | DAVID RICARDO SALAZAR UNDA |
| CIUDAD:   | CUSCO                         |              |             | DNI:       | 72185287                   |
| DESCRIPCIÓN   | UNID                          | ACCESO OESTE | ACCESO ESTE | ACCESO SUR | ACCESO NORTE               |
| ANCHO DE CARRIL   | m                             | 3.33         | 3.2         | 4.73       | -                          |
| PENDIENTE   | %                             | -4           | 0.5         | 6          | -                          |
| N° DE CARRILES  | und                           | 3            | 3           | 2          | -                          |
| E. ESTACIONAMIENTO  |                               | SI           | NO          | SI         | -                          |
| E. PARADERO   |                               | SI           | SI          | NO         | -                          |
| ANCHO DE INTERSECCIÓN   | m                             | 26.1         | 26.1        | 44.45      | -                          |
| MOVIMIENTOS DEL FLUJO   |                               |              |             |            |                            |
| TIPO DE CONTROL   |                               | SEMAFORIZADO |             |            |                            |
| DISPOSITIVO DE CONTROL SEMAFORIZADO   |                               |              |             |            |                            |
| DURACIÓN DEL CICLO  | s                             | 83           | 83          | 83         | -                          |
| TIEMPO VERDE  | s                             | 50           | 50          | 20         | -                          |
| TIEMPO ROJO   | s                             | 20           | 20          | 50         | -                          |
| TIEMPO AMARILLO   | s                             | 3            | 3           | 3          | -                          |
| TIPO DE CONTROL SEMAFÓRICO  |                               | PREFIJADO    |             |            |                            |
| PLAN DE FASES   | φ                             | 2            |             |            |                            |
| DISPOSITIVO DE CONTROL DE SEÑAL DE PARE   |                               |              |             |            |                            |
| VIA DE PRIORIDAD 1  |                               | -            | -           | -          | -                          |
| VIA DE PRIORIDAD 2  |                               | -            | -           | -          | -                          |

ESQUEMA:

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 53. Registro de Datos de la Intersección de la Av. Tomás Tuyro Tupac – Av. De la Cultura.

| UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO<br>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA<br>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL                              |   |              |             |            |                            |
|---|---|--------------|-------------|------------|----------------------------|
| TEMA: "EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO DE LA Av. CUSCO Y DE LA Av. TOMÁS TUYRO TUPAC EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN DE LA CIUDAD DEL CUSCO" |   |              |             |            |                            |
| REGISTRO DE DATOS DE INTERSECCIONES   |   |              |             |            |                            |
| INTERSECCION:   | AV. TOMÁS TUYRO TUPAC - AV. DE LA CULTURA |              |             | DIAFECH:   | 15/07/2018                 |
| DISTRITO:   | SAN SEBASTIÁN                             |              |             | NOMBRE:    | DAVID RICARDO SALAZAR UNDA |
| CIUDAD:   | CUSCO                                     |              |             | DNI:       | 72185287                   |
| DESCRIPCIÓN   | UNID                                      | ACCESO OESTE | ACCESO ESTE | ACCESO SUR | ACCESO NORTE               |
| ANCHO DE CARRIL   | m   | 3.25         | 3.17        | 3          | -                          |
| PENDIENTE   | %   | -3           | 3           | 1          | -                          |
| N° DE CARRILES  | und                                       | 3            | 3           | 2          | -                          |
| E. ESTACIONAMIENTO  |   | NO           | NO          | NO         | -                          |
| E. PARADERO   |   | SI           | SI          | NO         | -                          |
| ANCHO DE INTERSECCIÓN   | m   | 25.32        | 25.32       | 39.5       | -                          |
| MOVIMIENTOS DEL FLUJO   |   |              |             |            |                            |
| TIPO DE CONTROL   |   | SEMAFORIZADO |             |            |                            |
| DISPOSITIVO DE CONTROL SEMAFORIZADO   |   |              |             |            |                            |
| DURACIÓN DEL CICLO  | s   | 83           | 83          | 83         | -                          |
| TIEMPO VERDE  | s   | 50           | 50          | 20         | -                          |
| TIEMPO ROJO   | s   | 20           | 20          | 50         | -                          |
| TIEMPO AMARILLO   | s   | 3            | 3           | 3          | -                          |
| TIPO DE CONTROL SEMAFÓRICO  |   | PREFIJADO    |             |            |                            |
| PLAN DE FASES   | φ   | 2            |             |            |                            |
| DISPOSITIVO DE CONTROL DE SEÑAL DE PARE   |   |              |             |            |                            |
| VIA DE PRIORIDAD 1  |   | -            | -           | -          | -                          |
| VIA DE PRIORIDAD 2  |   | -            | -           | -          | -                          |

ESQUEMA:

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 54. Registro de Datos de la Intersección de la Av. Tomás Tuyo Tupac – Ca. Kantu.

| UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO<br>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA<br>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL                              |                                   |                                 |             |            |              |                            |
|---|-----------------------------------|---------------------------------|-------------|------------|--------------|----------------------------|
| TEMA: "EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO DE LA Av. CUSCO Y DE LA Av. TOMÁS TUYRO TUPAC EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN DE LA CIUDAD DEL CUSCO" |                                   |                                 |             |            |              |                            |
| REGISTRO DE DATOS DE INTERSECCIONES   |                                   |                                 |             |            |              |                            |
| INTERSECCION:   | AV. TOMÁS TUYRO TUPAC - CA. KANTU |                                 |             |            | FECHA:       | 15/07/2018                 |
| DISTRITO:   | SAN SEBASTIÁN                     |                                 |             |            | NOMBRE:      | DAVID RICARDO SALAZAR UNDA |
| CIUDAD:   | CUSCO                             |                                 |             |            | DNI:         | 72185287                   |
| DESCRIPCIÓN   | UNID                              | ACCESO OESTE                    | ACCESO ESTE | ACCESO SUR | ACCESO NORTE |                            |
| ANCHO DE CARRIL   | m                                 | 3                               | 3,5         | 4          | 5,05         |                            |
| PENDIENTE   | %                                 | -1                              | 0,5         | -2         | 3            |                            |
| N° DE CARRILES  | und                               | 1                               | 1           | 1          | 1            |                            |
| E. ESTACIONAMIENTO  |                                   | NO                              | NO          | NO         | NO           |                            |
| E. PARADERO   |                                   | SI                              | SI          | SI         | SI           |                            |
| ANCHO DE INTERSECCIÓN   | m                                 | 10                              | 10          | 8          | 8            |                            |
| MOVIMIENTOS DEL FLUJO   |                                   |                                 |             |            |              |                            |
| TIPO DE CONTROL   |                                   | NO SEMAFORIZADO / SEÑAL DE PARE |             |            |              |                            |
| DISPOSITIVO DE CONTROL SEMAFORIZADO   |                                   |                                 |             |            |              |                            |
| DURACIÓN DEL CICLO  |                                   | -                               | -           | -          | -            |                            |
| TIEMPO VERDE  |                                   | -                               | -           | -          | -            |                            |
| TIEMPO ROJO   |                                   | -                               | -           | -          | -            |                            |
| TIEMPO AMARILLO   |                                   | -                               | -           | -          | -            |                            |
| TIPO DE CONTROL SEMAFORICO  |                                   | -                               | -           | -          | -            |                            |
| PLAN DE FASES   |                                   | -                               | -           | -          | -            |                            |
| DISPOSITIVO DE CONTROL DE SEÑAL DE PARE   |                                   |                                 |             |            |              |                            |
| VIA DE PRIORIDAD 1  |                                   | -                               | -           | X          | X            |                            |
| VIA DE PRIORIDAD 2  |                                   | X                               | X           | -          | -            |                            |

ESQUEMA:

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 55. Registro de Datos de la Intersección de la Av. Tomás Tuyo Tupac – Vía Expresa.

| UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO<br>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA<br>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL                              |                                     |                                 |             |            |              |                            |
|---|-------------------------------------|---------------------------------|-------------|------------|--------------|----------------------------|
| TEMA: "EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO DE LA Av. CUSCO Y DE LA Av. TOMÁS TUYRO TUPAC EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN DE LA CIUDAD DEL CUSCO" |                                     |                                 |             |            |              |                            |
| REGISTRO DE DATOS DE INTERSECCIONES   |                                     |                                 |             |            |              |                            |
| INTERSECCION:   | AV. TOMÁS TUYRO TUPAC - VÍA EXPRESA |                                 |             |            | FECHA:       | 15/07/2018                 |
| DISTRITO:   | SAN SEBASTIÁN                       |                                 |             |            | NOMBRE:      | DAVID RICARDO SALAZAR UNDA |
| CIUDAD:   | CUSCO                               |                                 |             |            | DNI:         | 72185287                   |
| DESCRIPCIÓN   | UNID                                | ACCESO OESTE                    | ACCESO ESTE | ACCESO SUR | ACCESO NORTE |                            |
| ANCHO DE CARRIL   | m                                   | 3,5                             | 3,5         | -          | 2,55         |                            |
| PENDIENTE   | %                                   | 4                               | -4          | -          | -2           |                            |
| N° DE CARRILES  | und                                 | 1                               | 1           | -          | 1            |                            |
| E. ESTACIONAMIENTO  |                                     | SI                              | SI          | -          | SI           |                            |
| E. PARADERO   |                                     | SI                              | SI          | -          | SI           |                            |
| ANCHO DE INTERSECCIÓN   | m                                   | 10                              | 10          | -          | 15           |                            |
| MOVIMIENTOS DEL FLUJO   |                                     |                                 |             |            |              |                            |
| TIPO DE CONTROL   |                                     | NO SEMAFORIZADO / SEÑAL DE PARE |             |            |              |                            |
| DISPOSITIVO DE CONTROL SEMAFORIZADO   |                                     |                                 |             |            |              |                            |
| DURACIÓN DEL CICLO  |                                     | -                               | -           | -          | -            |                            |
| TIEMPO VERDE  |                                     | -                               | -           | -          | -            |                            |
| TIEMPO ROJO   |                                     | -                               | -           | -          | -            |                            |
| TIEMPO AMARILLO   |                                     | -                               | -           | -          | -            |                            |
| TIPO DE CONTROL SEMAFORICO  |                                     | -                               | -           | -          | -            |                            |
| PLAN DE FASES   |                                     | -                               | -           | -          | -            |                            |
| DISPOSITIVO DE CONTROL DE SEÑAL DE PARE   |                                     |                                 |             |            |              |                            |
| VIA DE PRIORIDAD 1  |                                     | X                               | X           | -          | -            |                            |
| VIA DE PRIORIDAD 2  |                                     | -                               | -           | X          | X            |                            |

ESQUEMA:

Fuente: Elaboración Propia.

### 3.5.3.3.2 Datos de Segmentos

Con el instrumento metodológico correspondiente mostrado anteriormente, se realizó el registro de Datos de Segmentos:

Tabla 56. Registro de Datos de los Segmentos.

| UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO  |      |            |     |            |     |                       |     |                                    |     |     |
|---|------|------------|-----|------------|-----|-----------------------|-----|------------------------------------|-----|-----|
| FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA   |      |            |     |            |     |                       |     |                                    |     |     |
| ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL   |      |            |     |            |     |                       |     |                                    |     |     |
| TEMA: "EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO DE LA Av. CUSCO Y DE LA Av. TOMÁS TUYRO TUPAC EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN DE LA CIUDAD DEL CUSCO" |      |            |     |            |     |                       |     |                                    |     |     |
| REGISTRO DE DATOS DE SEGMENTOS  |      |            |     |            |     |                       |     |                                    |     |     |
| DISTRITO: SAN SEBASTIÁN   |      |            |     |            |     |                       |     | FECHA: 01/07/2018                  |     |     |
| CIUDAD: CUSCO   |      |            |     |            |     |                       |     | NOMBRE: DAVID RICARDO SALAZAR UNDA |     |     |
|   |      |            |     |            |     |                       |     | DNI: 7.2E+07                       |     |     |
| VÍA   |      | AV. CUSCO  |     |            |     | AV. TOMÁS TUYRO TUPAC |     |                                    |     |     |
| DESCRIPCIÓN   | UNID | SEGMENTO 1 |     | SEGMENTO 2 |     | SEGMENTO 1            |     | SEGMENTO 2                         |     |     |
| N° DE CARRILES  | und  | 1          | 1   | 1          | 1   | 2                     | 2   | 2                                  | 2   |     |
| ANCHO DE CARRIL   | m    | 3.49       |     | 4.3        |     | 3                     |     | 3                                  |     |     |
| N° REDUCTORES DE VELOCIDAD  | und  | 3          |     | 2          |     | 0                     |     | 0                                  |     |     |
| LONGITUD DE SEGMENTO  | m    | 915.7      |     | 828.05     |     | 169.1                 |     | 454.4                              |     |     |
| N° PTOS ACCESO  | und  | O-E        | Der | Izq        | O-E | Der                   | Izq | N-S                                | Der | Izq |
|   |      | 2          | 1   |            | 3   | 1                     |     | 0                                  | 0   | 1   |
| PROPORCIÓN BERMA CENTRAL  |      | 0          |     | 0          |     | 1                     |     | 0.75                               |     |     |
| SEÑAL DE LIMITE DE VELOCIDAD  | Km/h | 30         |     | 30         |     | 30                    |     | 30                                 |     |     |

ESQUEMA:

segmento 1

segmento 2

Av. Cusco  
 Segmento 1: Inicio: Semáforo Peatonal (Colegio Diego Quispe Tito) / Fin: Intersección Semaforizada de la Av. Cusco - Av. Tomás Tuyro Tupac  
 Segmento 2: Inicio: Intersección Semaforizada de la Av. Cusco - Av. Tomás Tuyro Tupac / Fin: Intersección Semaforizada de la Av. Cusco - Av. De la Cultura

Av. Tomás Tuyro Tupac  
 Segmento 1: Inicio: Intersección Semaforizada de la Av. Tomás Tuyro Tupac - Av. De la Cultura / Fin: Intersección Semaforizada de la Av. Cusco - Av. Tomás Tuyro Tupac  
 Segmento 2: Inicio: Intersección Semaforizada de la Av. Cusco - Av. Tomás Tuyro Tupac / Fin: Intersección No Semaforizada de la Av. Tomás Tuyro Tupac - Vía Expresa

Fuente: Elaboración Propia.

### 3.5.4 Registro de Placas

#### 3.5.4.1 Equipos Utilizados en la Prueba

Grabador de Voz

#### 3.5.4.2 Procedimiento del Registro de Placas

El registro de placas se llevó a cabo en el segmento (con longitud de 324.5m) de la Av. Cusco desde el semáforo peatonal (colegio Diego Quispe Tito) hasta el primer reductor de velocidad que se encuentra en el acceso Oeste de la intersección de la Av. Cusco con la Ca. Diego de Almagro el domingo 18 de noviembre del 2018 de 6:00am a 7:00am, horario donde el flujo vehicular es mínimo y las velocidades son las mayores.

Se fue registrando con la grabadora de voz las placas de los vehículos que cruzaban la semaforización peatonal precisamente en el punto sobre el cruce peatonal en el sector de inicio y, por otro lado, en el sector de llegada, se fueron nombrando las placas de los vehículos en el mismo intervalo de tiempo, se efectuó el registro en ambos sentidos.



Figura 106. Segmento de Registro de Placas Vehiculares.

Fuente: Elaboración Propia.

### 3.5.4.3 Traducción de Datos del Registro de Placas

A continuación, se muestra la Traducción de Datos del Registro de Placas realizado con el instrumento metodológico correspondiente mostrado anteriormente:

Tabla 57. Registro de Placas.

| REGISTRO DE PLACAS |        |          |          | REGISTRO DE PLACAS |        |          |          | REGISTRO DE PLACAS |        |          |          | REGISTRO DE PLACAS |        |          |          |
|--------------------|--------|----------|----------|--------------------|--------|----------|----------|--------------------|--------|----------|----------|--------------------|--------|----------|----------|
| Nº                 | placa  | to (seg) | tf (seg) | Nº                 | placa  | to (seg) | tf (seg) | Nº                 | placa  | to (seg) | tf (seg) | Nº                 | placa  | to (seg) | tf (seg) |
| 1                  | X3C170 | 65       | 90       | 51                 | X3K557 | 1443     | 1470     | 101                | Z1P014 | 2176     | 2205     | 151                | X2S541 | 3174     | 3197     |
| 2                  | AXG625 | 70       | 98       | 52                 | X4A128 | 1455     | 1481     | 102                | X4C338 | 2178     | 2205     | 152                | X3Y072 | 3181     | 3205     |
| 3                  | X2W332 | 73       | 102      | 53                 | X2H165 | 1457     | 1485     | 103                | X4I780 | 2182     | 2208     | 153                | X4H135 | 3183     | 3209     |
| 4                  | X4K284 | 103      | 131      | 54                 | X3F228 | 1475     | 1500     | 104                | X2U192 | 2185     | 2213     | 154                | X4H682 | 3186     | 3214     |
| 5                  | X1J115 | 110      | 135      | 55                 | X3K628 | 1479     | 1503     | 105                | X1Z448 | 2188     | 2215     | 155                | X2O081 | 3190     | 3219     |
| 6                  | V4A455 | 137      | 158      | 56                 | RT952  | 1490     | 1520     | 106                | X2L335 | 2211     | 2235     | 156                | D9F727 | 3197     | 3225     |
| 7                  | X3V081 | 190      | 214      | 57                 | X2W495 | 1523     | 1546     | 107                | X3R250 | 2369     | 2395     | 157                | X4L027 | 3209     | 3237     |
| 8                  | X2J377 | 192      | 219      | 58                 | X3U290 | 1527     | 1554     | 108                | X3L615 | 2372     | 2396     | 158                | X3Q260 | 3235     | 3258     |
| 9                  | X4H233 | 275      | 302      | 59                 | X2A585 | 1530     | 1560     | 109                | X2I409 | 2375     | 2403     | 159                | X3H120 | 3237     | 3262     |
| 10                 | X1V149 | 277      | 300      | 60                 | X4B439 | 1533     | 1562     | 110                | X3P681 | 2394     | 2420     | 160                | X4L697 | 3240     | 3267     |
| 11                 | DBN112 | 281      | 312      | 61                 | X3M109 | 1535     | 1567     | 111                | X1E677 | 2413     | 2440     | 161                | X3I697 | 3242     | 3270     |
| 12                 | X1S625 | 334      | 364      | 62                 | V5A545 | 1592     | 1618     | 112                | X1M676 | 2439     | 2463     | 162                | ABY771 | 3248     | 3272     |
| 13                 | X2U610 | 342      | 368      | 63                 | X2T317 | 1595     | 1621     | 113                | X3B348 | 2444     | 2467     | 163                | EPC941 | 3406     | 3430     |
| 14                 | X2V457 | 352      | 381      | 64                 | X3V499 | 1601     | 1630     | 114                | X2Y235 | 2453     | 2478     | 164                | P1L609 | 3413     | 3441     |
| 15                 | X4B247 | 383      | 405      | 65                 | C3J839 | 1674     | 1700     | 115                | X3P064 | 2572     | 2599     | 165                | X2X364 | 3419     | 3445     |
| 16                 | X4F588 | 407      | 432      | 66                 | X3G644 | 1677     | 1702     | 116                | X3R499 | 2575     | 2602     | 166                | X3L334 | 3422     | 3447     |
| 17                 | X2B669 | 454      | 481      | 67                 | X3I588 | 1706     | 1735     | 117                | X3W639 | 2578     | 2603     | 167                | X3R082 | 3425     | 3453     |
| 18                 | X4B933 | 471      | 498      | 68                 | X3G281 | 1725     | 1750     | 118                | Z4G623 | 2582     | 2611     | 168                | X4I409 | 3429     | 3456     |
| 19                 | X2A424 | 493      | 518      | 69                 | X2M608 | 1734     | 1760     | 119                | X3Y465 | 2585     | 2612     | 169                | COL315 | 3433     | 3461     |
| 20                 | X2Y445 | 550      | 574      | 70                 | X4K545 | 1876     | 1906     | 120                | X4M268 | 2587     | 2614     | 170                | A9K407 | 3456     | 3480     |
| 21                 | X4M054 | 553      | 575      | 71                 | X4C629 | 1879     | 1908     | 121                | X4K390 | 2591     | 2620     | 171                | X3P050 | 3458     | 3483     |
| 22                 | X1Z502 | 603      | 640      | 72                 | C5S211 | 1883     | 1912     | 122                | X3Z159 | 2593     | 2620     | 172                | X1X410 | 3465     | 3489     |
| 23                 | X2U437 | 607      | 642      | 73                 | X2M237 | 1885     | 1915     | 123                | X2Q552 | 2595     | 2620     | 173                | C4P232 | 3481     | 3505     |
| 24                 | X1S429 | 648      | 680      | 74                 | X4D289 | 1888     | 1917     | 124                | V3O571 | 2597     | 2621     | 174                | V4S599 | 3635     | 3660     |
| 25                 | PF128  | 661      | 691      | 75                 | X3O339 | 1891     | 1921     | 125                | Z3P463 | 2623     | 2650     | 175                | X2Z541 | 3641     | 3666     |
| 26                 | Z3J699 | 670      | 698      | 76                 | X4I193 | 1899     | 1927     | 126                | X2S149 | 2776     | 2805     | 176                | X3C284 | 3671     | 3695     |
| 27                 | X4B625 | 691      | 715      | 77                 | X2M118 | 1924     | 1950     | 127                | X2P185 | 2778     | 2805     | 177                | X3V258 | 3674     | 3700     |
| 28                 | X1Y203 | 697      | 720      | 78                 | B5I156 | 1927     | 1955     | 128                | X2Z241 | 2780     | 2807     | 178                | D3O616 | 3678     | 3705     |
| 29                 | A6J439 | 780      | 803      | 79                 | X3Z367 | 1929     | 1960     | 129                | X1J803 | 2785     | 2814     | 179                | X2Q322 | 3681     | 3710     |
| 30                 | C2H919 | 834      | 855      | 80                 | X1D237 | 1931     | 1957     | 130                | X4A627 | 2787     | 2814     | 180                | X1T588 | 3684     | 3710     |
| 31                 | X3O639 | 837      | 859      | 81                 | X3Y912 | 1933     | 1961     | 131                | X2T505 | 2788     | 2815     | 181                | X4E839 | 3690     | 3715     |
| 32                 | X3G605 | 844      | 870      | 82                 | X2R508 | 1938     | 1965     | 132                | F3H354 | 2791     | 2817     | 182                | X1W384 | 3694     | 3720     |
| 33                 | X2B337 | 846      | 872      | 83                 | X3G430 | 1940     | 1970     | 133                | X2E590 | 2795     | 2823     | 183                | W1P459 | 3733     | 3758     |
| 34                 | X3Z530 | 855      | 880      | 84                 | Z4J417 | 1942     | 1972     | 134                | ADK459 | 2801     | 2825     | 184                | L1B852 | 3752     | 3777     |
| 35                 | X3U495 | 987      | 1015     | 85                 | X2Q622 | 1945     | 1975     | 135                | X2P402 | 2804     | 2829     | 185                | X3P095 | 3755     | 3783     |
| 36                 | F2E810 | 989      | 1016     | 86                 | X2A116 | 1948     | 1976     | 136                | X2B239 | 2808     | 2837     | 186                | X3A351 | 3761     | 3787     |
| 37                 | AZR596 | 995      | 1024     | 87                 | V4I510 | 1954     | 1981     | 137                | X3V550 | 2812     | 2840     | 187                | X4D558 | 3765     | 3790     |
| 38                 | X3U610 | 1009     | 1041     | 88                 | ZBC963 | 1999     | 2025     | 138                | ABJ148 | 2816     | 2845     | 188                | X4H650 | 3770     | 3795     |
| 39                 | X2F374 | 1035     | 1063     | 89                 | X3X555 | 2001     | 2026     | 139                | X3B309 | 2843     | 2867     | 189                | X2M097 | 3773     | 3800     |
| 40                 | X2D527 | 1045     | 1072     | 90                 | X5T950 | 2005     | 2030     | 140                | C2R291 | 2845     | 2870     | 190                | X4L365 | 3785     | 3808     |
| 41                 | X2V465 | 1048     | 1075     | 91                 | X2L350 | 2008     | 2035     | 141                | X3K659 | 2847     | 2873     |                    |        |          |          |
| 42                 | X4L420 | 1257     | 1279     | 92                 | X3K451 | 2010     | 2038     | 142                | X1S544 | 2851     | 2878     |                    |        |          |          |
| 43                 | X2R250 | 1293     | 1320     | 93                 | X3N433 | 2012     | 2040     | 143                | Z4V121 | 2857     | 2885     |                    |        |          |          |
| 44                 | X2Z550 | 1297     | 1324     | 94                 | X1W278 | 2114     | 2143     | 144                | B1X500 | 2861     | 2890     |                    |        |          |          |
| 45                 | V8O895 | 1304     | 1331     | 95                 | X3D579 | 2116     | 2147     | 145                | Z4Q402 | 2863     | 2890     |                    |        |          |          |
| 46                 | X3C167 | 1309     | 1335     | 96                 | X4K670 | 2162     | 2187     | 146                | F6A124 | 3116     | 3143     |                    |        |          |          |
| 47                 | X4G536 | 1317     | 1340     | 97                 | X1K629 | 2164     | 2189     | 147                | A5B052 | 3120     | 3147     |                    |        |          |          |
| 48                 | X4A537 | 1327     | 1352     | 98                 | X4K680 | 2169     | 2195     | 148                | X3O265 | 3122     | 3148     |                    |        |          |          |
| 49                 | X1I699 | 1431     | 1455     | 99                 | X3Q637 | 2171     | 2197     | 149                | X3Q383 | 3128     | 3152     |                    |        |          |          |
| 50                 | P2C138 | 1430     | 1460     | 100                | X4E314 | 2174     | 2202     | 150                | A5F307 | 3165     | 3189     |                    |        |          |          |

Fuente: Elaboración Propia.



La tabla anterior muestra el registro de placas que se obtuvo de la grabadora de voz, cabe resaltar, que sólo se consideraron las placas que coincidieron tanto al inicio y al final del tramo en ambos sentidos. Así mismo, en la tabla también muestran los tiempos en que los vehículos iniciaron y terminaron el recorrido. Estos procedimientos se realizaron en gabinete.

### 3.6 Procedimientos de Análisis de Datos

#### 3.6.1 Determinación de la Velocidad de Flujo libre

##### 3.6.1.1 Procedimiento de la Determinación de la Velocidad de Flujo Libre

###### 3.6.1.1.1 Cálculo del Tiempo de Viaje

Primero teniendo las placas coincidentes en el inicio y en el final del tramo de la Av. Cusco en ambos sentidos con sus tiempos respectivos registrados (tabla 80) se procede a determinar el tiempo de viaje de cada vehículo que se halla con una simple resta del tiempo de llegada menos el tiempo de partida.

$$t = t_f - t_0$$

Fórmula 35. Tiempo de Viaje.

Fuente: Ingeniería de Tránsito: Fundamentos y Aplicaciones 9a. Edición (Cal y Mayor y Cárdenas, 2018).

Donde:

$t$ : Tiempo de viaje (s)

$t_f$ : Tiempo de llegada (s)

$t_0$ : Tiempo de partida (s)

Por ejemplo, para el vehículo con placa X3C170 con un tiempo de partida registrado de 65 segundos y un tiempo de llegada registrado de 90 segundos el tiempo de viaje se calcula de la siguiente manera.

$$t = 90 - 65 = 35s$$

De esta manera se procede para los demás vehículos registrados.

###### 3.6.1.1.2 Cálculo de la Velocidad de Flujo Libre

La velocidad de flujo libre se calcula como una la velocidad espacial, por lo que se hicieron uso de dos fórmulas (13 y 14) y se efectuaron dos procedimientos.

El procedimiento de la fórmula 13 requiere el cálculo del promedio de los tiempos de viaje de cada vehículo y la distancia recorrida.



$$\bar{v}_e = \frac{d}{\bar{t}}$$

Fórmula 36. Velocidad Media Espacial a.

Fuente: Ingeniería de Tránsito: Fundamentos y Aplicaciones 9a. Edición (Cal y Mayor y Cárdenas, 2018).

Donde:

$\bar{v}_e$ : Velocidad media espacial (km/h)

d: Distancia dada o recorrida (km)

$\bar{t}$ : Tiempo promedio de recorrido (t)

Ya que la formula está en unidades de kilómetros y horas se hará la transformación al final del cálculo.

Teniendo un tiempo de viaje o de recorrido se obtiene un promedio de todos los vehículos de 26.65 segundos y la distancia recorrida es 324.5 metros.

$$\bar{v}_e = \frac{324.5}{26.65} = 12.18m/s$$

Haciendo la transformación a Km/h tenemos:

$$12.18 \frac{m}{s} \times \frac{36}{10} = 44km/h$$

Ahora para el procedimiento con la fórmula 14 se requiere el valor inverso de las velocidades individuales de cada vehículo. Por ejemplo, para el vehículo de placa X3C170 que tiene un tiempo de viaje de 25 segundos y un espacio recorrido de 324.5 metros, tendrá una velocidad de 13 m/s que son 46.7 km/h. como siguiente paso la inversa de la velocidad nos dará el valor de 0.021. Se procede de la misma manera para los demás vehículos y se efectúa la sumatoria de todos los valores, luego se calcula la velocidad de flujo libre con la siguiente formula.

$$\bar{v}_e = \frac{n}{\sum_{i=1}^n \left( \frac{1.0}{v_i} \right)}$$

Fórmula 37. Velocidad Media Espacial b.

Fuente: Ingeniería de Tránsito: Fundamentos y Aplicaciones 9a. Edición (Cal y Mayor y Cárdenas, 2018).

Donde:

$\bar{v}_e$ : Velocidad media espacial (km/h)

$\bar{v}_i$ : Velocidad del vehículo i (km/h)

n: número total de vehículos observados o tamaño de la muestra

El número de vehículo observados es de 190.

$$v_e = \frac{190}{4.335} = 44km/h$$

3.6.1.2 Tablas del Procesamiento de Determinación de la Velocidad de Flujo Libre

Tabla 58. Determinación del Tiempo de Viaje y la Inversa de la Velocidad.

| CALCULO DE TIEMPOS Y VELOCIDAD VEHICULAR |        |          |          |        |       |               |       | CALCULO DE TIEMPOS Y VELOCIDAD VEHICULAR |        |          |          |        |       |               |       |
|--|--------|----------|----------|--------|-------|---------------|-------|--|--------|----------|----------|--------|-------|---------------|-------|
| N°                                       | placa  | to (seg) | tf (seg) | t(seg) | d(m)  | Vi veh (Km/h) | 1/Vi  | N°                                       | placa  | to (seg) | tf (seg) | t(seg) | d(m)  | Vi veh (Km/h) | 1/Vi  |
| 1  | X3C170 | 65       | 90       | 25     | 324.5 | 46.7          | 0.021 | 51                                       | X3K557 | 1443     | 1470     | 27     | 324.5 | 43.3          | 0.023 |
| 2  | AXG625 | 70       | 98       | 28     | 324.5 | 41.7          | 0.024 | 52                                       | X4A128 | 1455     | 1481     | 26     | 324.5 | 44.9          | 0.022 |
| 3  | X2W332 | 73       | 102      | 29     | 324.5 | 40.3          | 0.025 | 53                                       | X2H165 | 1457     | 1485     | 28     | 324.5 | 41.7          | 0.024 |
| 4  | X4K284 | 103      | 131      | 28     | 324.5 | 41.7          | 0.024 | 54                                       | X3F228 | 1475     | 1500     | 25     | 324.5 | 46.7          | 0.021 |
| 5  | X1J115 | 110      | 135      | 25     | 324.5 | 46.7          | 0.021 | 55                                       | X3K628 | 1479     | 1503     | 24     | 324.5 | 48.7          | 0.021 |
| 6  | V4A455 | 137      | 158      | 21     | 324.5 | 55.6          | 0.018 | 56                                       | RT952  | 1490     | 1520     | 30     | 324.5 | 38.9          | 0.026 |
| 7  | X3V081 | 190      | 214      | 24     | 324.5 | 48.7          | 0.021 | 57                                       | X2W495 | 1523     | 1546     | 23     | 324.5 | 50.8          | 0.020 |
| 8  | X2J377 | 192      | 219      | 27     | 324.5 | 43.3          | 0.023 | 58                                       | X3U290 | 1527     | 1554     | 27     | 324.5 | 43.3          | 0.023 |
| 9  | X4H233 | 275      | 302      | 27     | 324.5 | 43.3          | 0.023 | 59                                       | X2A585 | 1530     | 1560     | 30     | 324.5 | 38.9          | 0.026 |
| 10                                       | X1V149 | 277      | 300      | 23     | 324.5 | 50.8          | 0.020 | 60                                       | X4B439 | 1533     | 1562     | 29     | 324.5 | 40.3          | 0.025 |
| 11                                       | DBN112 | 281      | 312      | 31     | 324.5 | 37.7          | 0.027 | 61                                       | X3M109 | 1535     | 1567     | 32     | 324.5 | 36.5          | 0.027 |
| 12                                       | X1S625 | 334      | 364      | 30     | 324.5 | 38.9          | 0.026 | 62                                       | V5A545 | 1592     | 1618     | 26     | 324.5 | 44.9          | 0.022 |
| 13                                       | X2U610 | 342      | 368      | 26     | 324.5 | 44.9          | 0.022 | 63                                       | X2T317 | 1595     | 1621     | 26     | 324.5 | 44.9          | 0.022 |
| 14                                       | X2V457 | 352      | 381      | 29     | 324.5 | 40.3          | 0.025 | 64                                       | X3V499 | 1601     | 1630     | 29     | 324.5 | 40.3          | 0.025 |
| 15                                       | X4B247 | 383      | 405      | 22     | 324.5 | 53.1          | 0.019 | 65                                       | C3J839 | 1674     | 1700     | 26     | 324.5 | 44.9          | 0.022 |
| 16                                       | X4F588 | 407      | 432      | 25     | 324.5 | 46.7          | 0.021 | 66                                       | X3G644 | 1677     | 1702     | 25     | 324.5 | 46.7          | 0.021 |
| 17                                       | X2B669 | 454      | 481      | 27     | 324.5 | 43.3          | 0.023 | 67                                       | X3I588 | 1706     | 1735     | 29     | 324.5 | 40.3          | 0.025 |
| 18                                       | X4B933 | 471      | 498      | 27     | 324.5 | 43.3          | 0.023 | 68                                       | X3G281 | 1725     | 1750     | 25     | 324.5 | 46.7          | 0.021 |
| 19                                       | X2A424 | 493      | 518      | 25     | 324.5 | 46.7          | 0.021 | 69                                       | X2M608 | 1734     | 1760     | 26     | 324.5 | 44.9          | 0.022 |
| 20                                       | X2Y445 | 550      | 574      | 24     | 324.5 | 48.7          | 0.021 | 70                                       | X4K545 | 1876     | 1906     | 30     | 324.5 | 38.9          | 0.026 |
| 21                                       | X4M054 | 553      | 575      | 22     | 324.5 | 53.1          | 0.019 | 71                                       | X4C629 | 1879     | 1908     | 29     | 324.5 | 40.3          | 0.025 |
| 22                                       | X1Z502 | 603      | 640      | 37     | 324.5 | 31.6          | 0.032 | 72                                       | C5S211 | 1883     | 1912     | 29     | 324.5 | 40.3          | 0.025 |
| 23                                       | X2U437 | 607      | 642      | 35     | 324.5 | 33.4          | 0.030 | 73                                       | X2M237 | 1885     | 1915     | 30     | 324.5 | 38.9          | 0.026 |
| 24                                       | X1S429 | 648      | 680      | 32     | 324.5 | 36.5          | 0.027 | 74                                       | X4D289 | 1888     | 1917     | 29     | 324.5 | 40.3          | 0.025 |
| 25                                       | PF128  | 661      | 691      | 30     | 324.5 | 38.9          | 0.026 | 75                                       | X3O339 | 1891     | 1921     | 30     | 324.5 | 38.9          | 0.026 |
| 26                                       | Z3J699 | 670      | 698      | 28     | 324.5 | 41.7          | 0.024 | 76                                       | X4I193 | 1899     | 1927     | 28     | 324.5 | 41.7          | 0.024 |
| 27                                       | X4B625 | 691      | 715      | 24     | 324.5 | 48.7          | 0.021 | 77                                       | X2M118 | 1924     | 1950     | 26     | 324.5 | 44.9          | 0.022 |
| 28                                       | X1Y203 | 697      | 720      | 23     | 324.5 | 50.8          | 0.020 | 78                                       | B5I156 | 1927     | 1955     | 28     | 324.5 | 41.7          | 0.024 |
| 29                                       | A6J439 | 780      | 803      | 23     | 324.5 | 50.8          | 0.020 | 79                                       | X3Z367 | 1929     | 1960     | 31     | 324.5 | 37.7          | 0.027 |
| 30                                       | C2H919 | 834      | 855      | 21     | 324.5 | 55.6          | 0.018 | 80                                       | X1D237 | 1931     | 1957     | 26     | 324.5 | 44.9          | 0.022 |
| 31                                       | X3O639 | 837      | 859      | 22     | 324.5 | 53.1          | 0.019 | 81                                       | X3Y912 | 1933     | 1961     | 28     | 324.5 | 41.7          | 0.024 |
| 32                                       | X3G605 | 844      | 870      | 26     | 324.5 | 44.9          | 0.022 | 82                                       | X2R508 | 1938     | 1965     | 27     | 324.5 | 43.3          | 0.023 |
| 33                                       | X2B337 | 846      | 872      | 26     | 324.5 | 44.9          | 0.022 | 83                                       | X3G430 | 1940     | 1970     | 30     | 324.5 | 38.9          | 0.026 |
| 34                                       | X3Z530 | 855      | 880      | 25     | 324.5 | 46.7          | 0.021 | 84                                       | Z4J417 | 1942     | 1972     | 30     | 324.5 | 38.9          | 0.026 |
| 35                                       | X3U495 | 987      | 1015     | 28     | 324.5 | 41.7          | 0.024 | 85                                       | X2Q622 | 1945     | 1975     | 30     | 324.5 | 38.9          | 0.026 |
| 36                                       | F2E810 | 989      | 1016     | 27     | 324.5 | 43.3          | 0.023 | 86                                       | X2A116 | 1948     | 1976     | 28     | 324.5 | 41.7          | 0.024 |
| 37                                       | AZR596 | 995      | 1024     | 29     | 324.5 | 40.3          | 0.025 | 87                                       | V4I510 | 1954     | 1981     | 27     | 324.5 | 43.3          | 0.023 |
| 38                                       | X3U610 | 1009     | 1041     | 32     | 324.5 | 36.5          | 0.027 | 88                                       | ZBC963 | 1999     | 2025     | 26     | 324.5 | 44.9          | 0.022 |
| 39                                       | X2F374 | 1035     | 1063     | 28     | 324.5 | 41.7          | 0.024 | 89                                       | X3X555 | 2001     | 2026     | 25     | 324.5 | 46.7          | 0.021 |
| 40                                       | X2D527 | 1045     | 1072     | 27     | 324.5 | 43.3          | 0.023 | 90                                       | X5T950 | 2005     | 2030     | 25     | 324.5 | 46.7          | 0.021 |
| 41                                       | X2V465 | 1048     | 1075     | 27     | 324.5 | 43.3          | 0.023 | 91                                       | X2L350 | 2008     | 2035     | 27     | 324.5 | 43.3          | 0.023 |
| 42                                       | X4L420 | 1257     | 1279     | 22     | 324.5 | 53.1          | 0.019 | 92                                       | X3K451 | 2010     | 2038     | 28     | 324.5 | 41.7          | 0.024 |
| 43                                       | X2R250 | 1293     | 1320     | 27     | 324.5 | 43.3          | 0.023 | 93                                       | X3N433 | 2012     | 2040     | 28     | 324.5 | 41.7          | 0.024 |
| 44                                       | X2Z550 | 1297     | 1324     | 27     | 324.5 | 43.3          | 0.023 | 94                                       | X1W278 | 2114     | 2143     | 29     | 324.5 | 40.3          | 0.025 |
| 45                                       | V8O895 | 1304     | 1331     | 27     | 324.5 | 43.3          | 0.023 | 95                                       | X3D579 | 2116     | 2147     | 31     | 324.5 | 37.7          | 0.027 |
| 46                                       | X3C167 | 1309     | 1335     | 26     | 324.5 | 44.9          | 0.022 | 96                                       | X4K670 | 2162     | 2187     | 25     | 324.5 | 46.7          | 0.021 |
| 47                                       | X4G536 | 1317     | 1340     | 23     | 324.5 | 50.8          | 0.020 | 97                                       | X1K629 | 2164     | 2189     | 25     | 324.5 | 46.7          | 0.021 |
| 48                                       | X4A537 | 1327     | 1352     | 25     | 324.5 | 46.7          | 0.021 | 98                                       | X4K680 | 2169     | 2195     | 26     | 324.5 | 44.9          | 0.022 |
| 49                                       | X1I699 | 1431     | 1455     | 24     | 324.5 | 48.7          | 0.021 | 99                                       | X3Q637 | 2171     | 2197     | 26     | 324.5 | 44.9          | 0.022 |
| 50                                       | P2C138 | 1430     | 1460     | 30     | 324.5 | 38.9          | 0.026 | 100                                      | X4E314 | 2174     | 2202     | 28     | 324.5 | 41.7          | 0.024 |

Continua (...)

| CALCULO DE TIEMPOS Y VELOCIDAD VEHICULAR |        |          |          |        |       |               |       | CALCULO DE TIEMPOS Y VELOCIDAD VEHICULAR |        |          |          |        |       |               |       |
|--|--------|----------|----------|--------|-------|---------------|-------|--|--------|----------|----------|--------|-------|---------------|-------|
| N°                                       | placa  | to (seg) | tf (seg) | t(seg) | d(m)  | Vi veh (Km/h) | 1/Vi  | N°                                       | placa  | to (seg) | tf (seg) | t(seg) | d(m)  | Vi veh (Km/h) | 1/Vi  |
| 101                                      | Z1P014 | 2176     | 2205     | 29     | 324.5 | 40.3          | 0.025 | 151                                      | X2S541 | 3174     | 3197     | 23     | 324.5 | 50.8          | 0.020 |
| 102                                      | X4C338 | 2178     | 2205     | 27     | 324.5 | 43.3          | 0.023 | 152                                      | X3Y072 | 3181     | 3205     | 24     | 324.5 | 48.7          | 0.021 |
| 103                                      | X4I780 | 2182     | 2208     | 26     | 324.5 | 44.9          | 0.022 | 153                                      | X4H135 | 3183     | 3209     | 26     | 324.5 | 44.9          | 0.022 |
| 104                                      | X2U192 | 2185     | 2213     | 28     | 324.5 | 41.7          | 0.024 | 154                                      | X4H682 | 3186     | 3214     | 28     | 324.5 | 41.7          | 0.024 |
| 105                                      | X1Z448 | 2188     | 2215     | 27     | 324.5 | 43.3          | 0.023 | 155                                      | X2O081 | 3190     | 3219     | 29     | 324.5 | 40.3          | 0.025 |
| 106                                      | X2L335 | 2211     | 2235     | 24     | 324.5 | 48.7          | 0.021 | 156                                      | D9F727 | 3197     | 3225     | 28     | 324.5 | 41.7          | 0.024 |
| 107                                      | X3R250 | 2369     | 2395     | 26     | 324.5 | 44.9          | 0.022 | 157                                      | X4L027 | 3209     | 3237     | 28     | 324.5 | 41.7          | 0.024 |
| 108                                      | X3L615 | 2372     | 2396     | 24     | 324.5 | 48.7          | 0.021 | 158                                      | X3Q260 | 3235     | 3258     | 23     | 324.5 | 50.8          | 0.020 |
| 109                                      | X2I409 | 2375     | 2403     | 28     | 324.5 | 41.7          | 0.024 | 159                                      | X3H120 | 3237     | 3262     | 25     | 324.5 | 46.7          | 0.021 |
| 110                                      | X3P681 | 2394     | 2420     | 26     | 324.5 | 44.9          | 0.022 | 160                                      | X4L697 | 3240     | 3267     | 27     | 324.5 | 43.3          | 0.023 |
| 111                                      | X1E677 | 2413     | 2440     | 27     | 324.5 | 43.3          | 0.023 | 161                                      | X3I697 | 3242     | 3270     | 28     | 324.5 | 41.7          | 0.024 |
| 112                                      | X1M676 | 2439     | 2463     | 24     | 324.5 | 48.7          | 0.021 | 162                                      | ABY771 | 3248     | 3272     | 24     | 324.5 | 48.7          | 0.021 |
| 113                                      | X3B348 | 2444     | 2467     | 23     | 324.5 | 50.8          | 0.020 | 163                                      | EPC941 | 3406     | 3430     | 24     | 324.5 | 48.7          | 0.021 |
| 114                                      | X2Y235 | 2453     | 2478     | 25     | 324.5 | 46.7          | 0.021 | 164                                      | P1L609 | 3413     | 3441     | 28     | 324.5 | 41.7          | 0.024 |
| 115                                      | X3P064 | 2572     | 2599     | 27     | 324.5 | 43.3          | 0.023 | 165                                      | X2X364 | 3419     | 3445     | 26     | 324.5 | 44.9          | 0.022 |
| 116                                      | X3R499 | 2575     | 2602     | 27     | 324.5 | 43.3          | 0.023 | 166                                      | X3L334 | 3422     | 3447     | 25     | 324.5 | 46.7          | 0.021 |
| 117                                      | X3W639 | 2578     | 2603     | 25     | 324.5 | 46.7          | 0.021 | 167                                      | X3R082 | 3425     | 3453     | 28     | 324.5 | 41.7          | 0.024 |
| 118                                      | Z4G623 | 2582     | 2611     | 29     | 324.5 | 40.3          | 0.025 | 168                                      | X4I409 | 3429     | 3456     | 27     | 324.5 | 43.3          | 0.023 |
| 119                                      | X3Y465 | 2585     | 2612     | 27     | 324.5 | 43.3          | 0.023 | 169                                      | COL315 | 3433     | 3461     | 28     | 324.5 | 41.7          | 0.024 |
| 120                                      | X4M268 | 2587     | 2614     | 27     | 324.5 | 43.3          | 0.023 | 170                                      | A9K407 | 3456     | 3480     | 24     | 324.5 | 48.7          | 0.021 |
| 121                                      | X4K390 | 2591     | 2620     | 29     | 324.5 | 40.3          | 0.025 | 171                                      | X3P050 | 3458     | 3483     | 25     | 324.5 | 46.7          | 0.021 |
| 122                                      | X3Z159 | 2593     | 2620     | 27     | 324.5 | 43.3          | 0.023 | 172                                      | X1X410 | 3465     | 3489     | 24     | 324.5 | 48.7          | 0.021 |
| 123                                      | X2Q552 | 2595     | 2620     | 25     | 324.5 | 46.7          | 0.021 | 173                                      | C4P232 | 3481     | 3505     | 24     | 324.5 | 48.7          | 0.021 |
| 124                                      | V3O571 | 2597     | 2621     | 24     | 324.5 | 48.7          | 0.021 | 174                                      | V4S599 | 3635     | 3660     | 25     | 324.5 | 46.7          | 0.021 |
| 125                                      | Z3P463 | 2623     | 2650     | 27     | 324.5 | 43.3          | 0.023 | 175                                      | X2Z541 | 3641     | 3666     | 25     | 324.5 | 46.7          | 0.021 |
| 126                                      | X2S149 | 2776     | 2805     | 29     | 324.5 | 40.3          | 0.025 | 176                                      | X3C284 | 3671     | 3695     | 24     | 324.5 | 48.7          | 0.021 |
| 127                                      | X2P185 | 2778     | 2805     | 27     | 324.5 | 43.3          | 0.023 | 177                                      | X3V258 | 3674     | 3700     | 26     | 324.5 | 44.9          | 0.022 |
| 128                                      | X2Z241 | 2780     | 2807     | 27     | 324.5 | 43.3          | 0.023 | 178                                      | D3O616 | 3678     | 3705     | 27     | 324.5 | 43.3          | 0.023 |
| 129                                      | X1J803 | 2785     | 2814     | 29     | 324.5 | 40.3          | 0.025 | 179                                      | X2Q322 | 3681     | 3710     | 29     | 324.5 | 40.3          | 0.025 |
| 130                                      | X4A627 | 2787     | 2814     | 27     | 324.5 | 43.3          | 0.023 | 180                                      | X1T588 | 3684     | 3710     | 26     | 324.5 | 44.9          | 0.022 |
| 131                                      | X2T505 | 2788     | 2815     | 27     | 324.5 | 43.3          | 0.023 | 181                                      | X4E839 | 3690     | 3715     | 25     | 324.5 | 46.7          | 0.021 |
| 132                                      | F3H354 | 2791     | 2817     | 26     | 324.5 | 44.9          | 0.022 | 182                                      | X1W384 | 3694     | 3720     | 26     | 324.5 | 44.9          | 0.022 |
| 133                                      | X2E590 | 2795     | 2823     | 28     | 324.5 | 41.7          | 0.024 | 183                                      | W1P459 | 3733     | 3758     | 25     | 324.5 | 46.7          | 0.021 |
| 134                                      | ADK459 | 2801     | 2825     | 24     | 324.5 | 48.7          | 0.021 | 184                                      | L1B852 | 3752     | 3777     | 25     | 324.5 | 46.7          | 0.021 |
| 135                                      | X2P402 | 2804     | 2829     | 25     | 324.5 | 46.7          | 0.021 | 185                                      | X3P095 | 3755     | 3783     | 28     | 324.5 | 41.7          | 0.024 |
| 136                                      | X2B239 | 2808     | 2837     | 29     | 324.5 | 40.3          | 0.025 | 186                                      | X3A351 | 3761     | 3787     | 26     | 324.5 | 44.9          | 0.022 |
| 137                                      | X3V550 | 2812     | 2840     | 28     | 324.5 | 41.7          | 0.024 | 187                                      | X4D558 | 3765     | 3790     | 25     | 324.5 | 46.7          | 0.021 |
| 138                                      | ABJ148 | 2816     | 2845     | 29     | 324.5 | 40.3          | 0.025 | 188                                      | X4H650 | 3770     | 3795     | 25     | 324.5 | 46.7          | 0.021 |
| 139                                      | X3B309 | 2843     | 2867     | 24     | 324.5 | 48.7          | 0.021 | 189                                      | X2M097 | 3773     | 3800     | 27     | 324.5 | 43.3          | 0.023 |
| 140                                      | C2R291 | 2845     | 2870     | 25     | 324.5 | 46.7          | 0.021 | 190                                      | X4L365 | 3785     | 3808     | 23     | 324.5 | 50.8          | 0.020 |
| 141                                      | X3K659 | 2847     | 2873     | 26     | 324.5 | 44.9          | 0.022 |  |        |          |          |        |       |               |       |
| 142                                      | X1S544 | 2851     | 2878     | 27     | 324.5 | 43.3          | 0.023 |  |        |          |          |        |       |               |       |
| 143                                      | Z4V121 | 2857     | 2885     | 28     | 324.5 | 41.7          | 0.024 |  |        |          |          |        |       |               |       |
| 144                                      | B1X500 | 2861     | 2890     | 29     | 324.5 | 40.3          | 0.025 |  |        |          |          |        |       |               |       |
| 145                                      | Z4Q402 | 2863     | 2890     | 27     | 324.5 | 43.3          | 0.023 |  |        |          |          |        |       |               |       |
| 146                                      | F6A124 | 3116     | 3143     | 27     | 324.5 | 43.3          | 0.023 |  |        |          |          |        |       |               |       |
| 147                                      | A5B052 | 3120     | 3147     | 27     | 324.5 | 43.3          | 0.023 |  |        |          |          |        |       |               |       |
| 148                                      | X3O265 | 3122     | 3148     | 26     | 324.5 | 44.9          | 0.022 |  |        |          |          |        |       |               |       |
| 149                                      | X3Q383 | 3128     | 3152     | 24     | 324.5 | 48.7          | 0.021 |  |        |          |          |        |       |               |       |
| 150                                      | A5F307 | 3165     | 3189     | 24     | 324.5 | 48.7          | 0.021 |  |        |          |          |        |       |               |       |

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 59. Cálculo de la Velocidad de Flujo Libre.

| POR FORMULA "A" |       |          | POR FORMULA "B" |        |      |
|-----------------|-------|----------|-----------------|--------|------|
| t promedio      | 26.65 | segundos | Ve              | 12.175 | m/s  |
| distancia       | 324.5 | metros   | Ve              | 43.8   | km/h |
| Ve              | 12.18 | m/s      | Ve              | 27.2   | mi/h |
| Ve              | 43.8  | km/h     |                 |        |      |
| Ve              | 27.2  | mi/h     |                 |        |      |

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla anterior se muestra el cálculo de la velocidad de flujo libre por las dos fórmulas 13 y 14 en m/s, km/h y mi/h.

3.6.1.3 Análisis de la Prueba

La velocidad hallada de 44km/h con las fórmulas 13 y 14 (velocidad espacial) corresponde a la distancia recorrida y al promedio del tiempo que duro el recorrido para todos los vehículos. Por otro lado, también esta velocidad hallada, está relacionada al número de vehículos sujetos al estudio y a la sumatoria de la inversa de la velocidad de cada vehículo. Es decir, esta velocidad es resultado de la magnitud de la distancia recorrida, promedio del tiempo que duró el recorrido, el número de vehículos y la velocidad individual de cada vehículo.

3.6.2 Procesamiento del Aforo Vehicular

3.6.2.1 Procedimiento del Procesamiento del Aforo Vehicular

3.6.2.1.1 Determinación de volúmenes por tipo de vehículo

En base a los datos obtenidos en el aforo vehicular registrados en las fichas mostradas anteriormente se procedió a organizar los volúmenes según el tipo de vehículo en referencia a la clasificación vehicular del Reglamento Nacional de Vehículos (2003) expuesto en el capítulo II del marco teórico (Ver Elementos Físicos página 76).

3.6.2.2 Tablas y Diagramas del Procesamiento del Aforo Vehicular

Tabla 60. Volúmenes por Tipo de Vehículo de la Av. Cusco (C.E. Diego Quispe Tito).

| TIPO DE VEHICULO         | MOVIMIENTO |    |    |       |   | MOVIMIENTO |    |    |       |   | MOVIMIENTO |     |    |       |       | MOVIMIENTO |     |    |       |       |
|--------------------------|------------|----|----|-------|---|------------|----|----|-------|---|------------|-----|----|-------|-------|------------|-----|----|-------|-------|
|                          | 41         | 42 | 43 | TOTAL | % | 31         | 32 | 33 | TOTAL | % | 21         | 22  | 23 | TOTAL | %     | 11         | 12  | 13 | TOTAL | %     |
| AUTO (M1)                | 0          | 0  | 0  | -     | - | 0          | 0  | 0  | -     | - | 0          | 495 | 0  | 495   | 85.1% | 0          | 637 | 0  | 637   | 77.0% |
| CAMIONETA PICK UP (N1)   | 0          | 0  | 0  | -     | - | 0          | 0  | 0  | -     | - | 0          | 59  | 0  | 59    | 10.1% | 0          | 98  | 0  | 98    | 11.9% |
| SERV. DE TRANSPORTE (M3) | 0          | 0  | 0  | -     | - | 0          | 0  | 0  | -     | - | 0          | 18  | 0  | 18    | 3.1%  | 0          | 56  | 0  | 56    | 6.8%  |
| BUS (M3)                 | 0          | 0  | 0  | -     | - | 0          | 0  | 0  | -     | - | 0          | 0   | 0  | 0     | 0.0%  | 0          | 6   | 0  | 6     | 0.7%  |
| CAMION LIGERO (N1)       | 0          | 0  | 0  | -     | - | 0          | 0  | 0  | -     | - | 0          | 8   | 0  | 8     | 1.4%  | 0          | 13  | 0  | 13    | 1.6%  |
| CAMION MEDIANO (N2)      | 0          | 0  | 0  | -     | - | 0          | 0  | 0  | -     | - | 0          | 2   | 0  | 2     | 0.3%  | 0          | 13  | 0  | 13    | 1.6%  |
| CAMION PESADO (N3)       | 0          | 0  | 0  | -     | - | 0          | 0  | 0  | -     | - | 0          | 0   | 0  | 0     | 0.0%  | 0          | 4   | 0  | 4     | 0.5%  |
| ARTICULADOS (N3)         | 0          | 0  | 0  | -     | - | 0          | 0  | 0  | -     | - | 0          | 0   | 0  | 0     | 0.0%  | 0          | 0   | 0  | 0     | 0.0%  |
| TOTAL                    | 0          | 0  | 0  | -     | - | 0          | 0  | 0  | -     | - | 0          | 582 | 0  | 582   | 100%  | 0          | 827 | 0  | 827   | 100%  |
| TRANSPORTE LIVIANO       | 0          | 0  | 0  | -     | - | 0          | 0  | 0  | -     | - | 0          | 572 | 0  | 572   | 98%   | 0          | 791 | 0  | 791   | 96%   |
| TRANSPORTE PESADO        | 0          | 0  | 0  | -     | - | 0          | 0  | 0  | -     | - | 0          | 10  | 0  | 10    | 2%    | 0          | 36  | 0  | 36    | 4%    |
| % TRANSP. PESADO         | -          | -  | -  | -     | - | -          | -  | -  | -     | - | 0%         | 2%  | 0% | -     | -     | 0%         | 4%  | 0% | -     | -     |

Fuente: Elaboración Propia.

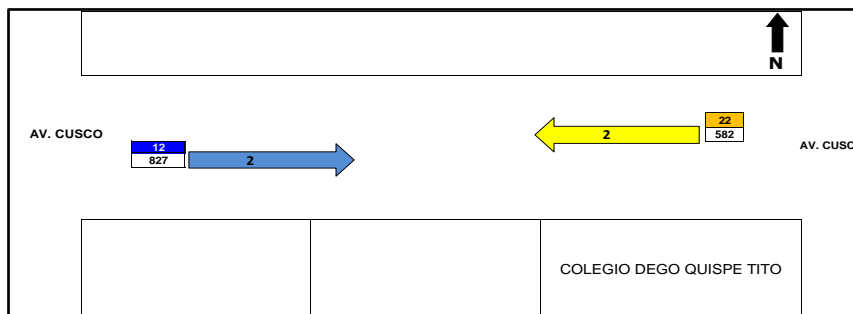


Figura 107. Flujograma Vehicular – Av. Cusco (C.E. Diego Quispe Tito).

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 61. Volúmenes por Tipo de Vehículo de la Intersección Av. Cusco – Ca. Diego de Almagro.

| TIPO DE VEHICULO         | MOVIMIENTO |    |    | TOTAL | % | MOVIMIENTO |    |    | TOTAL | %     | MOVIMIENTO |     |    | TOTAL | %     | MOVIMIENTO |     |    | TOTAL | %     |
|--------------------------|------------|----|----|-------|---|------------|----|----|-------|-------|------------|-----|----|-------|-------|------------|-----|----|-------|-------|
|                          | 41         | 42 | 43 |       |   | 31         | 32 | 33 |       |       | 21         | 22  | 23 |       |       | 11         | 12  | 13 |       |       |
| AUTO (M1)                | 0          | 0  | 0  | -     | - | 28         | 0  | 13 | 41    | 87.2% | 56         | 407 | 0  | 463   | 81.7% | 0          | 424 | 55 | 479   | 78.4% |
| CAMIONETA PICK UP (N1)   | 0          | 0  | 0  | -     | - | 2          | 0  | 2  | 4     | 8.5%  | 7          | 57  | 0  | 64    | 11.3% | 0          | 60  | 6  | 66    | 10.8% |
| SERV. DE TRANSPORTE (M3) | 0          | 0  | 0  | -     | - | 0          | 0  | 0  | 0     | 0.0%  | 0          | 17  | 0  | 17    | 3.0%  | 0          | 43  | 0  | 43    | 7.0%  |
| BUS (M3)                 | 0          | 0  | 0  | -     | - | 0          | 0  | 0  | 0     | 0.0%  | 1          | 11  | 0  | 12    | 2.1%  | 0          | 1   | 0  | 1     | 0.2%  |
| CAMION LIGERO (N1)       | 0          | 0  | 0  | -     | - | 1          | 0  | 0  | 1     | 2.1%  | 3          | 7   | 0  | 10    | 1.8%  | 0          | 11  | 2  | 13    | 2.1%  |
| CAMION MEDIANO (N2)      | 0          | 0  | 0  | -     | - | 1          | 0  | 0  | 1     | 2.1%  | 1          | 0   | 0  | 1     | 0.2%  | 0          | 7   | 1  | 8     | 1.3%  |
| CAMION PESADO (N3)       | 0          | 0  | 0  | -     | - | 0          | 0  | 0  | 0     | 0.0%  | 0          | 0   | 0  | 0     | 0.0%  | 0          | 1   | 0  | 1     | 0.2%  |
| ARTICULADOS (N3)         | 0          | 0  | 0  | -     | - | 0          | 0  | 0  | 0     | 0.0%  | 0          | 0   | 0  | 0     | 0.0%  | 0          | 0   | 0  | 0     | 0.0%  |
| TOTAL                    | 0          | 0  | 0  | -     | - | 32         | 0  | 15 | 47    | 100%  | 68         | 499 | 0  | 567   | 100%  | 0          | 547 | 64 | 611   | 100%  |
| TRANSPORTE LIVIANO       | 0          | 0  | 0  | -     | - | 30         | 0  | 15 | 45    | 96%   | 63         | 481 | 0  | 544   | 96%   | 0          | 527 | 61 | 588   | 96%   |
| TRANSPORTE PESADO        | 0          | 0  | 0  | -     | - | 2          | 0  | 2  | 4%    | 4%    | 5          | 18  | 0  | 23    | 4%    | 0          | 20  | 3  | 23    | 4%    |
| % TRANSP. PESADO         | -          | -  | -  | -     | - | 6%         | 0% | 0% | -     | -     | 7%         | 4%  | 0% | -     | -     | 0%         | 4%  | 5% | -     | -     |

Fuente: Elaboración Propia.

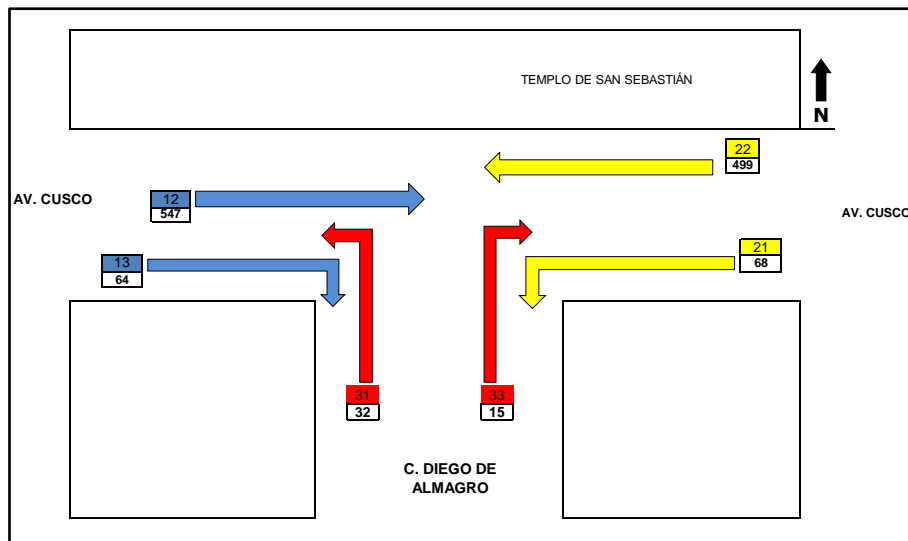


Figura 108. Flujograma Vehicular – Intersección Av. Cusco – Ca. Diego de Almagro.

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 62. Volúmenes por Tipo de Vehículo de la Intersección Av. Cusco – Ca. Bolívar.

| TIPO DE VEHICULO         | MOVIMIENTO |    |    | TOTAL | % | MOVIMIENTO |    |    | TOTAL | %     | MOVIMIENTO |     |    | TOTAL | %     |    |     |    |     |       |
|--------------------------|------------|----|----|-------|---|------------|----|----|-------|-------|------------|-----|----|-------|-------|----|-----|----|-----|-------|
|                          | 41         | 42 | 43 |       |   | 31         | 32 | 33 |       |       | 21         | 22  | 23 |       |       | 11 | 12  | 13 |     |       |
| AUTO (M1)                | 0          | 0  | 0  | -     | - | 24         | 14 | 15 | 53    | 77.9% | 0          | 471 | 17 | 488   | 90.2% | 34 | 405 | 0  | 439 | 78.7% |
| CAMIONETA PICK UP (N1)   | 0          | 0  | 0  | -     | - | 7          | 5  | 1  | 13    | 19.1% | 0          | 21  | 3  | 24    | 4.4%  | 2  | 54  | 0  | 56  | 10.0% |
| SERV. DE TRANSPORTE (M3) | 0          | 0  | 0  | -     | - | 0          | 0  | 0  | 0     | 0.0%  | 0          | 17  | 0  | 17    | 3.1%  | 0  | 43  | 0  | 43  | 7.7%  |
| BUS (M3)                 | 0          | 0  | 0  | -     | - | 0          | 0  | 0  | 0     | 0.0%  | 0          | 1   | 0  | 1     | 0.2%  | 0  | 2   | 0  | 2   | 0.4%  |
| CAMION LIGERO (N1)       | 0          | 0  | 0  | -     | - | 0          | 1  | 1  | 2     | 2.9%  | 0          | 8   | 0  | 8     | 1.5%  | 0  | 15  | 0  | 15  | 2.7%  |
| CAMION MEDIANO (N2)      | 0          | 0  | 0  | -     | - | 0          | 0  | 0  | 0     | 0.0%  | 0          | 2   | 1  | 3     | 0.6%  | 0  | 2   | 0  | 2   | 0.4%  |
| CAMION PESADO (N3)       | 0          | 0  | 0  | -     | - | 0          | 0  | 0  | 0     | 0.0%  | 0          | 0   | 0  | 0     | 0.0%  | 0  | 1   | 0  | 1   | 0.2%  |
| ARTICULADOS (N3)         | 0          | 0  | 0  | -     | - | 0          | 0  | 0  | 0     | 0.0%  | 0          | 0   | 0  | 0     | 0.0%  | 0  | 0   | 0  | 0   | 0.0%  |
| TOTAL                    | 0          | 0  | 0  | -     | - | 31         | 20 | 17 | 68    | 100%  | 0          | 520 | 21 | 541   | 100%  | 36 | 522 | 0  | 558 | 100%  |
| TRANSPORTE LIVIANO       | 0          | 0  | 0  | -     | - | 31         | 19 | 16 | 66    | 97%   | 0          | 509 | 20 | 529   | 98%   | 36 | 502 | 0  | 538 | 96%   |
| TRANSPORTE PESADO        | 0          | 0  | 0  | -     | - | 0          | 1  | 1  | 2     | 3%    | 0          | 11  | 1  | 12    | 2%    | 0  | 20  | 0  | 20  | 4%    |
| % TRANSP. PESADO         | -          | -  | -  | -     | - | 0%         | 5% | 6% | -     | -     | 0%         | 2%  | 5% | -     | -     | 0% | 4%  | 0% | -   | -     |

Fuente: Elaboración Propia.

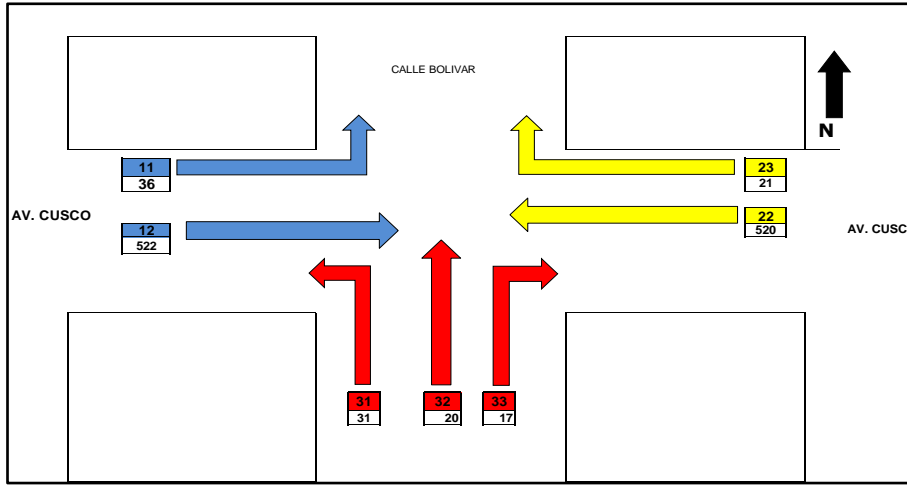


Figura 109. Flujograma Vehicular – Intersección Av. Cusco – Ca. Bolívar.

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 63. Volúmenes por Tipo de Vehículo de la Intersección Av. Cusco – Av. Tomás Tuyo Tupac.

| TIPO DE VEHICULO          | MOVIMIENTO |            |           | TOTAL      | %           | MOVIMIENTO |            |           | TOTAL      | %           | MOVIMIENTO |            |           | TOTAL      | %           | MOVIMIENTO |            |            | TOTAL      | %           |
|---------------------------|------------|------------|-----------|------------|-------------|------------|------------|-----------|------------|-------------|------------|------------|-----------|------------|-------------|------------|------------|------------|------------|-------------|
|                           | 41         | 42         | 43        |            |             | 31         | 32         | 33        |            |             | 21         | 22         | 23        |            |             | 11         | 12         | 13         |            |             |
| AUTO (M1)                 | 28         | 89         | 84        | 201        | 85.9%       | 76         | 66         | 61        | 203        | 79.9%       | 27         | 272        | 43        | 342        | 88.6%       | 52         | 324        | 227        | 603        | 86.4%       |
| CAMIONETA PICK UP (N1)    | 0          | 4          | 5         | 9          | 3.8%        | 3          | 13         | 2         | 18         | 7.1%        | 2          | 15         | 8         | 25         | 6.5%        | 2          | 26         | 3          | 31         | 4.4%        |
| SERV. DE TRANSPORTE (M3)  | 0          | 0          | 0         | 0          | 0.0%        | 8          | 0          | 0         | 8          | 3.1%        | 0          | 8          | 0         | 8          | 2.1%        | 0          | 33         | 10         | 43         | 6.2%        |
| BUS (M3)                  | 0          | 1          | 0         | 1          | 0.4%        | 0          | 2          | 0         | 2          | 0.8%        | 0          | 0          | 0         | 0          | 0.0%        | 0          | 0          | 0          | 0          | 0.0%        |
| CAMION LIGERO (N1)        | 0          | 0          | 0         | 0          | 0.0%        | 0          | 0          | 0         | 0          | 0.0%        | 1          | 3          | 0         | 4          | 1.0%        | 3          | 16         | 2          | 21         | 3.0%        |
| CAMION MEDIANO (N2)       | 2          | 10         | 2         | 14         | 6.0%        | 1          | 12         | 2         | 15         | 5.9%        | 1          | 3          | 3         | 7          | 1.8%        | 0          | 0          | 0          | 0          | 0.0%        |
| CAMION PESADO (N3)        | 0          | 4          | 0         | 4          | 1.7%        | 0          | 6          | 0         | 6          | 2.4%        | 0          | 0          | 0         | 0          | 0.0%        | 0          | 0          | 0          | 0          | 0.0%        |
| ARTICULADOS (N3)          | 0          | 5          | 0         | 5          | 2.1%        | 0          | 2          | 0         | 2          | 0.8%        | 0          | 0          | 0         | 0          | 0.0%        | 0          | 0          | 0          | 0          | 0.0%        |
| <b>TOTAL</b>              | <b>30</b>  | <b>113</b> | <b>91</b> | <b>234</b> | <b>100%</b> | <b>88</b>  | <b>101</b> | <b>65</b> | <b>254</b> | <b>100%</b> | <b>31</b>  | <b>301</b> | <b>54</b> | <b>386</b> | <b>100%</b> | <b>57</b>  | <b>399</b> | <b>242</b> | <b>698</b> | <b>100%</b> |
| <b>TRANSPORTE LIVIANO</b> | <b>28</b>  | <b>93</b>  | <b>89</b> | <b>210</b> | <b>90%</b>  | <b>79</b>  | <b>79</b>  | <b>63</b> | <b>221</b> | <b>87%</b>  | <b>29</b>  | <b>295</b> | <b>51</b> | <b>375</b> | <b>97%</b>  | <b>54</b>  | <b>383</b> | <b>240</b> | <b>677</b> | <b>97%</b>  |
| <b>TRANSPORTE PESADO</b>  | <b>2</b>   | <b>20</b>  | <b>2</b>  | <b>24</b>  | <b>10%</b>  | <b>9</b>   | <b>22</b>  | <b>2</b>  | <b>33</b>  | <b>13%</b>  | <b>2</b>   | <b>6</b>   | <b>3</b>  | <b>11</b>  | <b>3%</b>   | <b>3</b>   | <b>16</b>  | <b>2</b>   | <b>21</b>  | <b>3%</b>   |
| <b>% TRANSP. PESADO</b>   | <b>7%</b>  | <b>18%</b> | <b>2%</b> | <b>-</b>   | <b>-</b>    | <b>10%</b> | <b>22%</b> | <b>3%</b> | <b>-</b>   | <b>-</b>    | <b>6%</b>  | <b>2%</b>  | <b>6%</b> | <b>-</b>   | <b>-</b>    | <b>5%</b>  | <b>4%</b>  | <b>1%</b>  | <b>-</b>   | <b>-</b>    |

Fuente: Elaboración Propia.

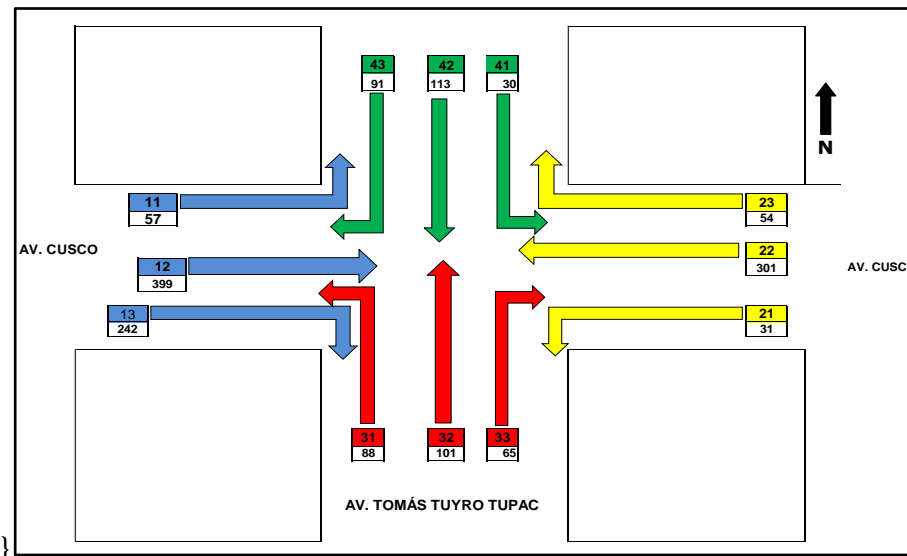


Figura 110. Flujograma Vehicular – Intersección Av. Cusco – Av. Tomás Tuyo Tupac.

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 64. Volúmenes por Tipo de Vehículo de la Intersección Av. Cusco – Ca. Felipe Sicus.

| TIPO DE VEHICULO         | MOVIMIENTO |           |           | TOTAL      | %           | MOVIMIENTO |          |           | TOTAL     | %           | MOVIMIENTO |            |           | TOTAL      | %           | MOVIMIENTO |            |           | TOTAL      | %           |
|--------------------------|------------|-----------|-----------|------------|-------------|------------|----------|-----------|-----------|-------------|------------|------------|-----------|------------|-------------|------------|------------|-----------|------------|-------------|
|                          | 41         | 42        | 43        |            |             | 31         | 32       | 33        |           |             | 21         | 22         | 23        |            |             | 11         | 12         | 13        |            |             |
| AUTO (M1)                | 25         | 41        | 34        | 100        | 87.0%       | 42         | 1        | 33        | 76        | 86.4%       | 20         | 254        | 11        | 285        | 87%         | 8          | 337        | 39        | 384        | 84.6%       |
| CAMIONETA PICK UP (N1)   | 3          | 0         | 5         | 8          | 7.0%        | 4          | 1        | 3         | 8         | 9.1%        | 4          | 19         | 1         | 24         | 7.3%        | 0          | 21         | 0         | 21         | 4.6%        |
| SERV. DE TRANSPORTE (M3) | 0          | 0         | 0         | 0          | 0.0%        | 0          | 0        | 0         | 0         | 0.0%        | 0          | 8          | 0         | 8          | 2.4%        | 0          | 31         | 0         | 31         | 6.8%        |
| BUS (M3)                 | 1          | 0         | 0         | 1          | 0.9%        | 0          | 0        | 0         | 0         | 0.0%        | 0          | 0          | 0         | 0          | 0.0%        | 0          | 0          | 0         | 0          | 0.0%        |
| CAMION LIGERO (N1)       | 0          | 3         | 1         | 4          | 3.5%        | 0          | 1        | 1         | 2         | 2.3%        | 0          | 2          | 0         | 2          | 0.6%        | 0          | 4          | 0         | 4          | 0.9%        |
| CAMION MEDIANO (N2)      | 0          | 1         | 1         | 2          | 1.7%        | 1          | 0        | 1         | 2         | 2.3%        | 0          | 7          | 2         | 9          | 2.7%        | 0          | 14         | 0         | 14         | 3.1%        |
| CAMION PESADO (N3)       | 0          | 0         | 0         | 0          | 0.0%        | 0          | 0        | 0         | 0         | 0.0%        | 0          | 1          | 0         | 1          | 0.3%        | 0          | 0          | 0         | 0          | 0.0%        |
| ARTICULADOS (N3)         | 0          | 0         | 0         | 0          | 0.0%        | 0          | 0        | 0         | 0         | 0.0%        | 0          | 0          | 0         | 0          | 0.0%        | 0          | 0          | 0         | 0          | 0.0%        |
| <b>TOTAL</b>             | <b>29</b>  | <b>45</b> | <b>41</b> | <b>115</b> | <b>100%</b> | <b>47</b>  | <b>3</b> | <b>38</b> | <b>88</b> | <b>100%</b> | <b>24</b>  | <b>291</b> | <b>14</b> | <b>329</b> | <b>100%</b> | <b>8</b>   | <b>407</b> | <b>39</b> | <b>454</b> | <b>100%</b> |
| TRANSPORTE LIVIANO       | 28         | 41        | 39        | 108        | 94%         | 46         | 2        | 36        | 84        | 95%         | 24         | 281        | 12        | 317        | 96%         | 8          | 389        | 39        | 436        | 96%         |
| TRANSPORTE PESADO        | 1          | 4         | 2         | 7          | 6%          | 1          | 1        | 2         | 4         | 5%          | 0          | 10         | 2         | 12         | 4%          | 0          | 18         | 0         | 18         | 4%          |
| % TRANSP. PESADO         | 3%         | 9%        | 5%        | -          | -           | 2%         | 33%      | 5%        | -         | -           | 0%         | 3%         | 14%       | -          | -           | 0%         | 4%         | 0%        | -          | -           |

Fuente: Elaboración Propia.

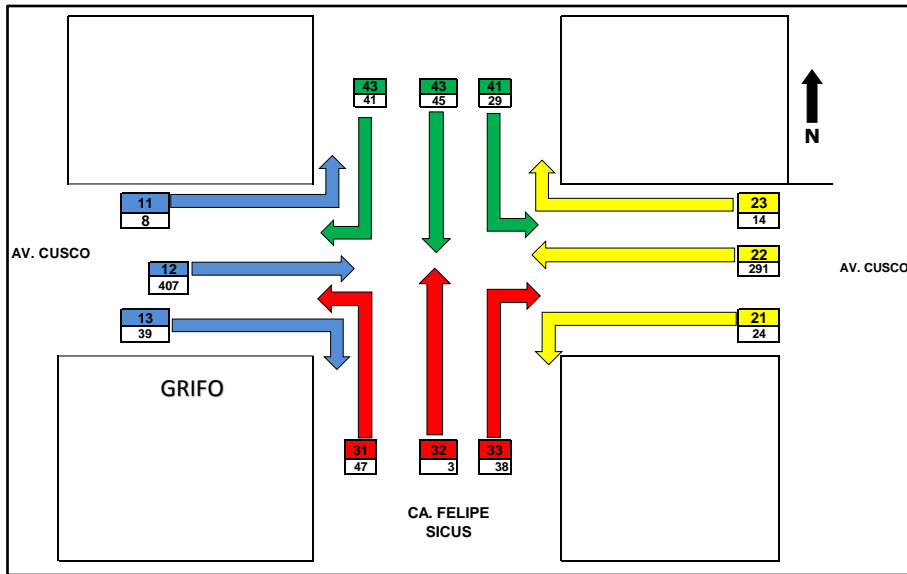


Figura 111. Flujograma Vehicular – Intersección Av. Cusco – Ca. Felipe Sicus.

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 65. Volúmenes por Tipo de Vehículo de la Intersección Av. Cusco – Ca. Alemania Federal.

| TIPO DE VEHICULO         | MOVIMIENTO |           |            | TOTAL      | %           | MOVIMIENTO |           |           | TOTAL     | %           | MOVIMIENTO |            |           | TOTAL      | %           |            |            |           |            |             |
|--------------------------|------------|-----------|------------|------------|-------------|------------|-----------|-----------|-----------|-------------|------------|------------|-----------|------------|-------------|------------|------------|-----------|------------|-------------|
|                          | 41         | 42        | 43         |            |             | 31         | 32        | 33        |           |             | 21         | 22         | 23        |            |             | 11         | 12         | 13        |            |             |
| AUTO (M1)                | 29         | 42        | 116        | 187        | 73.9%       | 6          | 25        | 9         | 40        | 61.5%       | 3          | 102        | 15        | 120        | 75.5%       | 97         | 233        | 20        | 350        | 76.4%       |
| CAMIONETA PICK UP (N1)   | 11         | 10        | 21         | 42         | 16.6%       | 1          | 1         | 1         | 3         | 4.6%        | 2          | 22         | 2         | 26         | 16.4%       | 15         | 31         | 0         | 46         | 10.0%       |
| SERV. DE TRANSPORTE (M3) | 0          | 10        | 0          | 10         | 4.0%        | 0          | 0         | 11        | 11        | 16.9%       | 0          | 8          | 0         | 8          | 5.0%        | 21         | 17         | 0         | 38         | 8.3%        |
| BUS (M3)                 | 0          | 0         | 0          | 0          | 0.0%        | 0          | 1         | 3         | 4         | 6.2%        | 0          | 0          | 0         | 0          | 0.0%        | 0          | 1          | 0         | 1          | 0.2%        |
| CAMION LIGERO (N1)       | 3          | 4         | 2          | 9          | 3.6%        | 1          | 5         | 0         | 6         | 9.2%        | 1          | 3          | 0         | 4          | 2.5%        | 2          | 5          | 1         | 8          | 1.7%        |
| CAMION MEDIANO (N2)      | 0          | 1         | 0          | 1          | 0.4%        | 0          | 0         | 0         | 0         | 0.0%        | 1          | 0          | 0         | 1          | 0.6%        | 3          | 5          | 2         | 10         | 2.2%        |
| CAMION PESADO (N3)       | 2          | 2         | 0          | 4          | 1.6%        | 0          | 1         | 0         | 1         | 1.5%        | 0          | 0          | 0         | 0          | 0.0%        | 2          | 2          | 1         | 5          | 1.1%        |
| ARTICULADOS (N3)         | 0          | 0         | 0          | 0          | 0.0%        | 0          | 0         | 0         | 0         | 0.0%        | 0          | 0          | 0         | 0          | 0.0%        | 0          | 0          | 0         | 0          | 0.0%        |
| <b>TOTAL</b>             | <b>45</b>  | <b>69</b> | <b>139</b> | <b>253</b> | <b>100%</b> | <b>8</b>   | <b>33</b> | <b>24</b> | <b>65</b> | <b>100%</b> | <b>7</b>   | <b>135</b> | <b>17</b> | <b>159</b> | <b>100%</b> | <b>140</b> | <b>294</b> | <b>24</b> | <b>458</b> | <b>100%</b> |
| TRANSPORTE LIVIANO       | 40         | 62        | 137        | 239        | 94%         | 7          | 26        | 21        | 54        | 83%         | 5          | 132        | 17        | 154        | 97%         | 133        | 281        | 20        | 434        | 95%         |
| TRANSPORTE PESADO        | 5          | 7         | 2          | 14         | 6%          | 1          | 7         | 3         | 11        | 17%         | 2          | 3          | 0         | 5          | 3%          | 7          | 13         | 4         | 24         | 5%          |
| % TRANSP. PESADO         | 11%        | 10%       | 1%         | -          | -           | 13%        | 21%       | 13%       | -         | -           | 29%        | 2%         | 0%        | -          | -           | 5%         | 4%         | 17%       | -          | -           |

Fuente: Elaboración Propia.



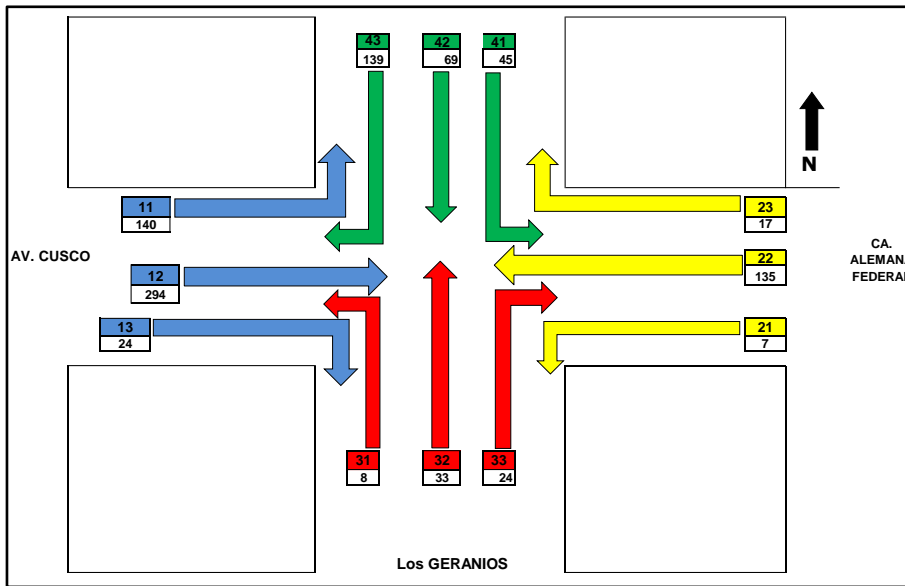


Figura 112. Flujograma Vehicular – Intersección Av. Cusco – Ca. Alemania Federal.

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 66. Volúmenes por Tipo de Vehículo de la Intersección Av. Cusco – Av. De la Cultura.

| TIPO DE VEHICULO         | MOVIMIENTO |    |    |       |   | MOVIMIENTO |    |     |       |       | MOVIMIENTO |      |    |       |       | MOVIMIENTO |      |     |       |       |
|--------------------------|------------|----|----|-------|---|------------|----|-----|-------|-------|------------|------|----|-------|-------|------------|------|-----|-------|-------|
|                          | 41         | 42 | 43 | TOTAL | % | 31         | 32 | 33  | TOTAL | %     | 21         | 22   | 23 | TOTAL | %     | 11         | 12   | 13  | TOTAL | %     |
| AUTO (M1)                | 0          | 0  | 0  | -     | - | 62         | 0  | 103 | 165   | 75.3% | 112        | 1299 | 0  | 1411  | 73.0% | 0          | 1054 | 91  | 1145  | 73.6% |
| CAMIONETA PICK UP (N1)   | 0          | 0  | 0  | -     | - | 5          | 0  | 16  | 21    | 9.6%  | 18         | 152  | 0  | 170   | 8.8%  | 0          | 129  | 10  | 139   | 8.9%  |
| SERV. DE TRANSPORTE (M3) | 0          | 0  | 0  | -     | - | 0          | 0  | 19  | 19    | 8.7%  | 11         | 209  | 0  | 220   | 11.4% | 0          | 197  | 0   | 197   | 12.7% |
| BUS (M3)                 | 0          | 0  | 0  | -     | - | 0          | 0  | 1   | 1     | 0.5%  | 0          | 18   | 0  | 18    | 0.9%  | 0          | 26   | 0   | 26    | 1.7%  |
| CAMION LIGERO (N1)       | 0          | 0  | 0  | -     | - | 0          | 0  | 0   | 0     | 0.0%  | 0          | 16   | 0  | 16    | 0.8%  | 0          | 0    | 0   | 0     | 0.0%  |
| CAMION MEDIANO (N2)      | 0          | 0  | 0  | -     | - | 4          | 0  | 9   | 13    | 5.9%  | 5          | 70   | 0  | 75    | 3.9%  | 0          | 36   | 0   | 36    | 2.3%  |
| CAMION PESADO (N3)       | 0          | 0  | 0  | -     | - | 0          | 0  | 0   | 0     | 0.0%  | 1          | 18   | 0  | 19    | 1.0%  | 0          | 11   | 0   | 11    | 0.7%  |
| ARTICULADOS (N3)         | 0          | 0  | 0  | -     | - | 0          | 0  | 0   | 0     | 0.0%  | 0          | 3    | 0  | 3     | 0.2%  | 0          | 2    | 0   | 2     | 0.1%  |
| TOTAL                    | 0          | 0  | 0  | -     | - | 71         | 0  | 148 | 219   | 100%  | 147        | 1785 | 0  | 1932  | 100%  | 0          | 1455 | 101 | 1556  | 100%  |
| TRANSPORTE LIVIANO       | 0          | 0  | 0  | -     | - | 67         | 0  | 138 | 205   | 94%   | 141        | 1660 | 0  | 1801  | 93%   | 0          | 1380 | 101 | 1481  | 95%   |
| TRANSPORTE PESADO        | 0          | 0  | 0  | -     | - | 4          | 0  | 10  | 14    | 6%    | 6          | 125  | 0  | 131   | 7%    | 0          | 75   | 0   | 75    | 5%    |
| % TRANSP. PESADO         | -          | -  | -  | -     | - | 6%         | 0% | 7%  | -     | -     | 4%         | 7%   | 0% | -     | -     | 0%         | 5%   | 0%  | -     | -     |

Fuente: Elaboración Propia.

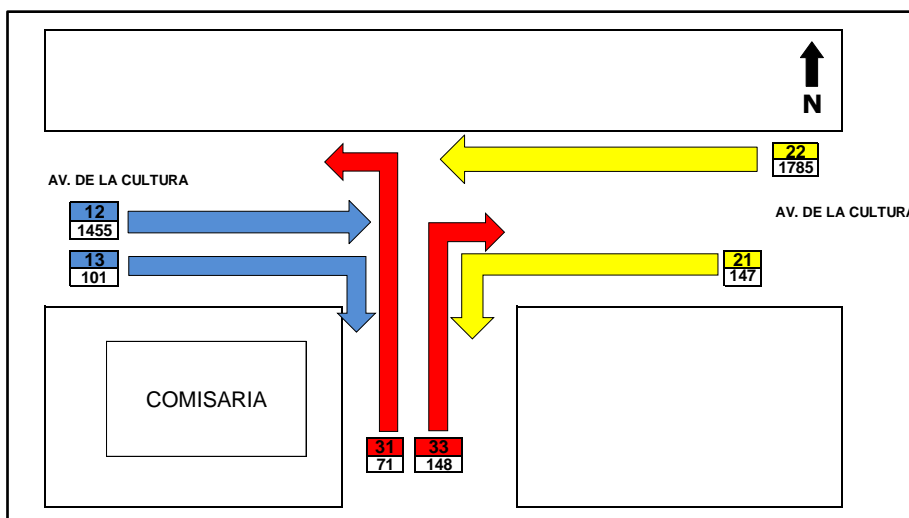


Figura 113. Flujograma Vehicular – Intersección Av. Cusco – Av. De la Cultura.

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 67. Volúmenes por Tipo de Vehículo de la Intersección Av. Tomás Tuyo Tupac – Av. De la Cultura.

| TIPO DE VEHICULO         | MOVIMIENTO |    |    | TOTAL | % | MOVIMIENTO |    |     | TOTAL | %     | MOVIMIENTO |      |    | TOTAL | %     | MOVIMIENTO |      |     | TOTAL | %     |
|--------------------------|------------|----|----|-------|---|------------|----|-----|-------|-------|------------|------|----|-------|-------|------------|------|-----|-------|-------|
|                          | 41         | 42 | 43 |       |   | 31         | 32 | 33  |       |       | 21         | 22   | 23 |       |       | 11         | 12   | 13  |       |       |
| AUTO (M1)                | 0          | 0  | 0  | -     | - | 110        | 0  | 48  | 158   | 71.8% | 44         | 1423 | 0  | 1467  | 74.5% | 0          | 1304 | 134 | 1438  | 78.3% |
| CAMIONETA PICK UP (N1)   | 0          | 0  | 0  | -     | - | 21         | 0  | 7   | 28    | 12.7% | 7          | 165  | 0  | 172   | 8.7%  | 0          | 93   | 41  | 134   | 7.3%  |
| SERV. DE TRANSPORTE (M3) | 0          | 0  | 0  | -     | - | 0          | 0  | 0   | 0     | 0.0%  | 0          | 211  | 0  | 211   | 10.7% | 0          | 200  | 0   | 200   | 10.9% |
| BUS (M3)                 | 0          | 0  | 0  | -     | - | 0          | 0  | 4   | 4     | 1.8%  | 2          | 21   | 0  | 23    | 1.2%  | 0          | 13   | 1   | 14    | 0.8%  |
| CAMION LIGERO (N1)       | 0          | 0  | 0  | -     | - | 1          | 0  | 0   | 1     | 0.5%  | 0          | 27   | 0  | 27    | 1.4%  | 0          | 5    | 0   | 5     | 0.3%  |
| CAMION MEDIANO (N2)      | 0          | 0  | 0  | -     | - | 10         | 0  | 8   | 18    | 8.2%  | 9          | 42   | 0  | 51    | 2.6%  | 0          | 36   | 5   | 41    | 2.2%  |
| CAMION PESADO (N3)       | 0          | 0  | 0  | -     | - | 1          | 0  | 7   | 8     | 3.6%  | 3          | 9    | 0  | 12    | 0.6%  | 0          | 5    | 0   | 5     | 0.3%  |
| ARTICULADOS (N3)         | 0          | 0  | 0  | -     | - | 0          | 0  | 3   | 3     | 1.4%  | 6          | 0    | 0  | 6     | 0.3%  | 0          | 0    | 0   | 0     | 0.0%  |
| TOTAL                    | 0          | 0  | 0  | -     | - | 143        | 0  | 77  | 220   | 100%  | 71         | 1898 | 0  | 1969  | 100%  | 0          | 1656 | 181 | 1837  | 100%  |
| TRANSPORTE LIVIANO       | 0          | 0  | 0  | -     | - | 131        | 0  | 55  | 186   | 85%   | 51         | 1799 | 0  | 1850  | 94%   | 0          | 1597 | 175 | 1772  | 96%   |
| TRANSPORTE PESADO        | 0          | 0  | 0  | -     | - | 12         | 0  | 22  | 34    | 15%   | 20         | 99   | 0  | 119   | 6%    | 0          | 59   | 6   | 65    | 4%    |
| % TRANSP. PESADO         | -          | -  | -  | -     | - | 8%         | 0% | 29% | -     | -     | 28%        | 5%   | 0% | -     | -     | 0%         | 4%   | 3%  | -     | -     |

Fuente: Elaboración Propia.

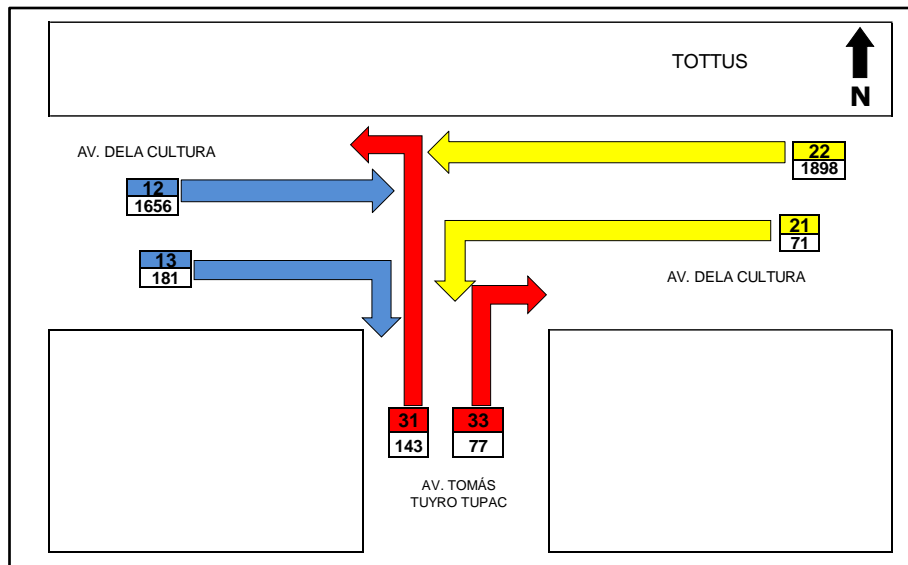


Figura 114. Flujograma Vehicular – Intersección Av. Tomás Tuyo Tupac – Av. De la Cultura.

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 68. Volúmenes por Tipo de Vehículo de la Intersección Av. Cusco – Ca. Kantu.

| TIPO DE VEHICULO         | MOVIMIENTO |     |    | TOTAL | %     | MOVIMIENTO |     |    | TOTAL | %     | MOVIMIENTO |    |    | TOTAL | %     | MOVIMIENTO |    |    | TOTAL | %     |
|--------------------------|------------|-----|----|-------|-------|------------|-----|----|-------|-------|------------|----|----|-------|-------|------------|----|----|-------|-------|
|                          | 41         | 42  | 43 |       |       | 31         | 32  | 33 |       |       | 21         | 22 | 23 |       |       | 11         | 12 | 13 |       |       |
| AUTO (M1)                | 25         | 78  | 35 | 138   | 71.9% | 2          | 114 | 9  | 125   | 61.0% | 4          | 34 | 13 | 51    | 57.3% | 6          | 2  | 1  | 9     | 90.0% |
| CAMIONETA PICK UP (N1)   | 2          | 9   | 6  | 17    | 8.9%  | 0          | 20  | 3  | 23    | 11.2% | 4          | 7  | 6  | 17    | 19.1% | 0          | 0  | 0  | 0     | 0.0%  |
| SERV. DE TRANSPORTE (M3) | 11         | 2   | 0  | 13    | 6.8%  | 0          | 3   | 25 | 28    | 13.7% | 0          | 11 | 6  | 17    | 19.1% | 0          | 0  | 0  | 0     | 0.0%  |
| BUS (M3)                 | 0          | 2   | 0  | 2     | 1.0%  | 0          | 2   | 0  | 2     | 1.0%  | 0          | 0  | 1  | 1     | 1.1%  | 1          | 0  | 0  | 1     | 10.0% |
| CAMION LIGERO (N1)       | 0          | 9   | 0  | 9     | 4.7%  | 0          | 5   | 0  | 5     | 2.4%  | 0          | 2  | 0  | 2     | 2.2%  | 0          | 0  | 0  | 0     | 0.0%  |
| CAMION MEDIANO (N2)      | 0          | 3   | 0  | 3     | 1.6%  | 0          | 11  | 0  | 11    | 5.4%  | 0          | 1  | 0  | 1     | 1.1%  | 0          | 0  | 0  | 0     | 0.0%  |
| CAMION PESADO (N3)       | 0          | 5   | 0  | 5     | 2.6%  | 0          | 9   | 0  | 9     | 4.4%  | 0          | 0  | 0  | 0     | 0.0%  | 0          | 0  | 0  | 0     | 0.0%  |
| ARTICULADOS (N3)         | 0          | 5   | 0  | 5     | 2.6%  | 0          | 2   | 0  | 2     | 1.0%  | 0          | 0  | 0  | 0     | 0.0%  | 0          | 0  | 0  | 0     | 0.0%  |
| TOTAL                    | 38         | 113 | 41 | 192   | 100%  | 2          | 166 | 37 | 205   | 100%  | 8          | 55 | 26 | 89    | 100%  | 7          | 2  | 1  | 10    | 100%  |
| TRANSPORTE LIVIANO       | 38         | 89  | 41 | 168   | 87.5% | 2          | 137 | 37 | 176   | 86%   | 8          | 52 | 25 | 85    | 96%   | 6          | 2  | 1  | 9     | 90%   |
| TRANSPORTE PESADO        | 0          | 24  | 0  | 24    | 12.5% | 0          | 29  | 0  | 29    | 14%   | 0          | 3  | 1  | 4     | 4%    | 1          | 0  | 0  | 1     | 10%   |
| % TRANSP. PESADO         | 0          | 0   | 0  | -     | -     | 0          | 0   | 0  | -     | -     | 0          | 0  | 0  | -     | -     | 0          | 0  | 0  | -     | -     |

Fuente: Elaboración Propia.

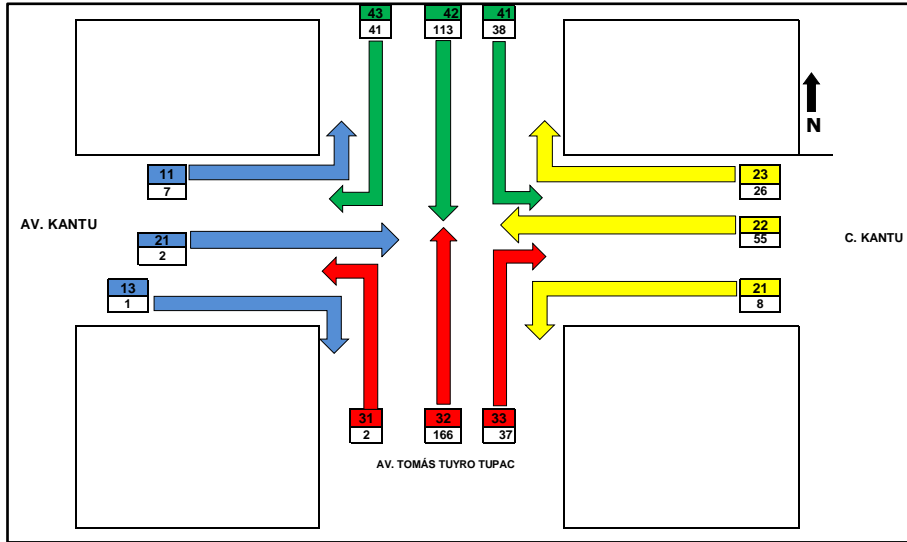


Figura 115. Flujograma Vehicular – Intersección Av. Tomás Tuyro Tupac – Ca. Kantu.

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 69. Volúmenes por Tipo de Vehículo de la Intersección Av. Cusco – Vía Expresa.

| TIPO DE VEHICULO         | MOVIMIENTO |      |     |  | TOTAL | %     | MOVIMIENTO |    |    |   | TOTAL | % | MOVIMIENTO |     |     |       | TOTAL | %   |    |     |       |
|--------------------------|------------|------|-----|--|-------|-------|------------|----|----|---|-------|---|------------|-----|-----|-------|-------|-----|----|-----|-------|
|                          | 41         | 42   | 43  |  |       |       | 31         | 32 | 33 |   |       |   | 21         | 22  | 23  |       |       |     | 11 | 12  | 13    |
| AUTO (M1)                | 16         | 0    | 53  |  | 69    | 60.5% | 0          | 0  | 0  | - | -     | 0 | 222        | 65  | 65  | 68.0% | 52    | 148 | 0  | 200 | 61.3% |
| CAMIONETA PICK UP (N1)   | 3          | 0    | 5   |  | 8     | 7.0%  | 0          | 0  | 0  | - | -     | 0 | 51         | 14  | 65  | 15.4% | 8     | 29  | 0  | 37  | 11.3% |
| SERV. DE TRANSPORTE (M3) | 0          | 0    | 0   |  | 0     | 0.0%  | 0          | 0  | 0  | - | -     | 0 | 16         | 1   | 17  | 4.0%  | 25    | 0   | 0  | 25  | 7.7%  |
| BUS (M3)                 | 3          | 0    | 4   |  | 7     | 6.1%  | 0          | 0  | 0  | - | -     | 0 | 11         | 2   | 13  | 3.1%  | 5     | 7   | 0  | 12  | 3.7%  |
| CAMION LIGERO (N1)       | 3          | 1    | 7   |  | 11    | 9.6%  | 0          | 0  | 0  | - | -     | 0 | 11         | 4   | 15  | 3.6%  | 4     | 12  | 0  | 16  | 4.9%  |
| CAMION MEDIANO (N2)      | 2          | 0    | 1   |  | 3     | 2.6%  | 0          | 0  | 0  | - | -     | 0 | 12         | 3   | 15  | 3.6%  | 5     | 8   | 0  | 13  | 4.0%  |
| CAMION PESADO (N3)       | 0          | 0    | 10  |  | 10    | 8.8%  | 0          | 0  | 0  | - | -     | 0 | 5          | 2   | 7   | 1.7%  | 8     | 10  | 0  | 18  | 5.5%  |
| ARTICULADOS (N3)         | 0          | 0    | 6   |  | 6     | 5.3%  | 0          | 0  | 0  | - | -     | 0 | 3          | 0   | 3   | 0.7%  | 4     | 1   | 0  | 5   | 1.5%  |
| TOTAL                    | 27         | 1    | 86  |  | 114   | 100%  | 0          | 0  | 0  | - | -     | 0 | 331        | 91  | 422 | 100%  | 111   | 215 | 0  | 326 | 100%  |
| TRANSPORTE LIVIANO       | 19         | 0    | 58  |  | 77    | 68%   | 0          | 0  | 0  | - | -     | 0 | 289        | 80  | 369 | 87%   | 85    | 177 | 0  | 262 | 80%   |
| TRANSPORTE PESADO        | 8          | 1    | 28  |  | 37    | 32%   | 0          | 0  | 0  | - | -     | 0 | 42         | 11  | 53  | 13%   | 26    | 38  | 0  | 64  | 20%   |
| % TRANSP. PESADO         | 30%        | 100% | 33% |  | -     | -     | -          | -  | -  | - | -     | - | 13%        | 12% | -   | -     | 23%   | 18% | -  | -   | -     |

Fuente: Elaboración Propia.

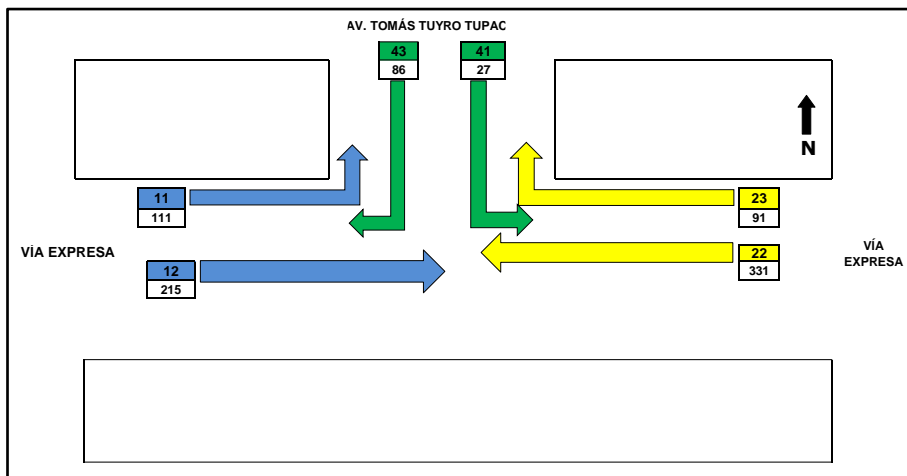


Figura 116. Flujograma Vehicular – Intersección Av. Tomás Tuyro Tupac – Vía Expresa.

Fuente: Elaboración Propia.

### 3.6.2.3 Análisis de la Prueba

Los resultados obtenidos por el procedimiento descrito anteriormente obedecen a la distribución en cantidades de cada tipo de vehículo contabilizado en cada acceso de cada intersección, así mismo, del movimiento ejecutado de cada vehículo, ya sea a la izquierda, de frente o a la derecha y también obedece a la cantidad de vehículos livianos y pesados con respecto a la totalidad de vehículos contabilizados.

### 3.6.3 Determinación del Nivel de Servicio de Carreteras de Dos Carriles

Este procedimiento metodológico está basado en el HCM 2010 (High Capacity Manual 2010), en su metodología de análisis de carreteras de dos carriles, la cual fue usada para el tramo de la Av. Cusco que inicia desde el semáforo peatonal adyacente al centro educativo Diego Quispe Tito hasta el reductor de velocidad en el acceso oeste de la intersección de la Av. Cusco con la calle Diego de Almagro, esto, por presentar una geometría y características de funcionamiento semejantes a la de una carretera de dos carriles.

Este tramo está en una zona urbana con límites de velocidad reducidos, por estas razones, se clasificó como una carretera de Clase III según el HCM 2010.

#### 3.6.3.1 Procedimiento para la Determinación del NDS de Carreteras de Dos Carriles

Con los datos obtenidos y mostrados anteriormente, se procede a realizar la Determinación del NDS de Carreteras de Dos Carriles:

##### 3.6.3.1.1 Paso 1: Datos de Entrada

Tabla 70. Datos de Entrada – NDS de Carretera de Dos Carriles de Clase III.

| DATOS DE ENTRADA    |          |      |      |                    |             |         |                          |      |                      |
|---------------------|----------|------|------|--------------------|-------------|---------|--------------------------|------|----------------------|
| % VEHÍCULOS PESADOS |          |      | FHP  | VOLUMEN DE DEMANDA |             | TERRENO | VELOCIDAD DE FLUJO LIBRE |      | ZONA DE NO ADELANTAR |
| DIRECCIÓN           | Camiones | RV's |      | Veh/h              | DIRECCIÓN % |         | km/h                     | mi/h | %                    |
| O-E                 | 4.00%    | 0%   | 0.95 | 1409               | 60%         | LLANO   | 44.0                     | 27.3 | 100%                 |
| E-O                 | 2.00%    | 0%   | 0.81 |                    | 40%         | LLANO   |                          |      | 100%                 |

Fuente: Elaboración Propia.

##### 3.6.3.1.2 Paso 2: Estimar el la Velocidad de Flujo Libre (FFS)

No es necesario estimar la FFS ya que fue medida en campo y calculada en gabinete. El valor obtenido es de 44 km/h que son equivalentes a 27.3 mi/h.

##### 3.6.3.1.3 Paso 3: Ajustar la Demanda para la Velocidad Media de Viaje (ATS)

El ajuste de la demanda para cada dirección se obtiene con la siguiente formula:



$$v_{i,ATS} = \frac{V_i}{PHF \times f_{g,ATS} \times f_{HV,ATS}}$$

Fórmula 38. Ajuste de Demanda para la ATS.

Fuente: Highway Capacity Manual 2010. (TRB, 2010).

Donde:

$v_{i,ATS}$ : Demanda ajustada para la ATS (veh/h)

$i$ : Dirección O-E (1) / E-O (2)

$V_i$ : Volumen de demanda para una dirección

$f_{g,ATS}$ : Factor de ajuste de grado

$f_{HV,ATS}$ : Factor de ajuste por vehículos pesados.

Para el ajuste de la demanda, primero debemos obtener la demanda de para cada dirección haciendo una simple multiplicación de la siguiente manera:

$$V_1 = 1409 \times 60\% = 845 \text{ veh/h}$$

$$V_2 = 1409 \times 40\% = 564 \text{ veh/h}$$

Donde:

$V_1$ : Volumen de demanda para la dirección O-E

$V_2$ : Volumen de demanda para la dirección E-O

Ahora, procedemos a determinar la tasa de flujo de demanda para ambas direcciones con la siguiente formula:

$$v_i = \frac{V_i}{PHF \times N}$$

Fórmula 39. Tasa de Flujo de Demanda en una Dirección.

Fuente: Highway Capacity Manual 2010. (TRB, 2010).

Donde:

$v_i$ : Tasa de flujo de demanda en una dirección

$V_i$ : Volumen de demanda para una dirección

$PHF$ : Factor de hora pico

$N$ : Número de carriles para una dirección

Aplicando la formula anterior tenemos:

$$v_1 = \frac{845}{0.95 \times 1} = 889 \text{ veh/h}$$

$$v_2 = \frac{564}{0.81 \times 1} = 696 \text{ veh/h}$$

Con los valores obtenidos de las tasas de flujo de demanda para cada dirección entramos a la siguiente tabla para obtener el factor de ajuste de grado:

Tabla 71. Factor de Ajuste de Grado ( $f_{g,ATS}$ ).

| Tasa de flujo de demanda (una sola dirección) Vvph veh(h) | Factor de ajuste fg,ATS                 |                  |
|---|---|------------------|
|   | Terreno a Nivel y Descensos Específicos | Terreno Ondulado |
| <= 100  | 1                                       | 0.67             |
| 200   | 1                                       | 0.75             |
| 300   | 1                                       | 0.83             |
| 400   | 1                                       | 0.9              |
| 500   | 1                                       | 0.95             |
| 600   | 1                                       | 0.97             |
| 700   | 1                                       | 0.98             |
| 800   | 1                                       | 0.99             |
| >=900   | 1                                       | 1                |

Interpolación aprox 0.1

Fuente: Highway Capacity Manual 2010. (TRB, 2010). Adaptación Propia.

Con los valores de 889 veh/h y 696 veh/h para ambas direcciones y teniendo en cuenta que el nivel del terreno es llano (a nivel) obtenemos los siguientes valores:

$$f_{g,ATS1}: 1$$

$$f_{g,ATS2}: 1$$

Hecho eso, procedemos a determinar el factor de ajuste por vehículos pesados, esto se obtiene mediante la siguiente formula:

$$f_{HV,ATS} = \frac{1}{1 + P_T(E_T - 1) + P_R(E_R - 1)}$$

Fórmula 40. Factor de Ajuste por Vehículos Pesados para Carreteras de Dos Carriles.

Fuente: Highway Capacity Manual 2010. (TRB, 2010).

Donde:

$f_{HV,ATS}$ : Factor de Ajuste de vehículos pesados para la estimación de la ATS

$P_T$ : Proporción de camiones en el flujo del tráfico

$E_T$ : Equivalente de vehículo de pasajeros para camiones

$P_R$ : Proporción de RV's en el flujo del tráfico

$E_R$ : Equivalente de vehículo de pasajeros para RV's

Para determinar el factor de ajuste por vehículos pesados, primero tenemos en cuenta que  $P_T$  es 4% para la dirección 1 y 2% para la dirección 2. Estos valores son los porcentajes de vehículos pesados para cada dirección.

Posteriormente debemos obtener los valores de  $E_T$  para cada dirección, entramos con los valores de las tasas de flujo de demanda para cada dirección en la siguiente tabla:

Tabla 72. Equivalente de Vehículo de Pasajeros para Camiones.

| tipo de vehículo | Tasa de flujo de demanda (una sola dirección) Vvph ve/(h) | Terreno a Nivel y Descensos Específicos |                  |
|------------------|---|---|------------------|
|                  |   | Terreno a Nivel y Descensos Específicos | Terreno Ondulado |
| camion ET        | <= 100  | 1.9                                     | 0.67             |
|                  | 200   | 1.5                                     | 0.75             |
|                  | 300   | 1.4                                     | 0.83             |
|                  | 400   | 1.3                                     | 0.9              |
|                  | 500   | 1.2                                     | 0.95             |
|                  | 600   | 1.1                                     | 0.97             |
|                  | 700   | 1.1                                     | 0.98             |
|                  | 800   | 1.1                                     | 0.99             |
|                  | >=900   | 1                                       | 1                |
| RVs, ER          | todos los flujos  | 1                                       | 1.1              |

Interpolación aprox. 0.1

Fuente: Highway Capacity Manual 2010. (TRB, 2010). Adaptación Propia.

Para los valores de las tasas de flujo de demanda de 889 veh/h y 696 veh/h para cada dirección, teniendo en cuenta que el terreno es a nivel, se hace la interpolación correspondiente para cada una, obteniendo valores de  $E_{T1} = 1$  y  $E_{T2} = 1.1$  respectivamente.

Como no hay presencia de RV's (remolques), los valores de  $P_R$  y  $E_R$  son 0.

Entonces con los valores previos obtenidos procedemos a calcular el factor de ajuste de vehículos pesados para la estimación de la ATS:

$$f_{HV,ATS1} = \frac{1}{1 + 0.04(1 - 1) + 0(0 - 1)} = 1$$

$$f_{HV,ATS2} = \frac{1}{1 + 0.02(1.1 - 1) + 0(0 - 1)} = 1$$

Por último, para concluir con este paso, procedemos a ajustar la demanda para la ATS para cada dirección con la fórmula 38 expuesta ya en este paso:

$$v_{1,ATS} = \frac{1409 \times 60\%}{0.95 \times 1 \times 1} = 889 \text{ veh/h}$$

$$v_{1,ATS} = \frac{1409 \times 40\%}{0.81 \times 1 \times 1} = 696 \text{ veh/h}$$

3.6.3.1.4 Paso 4: Estimar la ATS

La ATS se calcula teniendo en consideración la velocidad de flujo libre, la tasa de flujo de demanda opuesta y la zona de no adelantar, se obtiene con la siguiente formula:

$$ATS_d = FFS - 0.00776(v_{d,ATS} + v_{o,ATS}) - f_{np,ATS}$$

Fórmula 41. Velocidad Media de Viaje (ATS).

Fuente: Highway Capacity Manual 2010. (TRB, 2010).

Donde:

$ATS_d$ : Velocidad media de viaje en la dirección del análisis (mi/h)

$FFS$ : Velocidad de flujo libre (mi/h)

$v_{d,ATS}$ : Tasa de flujo de demanda para la ATS en la dirección del análisis

$v_{o,ATS}$ : Tasa de flujo de demanda para la ATS en la dirección opuesta del análisis

$f_{np,ATS}$ : Factor de ajuste por zonas de no adelantar (mi/h)

Como ya tenemos todos los datos necesarios para el cálculo, solo nos queda calcular el factor de ajuste por zonas de no adelantar ingresando con los valores de tasa de flujo de demanda opuesto para cada dirección mediante la siguiente tabla:

Tabla 73. Factor de Ajuste por Zonas de No Adelantar.

| Caudal de demanda opuesto, $v_o$ (pc/h) | Porcentaje de zonas de no adelantar |     |     |     |     |
|---|-------------------------------------|-----|-----|-----|-----|
|   | <=20                                | 40  | 60  | 80  | 100 |
| FFS<=45mi/h                             |                                     |     |     |     |     |
| <=100                                   | 0.1                                 | 0.4 | 1.7 | 2.2 | 2.4 |
| 200                                     | 0.9                                 | 1.6 | 3.1 | 3.8 | 4   |
| 400                                     | 0.9                                 | 0.5 | 2   | 2.5 | 2.7 |
| 600                                     | 0.4                                 | 0.3 | 1.3 | 1.7 | 1.8 |
| 800                                     | 0.3                                 | 0.3 | 0.8 | 1.1 | 1.2 |
| 1000                                    | 0.3                                 | 0.3 | 0.6 | 0.8 | 1.1 |
| 1200                                    | 0.3                                 | 0.3 | 0.6 | 0.7 | 1   |
| 1400                                    | 0.3                                 | 0.3 | 0.6 | 0.6 | 0.7 |
| >=1600                                  | 0.3                                 | 0.3 | 0.4 | 0.4 | 0.6 |

Se recomienda la interpolación de  $f_{np,ATS}$  para el porcentaje de zonas de no paso, el índice de flujo de demanda y el FFS al 0.1 más cercano.

Fuente: Highway Capacity Manual 2010. (TRB, 2010). Adaptación Propia.

Para este procedimiento se hacen las interpolaciones correspondientes para los valores de tasa de flujo de demanda opuesta para ambas direcciones teniendo en cuenta que la zona de no adelantar es del 100%.



Resultado de las interpolaciones para las tasas de flujo de demanda opuestos de 696 veh/h para  $f_{np,ATS1}$  y 889 veh/h para  $f_{np,ATS2}$  respectivamente es:

$$f_{np,ATS1} = 1.5$$

$$f_{np,ATS2} = 1.2$$

Con todos los datos necesarios obtenidos, finalmente aplicamos la fórmula 41 para estimar la ATS:

$$ATS_1 = 27.3 - 0.00776(889 + 696) - 1.5 = 13.5 \text{ mi/h}$$

$$ATS_2 = 27.3 - 0.00776(696 + 889) = 13.8 \text{ mi/h}$$

### 3.6.3.1.5 Paso 5: Estimar el Porcentaje de Velocidad de Flujo Libre (PFFS)

Para las carreteras clase III el nivel de servicio está basado en el porcentaje de velocidad de flujo libre alcanzado, es decir la relación entre la ATS y la FFS:

$$PFFS = \frac{ATS_d}{FFS}$$

Fórmula 42. Porcentaje de Velocidad de Flujo Libre.

Fuente: Highway Capacity Manual 2010. (TRB, 2010).

Entonces aplicamos la fórmula para estimar el PFFS para cada dirección:

$$PFFS_1 = \frac{13.5}{27.3} \times 100\% = 49.5\%$$

$$PFFS_2 = \frac{13.8}{27.3} \times 100\% = 50.6\%$$

### 3.6.3.1.6 Paso 6: Determinar el NDS y la Capacidad

Para determinar el NDS en ambas direcciones ingresamos con los  $PFFS_1$  y  $PFFS_2$  a la siguiente tabla:

Tabla 74. Niveles de Servicio para Carreteras de Clase III.

| NDS | Carreteras de clase III |
|-----|-------------------------|
|     | PFFS (%)                |
| A   | >91.7                   |
| B   | >83.3-91.7              |
| C   | >75-83.3                |
| D   | >66.7-75                |
| E   | <=66.7                  |

Fuente: Highway Capacity Manual 2010. (TRB, 2010). Adaptación Propia.

Ya que los valores de *PFFS* para cada dirección son 49.5% y 50.6% y son inferiores al 66.7% tenemos los siguientes NDS:

$$NDS_1 = E$$

$$NDS_2 = E$$

Ahora para determinar la capacidad aplicaremos la siguiente formula:

$$C_{dATS} = 1700 f_{g,ATS} f_{HV,ATS}$$

Fórmula 43. Capacidad en la Dirección de Análisis para Condiciones de ATS.

Fuente: Highway Capacity Manual 2010. (TRB, 2010).

$$C_{1ATS} = 1700 \times 1 \times 1 = 1700 \text{ veh/h}$$

$$C_{2ATS} = 1700 \times 1 \times 1 = 1700 \text{ veh/h}$$

Para determinar la capacidad bidireccional se procede primero con la dirección 1 (O-E), la capacidad en dirección 1 calculada se divide entre el porcentaje del flujo vehicular correspondiente, es decir;  $1700/60\% = 2833 \text{ veh/h}$ , y para la dirección 2 (E-O)  $1700/40\% = 4250 \text{ veh/h}$ , pero este último valor excede a la capacidad bidireccional máxima de 3400 veh/h. entonces la capacidad bidireccional obviamente es 2833 veh/h.

Entonces queda probado que la capacidad para la dirección 1 es 1700 veh/h. Por lo tanto, la capacidad para la dirección 2 es el 40% de la capacidad bidireccional, es decir;  $2833 \times 40\% = 1133 \text{ veh/h}$ .

### 3.6.3.2 Tabla de la Determinación del Nivel de Servicio de Carreteras de Dos Carriles

Tabla 75. Módulo de Nivel de Servicio – Carretera de Dos Carriles de Clase III – Tramo de la Av. Cusco (semáforo peatonal C.E. Diego Quispe Tito) hasta el Reductor de Velocidad del Acceso Oeste de la Intersección de la Av. Cusco con la Ca. Diego de Almagro.

| MODULO DE NIVEL DE SERVICIO CARRETERA DE DOS CARRILES CLASE III |        |         |         |
|---|--------|---------|---------|
| Sentido del Flujo   | UNIDAD | 1 (O-E) | 2 (E-O) |
| Velocidad de flujo libre, FFS                                   | mi/h   | 27.3    | 27.3    |
| Volumen de demanda, V1,V2                                       | veh/h  | 845     | 564     |
| Volumen ajustado, v1,v2   | veh/h  | 889     | 696     |
| Factor de ajuste por grado, Fg.ATS1, Fg.ATS2                    |        | 1       | 1       |
| Factor de ajuste por tipo de vehiculos ET                       |        | 1       | 1.1     |
| Factor de ajuste por vehiculo pesado, (fhV,ATS1), (fhV, ATS2)   |        | 1       | 1.0     |
| Tasa de flujo de demanda, v1,ATS, v2ATS                         | veh/h  | 889     | 696     |
| Factor de ajuste por zonas de no paso, fnp,ATS1, fnp,ATS2       | mi/h   | 1.5     | 1.2     |
| Velocidad promedio de viaje, ATS1, ATS2                         | mi/h   | 13.5    | 13.8    |
| Porcentaje de velocidad de flujo libre, PFFS1, PFFS2            | %      | 49.5%   | 50.6%   |
| Capacidad unidireccional en condiciones de ATS, C1,ATS=C2,ATS   | veh/h  | 1700    | 1700    |
| Capacidad bidireccional, Cb1, Cb2                               | veh/h  | 2833    | 2833    |
| Capacidad unidireccional, Cd1, Cd2                              | veh/h  | 1700    | 1133    |
| Nivel de servicio, NDS1, NDS2                                   |        | E       | E       |

Fuente: Elaboración Propia.

### 3.6.3.3 Análisis de la Prueba

Los niveles de servicio E obtenidos en el procedimiento del análisis del nivel de servicio de carreteras de dos carriles (para el procedimiento, ver desde la página 258 en adelante) responden a los porcentajes de velocidad de flujo libre (*PFFS*) que son consecuencia de la división de las velocidades promedio de viaje ( $ATS_1$  y  $ATS_2$ ) entre la velocidad de flujo libre (*FFS*). Asu vez, estos parámetros están relacionados a las tasas del flujo de demanda y los factores de ajuste.

Como se indicó, los niveles de servicio para este análisis están relacionados con la velocidad de flujo libre y la velocidad de recorrido, si la velocidad de recorrido toma un valor más cercano al de la velocidad de flujo libre, el nivel de servicio es cada vez más aceptable, y por el contrario, si la velocidad de recorrido se aleja, los niveles de servicio serán defectuosos, por lo tanto, sucede de la misma manera con los parámetros de tasas de flujo de demanda.

### 3.6.4 Determinación del Nivel de Servicio de Intersecciones Semaforzadas

La metodología de determinación del nivel de servicio para intersecciones semaforizadas está basada en el HCM2010 y a continuación se muestra el procedimiento usando como ejemplo la aplicación efectuada para la intersección de la Av. Cusco – Av. Tomás Tuyro Tupac.

#### 3.6.4.1 Procedimiento para la Determinación del Nivel de Servicio de Intersecciones Semaforzadas

Con los datos registrados anteriormente, se procede a la Determinación del Nivel de Servicio de las Intersecciones Semaforzadas:

##### 3.6.4.1.1 Paso 1: Datos de Entrada

A continuación, se muestran los datos necesarios para la determinación del nivel de servicio de la intersección Av. Cusco – Av. Tomás Tuyro Tupac:

Tabla 76. Datos de Entrada – NDS Intersección Semaforzada de la Av. Cusco – Av. Tomás Tuyro Tupac.

| MODULO DE DATOS DE ENTRADA       |                     |                   |                  |       |                         |                 |                              |                |          |              |          |                 |       |
|----------------------------------|---------------------|-------------------|------------------|-------|-------------------------|-----------------|------------------------------|----------------|----------|--------------|----------|-----------------|-------|
| Acceso                           | % VEHÍCULOS PESADOS | PHF               | PENDIENTES       |       | TIEMPO DE ARRANQUE<br>s | CICLO SEM.<br>s | DATOS DEL CONTROL SEMAFÓRICO |                |          |              |          | ANCHO DE CARRIL |       |
|                                  |                     |                   | N                | %     |                         |                 | φ                            | Verde peat (s) | Verde(s) | Amarillo (s) | Rojo (s) | metros          | Pies  |
| N                                | 10.26%              | 0.92              | N                | -2.00 | 2                       | 73              | φ1                           | 40             | 20       | 3            | 40       | 3.00            | 9.84  |
| S                                | 13.00%              |                   | S                | 3.00  |                         |                 | φ1                           | 40             | 20       | 3            | 40       | 3.00            | 9.84  |
| O                                | 3.01%               |                   | O                | -1.00 |                         |                 | φ2                           | 20             | 40       | 3            | 20       | 3.10            | 10.17 |
| E                                | 2.85%               |                   | E                | 4.00  |                         |                 | φ2                           | 20             | 40       | 3            | 20       | 4.95            | 16.24 |
| Maniobra de estacionamiento/hora |                     | Número de buses/h | Volumen peatonal |       |                         |                 |                              |                |          |              |          |                 |       |
| N                                | 0.00                | 0                 | 367              |       |                         |                 |                              |                |          |              |          |                 |       |
| S                                | 0.00                | 5                 | 179              |       |                         |                 |                              |                |          |              |          |                 |       |
| O                                | 2.00                | 6                 | 588              |       |                         |                 |                              |                |          |              |          |                 |       |
| E                                | 1.00                | 5                 | 154              |       |                         |                 |                              |                |          |              |          |                 |       |

Fuente: Elaboración Propia.



#### 3.6.4.1.2 Paso 2: Determinar los Grupos de Movimientos y Grupos de Carriles

La designación de grupo de movimiento es una construcción útil para especificar datos de entrada. Por el contrario, la designación de grupo de carril es una construcción útil para describir los cálculos asociados con la metodología.

Las siguientes reglas se usan para determinar grupos de movimiento para un enfoque de intersección:

- Un movimiento de viraje que es servido por uno o más carriles exclusivos y no se deben designar carriles compartidos como un grupo de movimiento.
- Los carriles no asignados a un grupo por la regla anterior se deben combinar en un grupo de movimiento.

Estas reglas resultan en la designación de uno a tres grupos de movimiento para cada enfoque.

Las siguientes reglas se usan para determinar grupos de carril para un enfoque de intersección:

- Un carril o carriles exclusivos para girar a la izquierda deben designarse como un grupo de carriles separado. Lo mismo se aplica a un carril exclusivo de giro a la derecha.
- Cualquier carril compartido debe designarse como un grupo de carril separado.
- Todos los carriles que no sean carriles de giro exclusivos o carriles compartidos se deben combinar en un solo grupo de carriles.

Estas reglas resultan en la designación de una o más de las siguientes posibilidades de grupos de carriles para un enfoque de intersección:

- Carril exclusivo de giro a la izquierda (o carriles)
- Exclusivo a través del carril (o carriles)
- Carril exclusivo de giro a la derecha (o carriles)
- Carril izquierdo y giratorio compartido
- Carriles compartidos para girar a la izquierda y a la derecha
- Carril derecho y por carril compartido
- Carril compartido de giro a la izquierda, a través y giro a la derecha.

En la siguiente tabla se observa los grupos de movimiento y grupos de carriles comunes:

Tabla 77. Grupo de Movimiento y Grupos de Carriles Comunes.

| N° de Carriles | Movimientos por carril | Grupos de Movimiento (GM) | Grupos de Carril (GC) |
|----------------|------------------------|---------------------------|-----------------------|
| 1              | Izquierda              | GM 1:                     | GC 1:                 |
|                | De frente              |                           |                       |
|                | Derecha                |                           |                       |
| 2              | Derecha exclusiva      | MG 1:                     | GC 1:                 |
|                | De frente y derecha    | MG2:                      | GC 2:                 |
| 2              | Izquierda y de frente  | MG 1:                     | GC 1:                 |
|                | De frente y derecha    |                           | GC 2:                 |
| 3              | Izquierda exclusiva    | MG 1:                     | GC 1:                 |
|                | Izquierda exclusiva    |                           | GC 2:                 |
|                | De frente              |                           |                       |
|                | De frente              | MG2:                      | GC 3:                 |
|                | De frente y derecha    |                           |                       |

Fuente: Elaboración Propia.

Dado que los cuatro accesos a la intersección Av. Cusco – Av. Tomás Tuyro Tupac tienen un solo carril respectivamente, y tienen permitidos los movimientos a la izquierda, de frente y a la derecha, se los agrupo para cada acceso en un solo grupo de movimientos y un solo grupo de carriles.

El grupo de movimiento y de carril para cada acceso de la Intersección Av. Cusco – Av. Tomás Tuyro Tupac quedan de la siguiente manera:

Tabla 78. Grupo de Movimientos de los accesos Oeste y Este de la Intersección Av. Cusco – Av. Tomás Tuyro Tupac

| N° de Carriles | Movimientos por carril | Grupos de Movimiento (GM) | Grupos de Carril (GC) |
|----------------|------------------------|---------------------------|-----------------------|
| 1              | Izquierda              | GM 1:                     | GC 1:                 |
|                | De frente              |                           |                       |
|                | Derecha                |                           |                       |

Fuente: Highway Capacity Manual 2010. (TRB, 2010). Adaptación Propia.

Este grupo de carril tiene las siglas LTR (left-through-right).

Tabla 79. Grupo de Movimientos de los accesos Norte y Sur de la Intersección Av. Cusco – Av. Tomás Tuyro Tupac

| N° de Carriles | Movimientos por carril | Grupos de Movimiento (GM) | Grupos de Carril (GC) |
|----------------|------------------------|---------------------------|-----------------------|
| 2              | Izquierda y de frente  | MG 1:                     | GC 1:                 |
|                | De frente y derecha    |                           | GC 2:                 |

Fuente: Highway Capacity Manual 2010. (TRB, 2010). Adaptación Propia.

Estos grupos de carriles tienen las siglas LT (left-through) y TR (Through-right).

3.6.4.1.3 Paso 3: Determinar las Tasas de Flujo de los Grupos de Movimiento

Este procedimiento consiste en asignar flujos a los grupos de movimientos, estos flujos se toman de la información de los flujogramas vehiculares mostrados anteriormente en la sección del procesamiento del aforo vehicular.

Para este paso debemos considerar lo siguiente:

Si un movimiento de giro es efectuado por el flujo de uno o más carriles exclusivos (sin carriles compartidos), entonces el flujo del movimiento se asigna a un grupo de movimiento. El flujo que no ha sido asignado deberá asignarse a los demás grupos de movimiento.

Entonces las tasas de flujo para la intersección Av. Cusco – Av. Tomás Tuyro Tupac quedan de la siguiente manera:

Tabla 80. Determinación de los Flujos de los Grupos de Movimiento de la Intersección Av. Cusco – Tomás Tuyro Tupac.

| ACCESOS                     | OESTE |     |     | ESTE |     |    | SUR |     |    | NORTE |     |    |
|-----------------------------|-------|-----|-----|------|-----|----|-----|-----|----|-------|-----|----|
|                             | O-E   |     |     | E-O  |     |    | S-N |     |    | N-S   |     |    |
| Sentido del flujo vehicular | LT    | TH  | TR  | LT   | TH  | TR | LT  | TH  | TR | LT    | TH  | TR |
| Movimientos                 |       |     |     |      |     |    |     |     |    |       |     |    |
| Volúmenes: V (veh/h)        | 57    | 399 | 242 | 31   | 301 | 54 | 88  | 101 | 65 | 30    | 113 | 91 |

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla anterior se observan los movimientos con sus respectivos flujos, para mayor practicidad los movimientos de cada acceso fueron etiquetados con las siguientes abreviaturas en inglés:

- Izquierda y de frente = left and through = LT
- De frente = through = TH
- Derecho y de frente = right and through = RT
- Izquierda, de frente y derecha = left, through and right = LTR

Por último, debemos convertir los flujos a tasas de flujo, para esto utilizamos la siguiente fórmula:

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

Fórmula 44. Tasa de Flujo de Demanda.

Fuente: Highway Capacity Manual 2010. (TRB, 2010).

Donde:

$v_i$ : Tasa de flujo de demanda

$V_i$ : Volumen de demanda

$PHF$ : Factor de hora pico

Aplicando la fórmula anterior, obtenemos las siguientes tasas de flujo de grupos de movimiento:

Tabla 81. Determinación de las Tasas de Flujo de los Grupos de Movimiento de la Intersección Av. Cusco – Tomás Tuyo Tupac.

| ACCESOS                       | OESTE |      |      | ESTE |      |      | SUR  |      |      | NORTE |      |      |
|-------------------------------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|
| Dirección del flujo vehicular | O-E   |      |      | E-O  |      |      | S-N  |      |      | N-S   |      |      |
| Movimientos                   | LT    | TH   | TR   | LT   | TH   | TR   | LT   | TH   | TR   | LT    | TH   | TR   |
| volumenes: V (veh/h)          | 57    | 399  | 242  | 31   | 301  | 54   | 88   | 101  | 65   | 30    | 113  | 91   |
| FHP                           | 0.92  | 0.92 | 0.92 | 0.92 | 0.92 | 0.92 | 0.92 | 0.92 | 0.92 | 0.92  | 0.92 | 0.92 |
| Tasa de flujo v (veh/h)       | 62    | 434  | 263  | 34   | 327  | 59   | 96   | 110  | 71   | 33    | 123  | 99   |

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla anterior se muestran los flujos o volúmenes asignados, los FHP y las tasas de flujo de grupos de movimiento sombreados de celeste.

### 3.6.4.1.4 Paso 4: Determinar las Tasas de Flujo de los Grupos de Carriles

Este procedimiento consiste en ir sumando las tasas de flujos correspondientes a cada grupo de movimiento.

Tabla 82. Determinación de las Tasas de Flujo de los Grupos de Carriles de la Intersección Av. Cusco – Tomás Tuyo Tupac.

| ACCESOS                             | OESTE |     |     | ESTE |     |    | SUR |     |     | NORTE |     |     |
|-------------------------------------|-------|-----|-----|------|-----|----|-----|-----|-----|-------|-----|-----|
| Sentido del flujo vehicular         | O-E   |     |     | E-O  |     |    | S-N |     |     | N-S   |     |     |
| Movimientos                         | LT    | TH  | TR  | LT   | TH  | TR | LT  | TH  | TR  | LT    | TH  | TR  |
| Tasa de flujo v (veh/h)             | 62    | 434 | 263 | 34   | 327 | 59 | 96  | 110 | 71  | 33    | 123 | 99  |
| Grupo de carriles                   |       | LTR |     |      | LTR |    | LT  |     | TR  | LT    |     | TR  |
| Número de carriles: Ni              |       | 1   |     |      | 1   |    | 1   |     | 1   | 1     |     | 1   |
| Tasa de flujo del grupo: vi (veh/h) |       | 759 |     |      | 386 |    | 151 |     | 125 | 95    |     | 160 |

Fuente: Elaboración Propia.

### 3.6.4.1.5 Paso 5: Determinar las Tasas de Flujo de Saturación Ajustada

Este procedimiento se realiza para cada grupo de carril, este cálculo refleja la aplicación de varios factores que ajustan la tasa de flujo de saturación de base a las condiciones específicas presentes en cada acceso de la intersección. La fórmula utilizada en este paso es la siguiente:

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

Fórmula 45. Tasa de Flujo de Saturación Ajustada.

Fuente: Highway Capacity Manual 2010. (TRB, 2010).



Donde:

$S$ : Tasa de flujo de saturación ajustada (veh/h/carril)

$S_0$ : Tasa de flujo de saturación base (pc/h/carril)

$f_w$ : Factor de ajuste por el ancho de carril

$f_{HV}$ : Factor de ajuste por vehículos pesados

$f_g$ : Factor de ajuste por grado del acceso

$f_p$ : Factor de ajuste por presencia de estacionamiento

$f_{bb}$ : Factor de ajuste de bloqueo por parada de buses locales

$f_a$ : Factor de ajuste por el tipo de área

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

$f_{LT}$ : Factor de ajuste por la presencia de vehículos que giran a la izquierda

$f_{RT}$ : Factor de ajuste por la presencia de vehículos que giran a la derecha

$f_{Lpb}$ : Factor de ajuste por conflicto de peatones para los giros a la izquierda

$f_{Rpb}$ : Factor de ajuste por conflicto de peatones para los giros a la derecha

Para realizar el procedimiento de este paso debemos determinar la tasa de flujo de saturación base y cada uno de los factores de ajuste:

#### Tasa de Flujo de Saturación Base

La tasa de flujo de saturación base es de 1900 pc/h/carril proporcionada por la metodología.

#### Factor de Ajuste por el Ancho del Carril

Este factor explica el impacto negativo de los carriles estrechos en el flujo de saturación y permite un mayor caudal en carriles anchos, los valores son obtenidos de la siguiente tabla:

Tabla 83. Factor de Ajuste por el Ancho del Carril.

| Ancho de carril promedio (ft) | Factor de ajuste ( $f_w$ ) |
|-------------------------------|----------------------------|
| <10                           | 0.96                       |
| >=10-12.9                     | 1.00                       |
| >12.9                         | 1.04                       |

Los factores se aplican a anchos de carriles mayores a 8 pies o más

Fuente: Highway Capacity Manual 2010. (TRB, 2010). Adaptación Propia.



Entonces utilizando la tabla anterior para los anchos de los carriles de los accesos de la intersección de la Av. Cusco – Av. Tomás Tuyro Tupac tenemos los siguientes valores:

Tabla 84. Determinación del Factor de Ajuste por Ancho de Carril para la Intersección Av. Cusco – Tomás Tuyro Tupac.

| ACCESOS                               | OESTE |  | ESTE |  | SUR  |      | NORTE |      |
|---------------------------------------|-------|--|------|--|------|------|-------|------|
| Sentido del flujo vehicular           | O-E   |  | E-O  |  | S-N  |      | N-S   |      |
| Grupo de Carriles                     | LTR   |  | LTR  |  | LT   | TR   | LT    | TR   |
| Numero de carriles: Ni                | 1     |  | 1    |  | 1    | 1    | 1     | 1    |
| Factor de ajuste por ancho carril: fw | 1.00  |  | 1.04 |  | 0.96 | 0.96 | 0.96  | 0.96 |

Fuente: Elaboración Propia.

### Factor de Ajuste por Vehículos Pesados

Este factor representa el espacio adicional ocupado por los vehículos pesados y la diferencia en sus capacidades operativas comparadas con los automóviles. Se calcula con la siguiente fórmula:

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

Fórmula 46. Factor de Ajuste por Vehículos Pesados para Intersecciones Semaforizadas.

Fuente: Highway Capacity Manual 2010. (TRB, 2010).

Donde:

$f_{HV}$ : Factor de ajuste por vehículos pesados para el grupo de carril

$P_{HV}$ : Porcentaje de vehículos pesados %

$E_T$ : Número equivalente de vehículos equivalentes por vehículo pesado = 2.0

Aplicamos la fórmula para cada grupo de carril de cada acceso de la intersección de la Av. Cusco – Av. Tomás Tuyro Tupac:

Tabla 85. Determinación del Factor de Ajuste por Vehículos Pesados para la Intersección Av. Cusco – Tomás Tuyro Tupac.

| ACCESOS                             | OESTE |  | ESTE |  | SUR  |      | NORTE |      |
|-------------------------------------|-------|--|------|--|------|------|-------|------|
| Sentido del flujo vehicular         | O-E   |  | E-O  |  | S-N  |      | N-S   |      |
| Grupo de Carriles                   | LTR   |  | LTR  |  | LT   | TR   | LT    | TR   |
| Numero de carriles: Ni              | 1     |  | 1    |  | 1    | 1    | 1     | 1    |
| Factor de ajuste por vh pesados:fHV | 0.97  |  | 0.97 |  | 0.88 | 0.88 | 0.91  | 0.91 |

Fuente: Elaboración Propia.

### Factor de Ajuste por Grado del Acceso

Este factor explica los efectos del grado del acceso en el rendimiento del vehículo y se calcula con la siguiente fórmula:

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

Fórmula 47. Factor de Ajuste por Grado del Acceso.

Fuente: Highway Capacity Manual 2010. (TRB, 2010).

Donde:

$f_g$ : Factor de ajuste por grado del acceso para el grupo de carril

$P_g$ : Grado de aproximación para el grupo de movimiento correspondiente %

Aplicamos la fórmula anterior para la intersección de la Av. Cusco – Av. Tomás Tuyo Tupac:

Tabla 86. Determinación del Factor de Ajuste por Grado para la Intersección Av. Cusco – Tomás Tuyo Tupac.

| ACCESOS                                  | OESTE |  | ESTE |  | SUR  |      | NORTE |      |
|--|-------|--|------|--|------|------|-------|------|
| Sentido del flujo vehicular              | O-E   |  | E-O  |  | S-N  |      | N-S   |      |
| Grupo de Carriles                        | LTR   |  | LTR  |  | LT   | TR   | LT    | TR   |
| Numero de carriles: Ni                   | 1     |  | 1    |  | 1    | 1    | 1     | 1    |
| Factor ajuste por pendiente de acceso:fg | 1.01  |  | 0.98 |  | 0.99 | 0.99 | 1.01  | 1.01 |

Fuente: Elaboración Propia.

### Factor de Ajuste por Presencia de Estacionamiento

Este factor representa el efecto de un carril adyacente a un estacionamiento en el flujo en el grupo de carril y dentro de los 76.2 metros que son 250 pies aguas arriba de la línea de parada del acceso. El límite superior practico de 180 maniobras/h. El valor mínimo de este factor es de 0,050 y si no hay presencia de estacionamiento el valor es 1.00.

Este factor solo es aplicable al grupo de carriles adyacente al estacionamiento y se calcula con la siguiente fórmula:

$$f_p = \frac{N - 0.1 - \frac{18N_m}{3600}}{N} \geq 0.050$$

Fórmula 48. Factor de Ajuste por Presencia de Estacionamiento.

Fuente: Highway Capacity Manual 2010. (TRB, 2010).

Donde:

$f_p$ : Factor de ajuste por presencia de estacionamiento

$N_m$ : Tasa de maniobras de estacionamiento adyacente al carril (maniobras/h)

$N$ : Número de carriles en el grupo de carriles

Aplicando la fórmula anterior para la intersección de la Av. Cusco – Av. Tomás Tuyo Tupac tenemos:

Tabla 87. Determinación del Factor de Ajuste por Presencia de Estacionamiento para la Intersección Av. Cusco – Tomás Tuyro Tupac.

| ACCESOS                                 | OESTE |  | ESTE |  | SUR  |      | NORTE |      |
|---|-------|--|------|--|------|------|-------|------|
| Sentido del flujo vehicular             | O-E   |  | E-O  |  | S-N  |      | N-S   |      |
| Grupo de Carriles                       | LTR   |  | LTR  |  | LT   | TR   | LT    | TR   |
| Numero de carriles: Ni                  | 1     |  | 1    |  | 1    | 1    | 1     | 1    |
| Factor de ajuste por estacionamiento:fp | 0.89  |  | 0.90 |  | 1.00 | 1.00 | 1.00  | 1.00 |

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla anterior, el acceso Sur y Norte no tienen presencia de estacionamiento por lo que el factor es de 1.00.

### Factor de Ajuste para el Bloqueo por Parada de Buses Locales

Este factor representa el impacto de los buses urbanos que se detienen para el intercambio de pasajeros en una parada de autobús a 76.2 metros aguas arriba o aguas abajo de la línea de parada del acceso.

Este factor es usado solo cuando los buses se detienen para bloquear el flujo en el grupo de carriles sujetos. Tiene un límite superior práctico de 250 buses/h. el valor mínimo del factor es de 0.050 y se calcula con la siguiente fórmula:

$$f_{bb} = \frac{N - \frac{14.4N_b}{3600}}{N} \geq 0.050$$

Fórmula 49. Factor de Ajuste por Bloqueo de Parada de Buses Locales.

Fuente: Highway Capacity Manual 2010. (TRB, 2010).

Donde:

$f_{bb}$ : Factor de ajuste por parada de buses locales

$N_b$ : Tasa de paradas de buses (buses/h)

$N$ : Número de carriles del grupo de carriles

Aplicamos la fórmula para cada grupo de carril de cada acceso y obtenemos:

Tabla 88. Determinación del Factor de Ajuste por Parada de Buses Locales para la Intersección Av. Cusco – Tomás Tuyro Tupac.

| ACCESOS                                    | OESTE |  | ESTE |  | SUR  |      | NORTE |      |
|--|-------|--|------|--|------|------|-------|------|
| Sentido del flujo vehicular                | O-E   |  | E-O  |  | S-N  |      | N-S   |      |
| Grupo de Carriles                          | LTR   |  | LTR  |  | LT   | TR   | LT    | TR   |
| Numero de carriles: Ni                     | 1     |  | 1    |  | 1    | 1    | 1     | 1    |
| Factor de ajuste por bloqueo de buses: fbb | 0.98  |  | 0.98 |  | 1.00 | 0.98 | 1.00  | 1.00 |

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla anterior, en los grupos de carriles que no hay presencia de parada de buses se considera 1.00 el valor de este factor.

#### Factor de Ajuste por el Tipo de Área

El factor de ajuste por el tipo de área se usa para indicar si la intersección se encuentra en un entorno de tipo de distrito central de negocios. Se considera que una intersección está en un distrito central de negocios, o en un tipo de área similar, cuando sus características incluyen derechos de vía estrechos, frecuentes maniobras de estacionamiento, bloqueos de vehículos, actividad de taxis y autobuses, giros de radio pequeño, uso limitado de vehículos exclusivos. Carriles de giro, alta actividad peatonal, población densa y recortes a mitad de cuadra. El avance promedio de saturación en las intersecciones en áreas con estas características es significativamente más largo que el que se encuentra en las intersecciones en áreas que están menos restringidas y menos visualmente intensas. Este factor debe determinarse para cada caso.

Expuesto lo anterior utilizaremos el valor de 0.90.

#### Factor de Ajuste por la Utilización del Carril

Este factor se utiliza para estimar la tasa de saturación para un grupo de carriles. Si el grupo de carril tiene un carril compartido o un carril exclusivo, el factor es 1.0.

Todos los grupos de carriles de los accesos de la intersección de la Av. Cusco – Av. Tomás Tuyro Tupac tienen un carril compartido y/o exclusivo, por lo tanto, el valor de este factor es de 1.0.

#### Factor de Ajuste por la Presencia de Vehículos que Giran a la Izquierda

Este factor refleja el efecto de la geometría de recorrido del giro a la izquierda sobre el flujo de saturación y se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$f_{LT} = \frac{1}{1 + 0.05P_L}$$

Fórmula 50. Factor de Ajuste por la Presencia de Vehículos que Giran a la Izquierda.

Fuente: Ingeniería de Tránsito: Fundamentos y Aplicaciones 9a. Edición (Cal y Mayor y Cárdenas, 2018).

Donde:

$f_{LT}$ : Factor de ajuste por la presencia de vehículos que giran a la izquierda

$P_L$ : Proporción de vueltas a la izquierda en el grupo de carriles

Para carriles exclusivos el valor del factor es 0.95.

Aplicamos la fórmula para cada grupo de carriles y obtenemos:

Tabla 89. Determinación del Factor de Ajuste por Presencia de Vehículos que Giran a la Izquierda para la Intersección Av. Cusco – Tomás Tuyro Tupac.

| ACCESOS   | OESTE |  | ESTE |  | SUR  |  | NORTE |      |  |      |
|---|-------|--|------|--|------|--|-------|------|--|------|
| Sentido del flujo vehicular                     | O-E   |  | E-O  |  | S-N  |  | N-S   |      |  |      |
| Grupo de Carriles                               | LTR   |  | LTR  |  | LT   |  | TR    | LT   |  | TR   |
| Numero de carriles: Ni                          | 1     |  | 1    |  | 1    |  | 1     | 1    |  | 1    |
| Factor de ajuste por vueltas para izquierda:fLT | 1.00  |  | 1.00 |  | 0.97 |  | 1.00  | 0.98 |  | 1.00 |

Fuente: Elaboración Propia.

### Factor de Ajuste por la Presencia de Vehículos que Giran a la Derecha

Este factor refleja el efecto de la geometría de recorrido de giro a la derecha sobre el flujo de saturación y se calcula con la siguiente fórmula:

$$f_{RT} = 1 - 0.15P_R$$

Fórmula 51. Factor de Ajuste por la Presencia de Vehículos que Giran a la Derecha.

Fuente: Ingeniería de Tránsito: Fundamentos y Aplicaciones 9a. Edición (Cal y Mayor y Cárdenas, 2018).

Donde:

$f_{RT}$ : Factor de ajuste por la presencia de vehículos que giran a la derecha

$P_R$ : Proporción de vueltas a la derecha en el grupo de carriles

Aplicamos la fórmula para cada grupo de carriles y obtenemos:

Tabla 90. Determinación del Factor de Ajuste por Presencia de Vehículos que Giran a la Derecha para la Intersección Av. Cusco – Tomás Tuyro Tupac.

| ACCESOS                                       | OESTE |  | ESTE |  | SUR  |  | NORTE |      |  |      |
|---|-------|--|------|--|------|--|-------|------|--|------|
| Sentido del flujo vehicular                   | O-E   |  | E-O  |  | S-N  |  | N-S   |      |  |      |
| Grupo de Carriles                             | LTR   |  | LTR  |  | LT   |  | TR    | LT   |  | TR   |
| Numero de carriles: Ni                        | 1     |  | 1    |  | 1    |  | 1     | 1    |  | 1    |
| Factor de ajuste por vueltas para derecha:fRT | 0.95  |  | 0.98 |  | 1.00 |  | 0.91  | 1.00 |  | 0.91 |

Fuente: Elaboración Propia.

### Factor de Ajuste por Conflicto de Peatones para los Giros a la Derecha

Se basa en el concepto de ocupación de zona de conflicto, que explica el conflicto entre vehículos, peatones y bicicletas. La ocupación de la zona de conflicto relevante tiene en cuenta si el flujo del vehículo opuesto también está en conflicto con el movimiento de giro a la derecha.

Para determinar este factor necesitamos realizar una serie de cálculos previos:



- a) Determinar la tasa de flujo peatonal durante el servicio

$$v_{pedg} = v_{ped} \frac{C}{g_{ped}} \leq 5000$$

Fórmula 52. Tasa de Flujo Peonatoal durante el Servicio.

Fuente: Highway Capacity Manual 2010. (TRB, 2010).

Donde:

$v_{pedg}$ : Tasa de flujo peatonal durante el servicio (p/h)

$v_{ped}$ : Volumen peatonal bidireccional en conflicto para giro (p/h)

$C$ : Duración de ciclo (s)

$g_{ped}$ : Tiempo de servicio peatonal (s)

El tiempo de servicio peatonal es el tiempo de verde efectivo de la fase.

- b) Determinar la ocupación media de peatones

Si la tasa de flujo peatonal durante el tiempo de servicio peatonal es 1,000 p/h o menos, entonces la ocupación del peatón se calcula con la siguiente fórmula:

$$OCC_{pedg} = \frac{v_{pedg}}{2000}$$

Fórmula 53. Ocupación Media de Peatones A.

Fuente: Highway Capacity Manual 2010. (TRB, 2010).

Donde:

$OCC_{pedg}$ : Ocupación media de peatones

Alternativamente, si esta tasa de flujo excede 1,000 p/h, entonces se usa la siguiente fórmula:

$$OCC_{pedg} = 0.4 + \frac{v_{pedg}}{10000} \leq 0.90$$

Fórmula 54. Ocupación Media de Peatones B.

Fuente: Highway Capacity Manual 2010. (TRB, 2010).

- c) Determinar la ocupación relevante en la zona de conflicto

Se calcula con la siguiente fórmula:



$$OCC_r = \frac{g_{ped}}{g} OCC_{ped,g}$$

Fórmula 55. Ocupación Relevante en la Zona de Conflicto – Giro a la Derecha.

Fuente: Highway Capacity Manual 2010. (TRB, 2010).

Donde:

$OCC_r$ : Ocupación relevante en la zona de conflicto

d) Determinar el Tiempo Desocupado

Si el número de carriles de recepción en una calle transversal es igual al número de carriles de giro, los vehículos que giran no podrán maniobrar alrededor de peatones o bicicletas. En esta situación, el tiempo en que la zona de conflicto está desocupada se calcula con la siguiente fórmula:

$$A_{pbT} = 1 - OCC_r$$

Fórmula 56. Tiempo Desocupado A.

Fuente: Highway Capacity Manual 2010. (TRB, 2010).

Donde:

$A_{pbT}$ : Tiempo desocupado

Por otro lado, si el número de carriles de recepción en la calle excede el número de carriles de giro, es más probable que los vehículos que giran se muevan alrededor de peatones o bicicletas. En esta situación, el efecto de los peatones en el flujo de saturación es menor y el tiempo en que la zona de conflicto está desocupada se calcula con la fórmula siguiente:

$$A_{pbT} = 1 - 0.6 OCC_r$$

Fórmula 57. Tiempo Desocupado B.

Fuente: Highway Capacity Manual 2010. (TRB, 2010).

e) Determinar el factor de ajuste por conflicto de peatones para los giros a la derecha

Este factor se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$f_{Rpb} = A_{pbT}$$

Fórmula 58. Factor de Ajuste por Conflicto de Peatones para los Giros a la Derecha.

Fuente: Highway Capacity Manual 2010. (TRB, 2010).

Donde:

$f_{Rpb}$ : Factor de ajuste por conflicto de peatones para los giros a la derecha

A continuación, se muestra la siguiente tabla con los cálculos efectuadas para la intersección de la Av. Cusco – Av. Tomás Tuyro Tupac:

Tabla 91. Cálculo del Factor de Ajuste por Conflicto de Peatones para Giros a la Derecha para la Intersección de la Av. Cusco – Tomás Tuyro Tupac.

| ACCESOS   | OESTE |  | ESTE |  | SUR  |      | NORTE |      |
|---|-------|--|------|--|------|------|-------|------|
| Sentido del flujo vehicular                       | O-E   |  | E-O  |  | S-N  |      | N-S   |      |
| Grupo de Carriles                                 | LTR   |  | LTR  |  | LT   | TR   | LT    | TR   |
| Numero de carriles: Ni                            | 1     |  | 1    |  | 1    | 1    | 1     | 1    |
| Tasa de flujo peatonal durante el servicio, Vpedg | 327   |  | 670  |  | 0    | 562  | 0     | 2146 |
| Ocupación promedio de peatones, OCCpedg           | 0.16  |  | 0.47 |  | 0.00 | 0.28 | 0.00  | 0.61 |
| Ocupación de la zona de conflicto relevante, OCCr | 0.09  |  | 0.26 |  | 0.00 | 0.08 | 0.00  | 0.17 |
| Tiempo desocupado, Apbt                           | 0.95  |  | 0.85 |  | 1.00 | 0.95 | 1.00  | 0.90 |
| Factor de ajuste giro derecha por peatones: fRpb  | 0.95  |  | 0.85 |  | 1.00 | 0.95 | 1.00  | 0.90 |

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla anterior se muestran que los cálculos para los grupos de carriles, los grupos de carriles LT tienen un factor de ajuste por conflicto de peatones para giros a la izquierda de 1.00.

#### Factor de Ajuste por Conflicto de Peatones para los Giros a la Izquierda

Se basa en el concepto de ocupación de zona de conflicto, que explica el conflicto entre vehículos, peatones y bicicletas. La ocupación de la zona de conflicto relevante tiene en cuenta si el flujo del vehículo opuesto también está en conflicto con el movimiento de giro a la izquierda.

El procedimiento es el mismo que en el anterior factor hasta el paso “c”. Una vez efectuados los pasos ya mencionados procedemos con los pasos siguientes:

- d) Calcular la ocupación de los peatones después de que se despeja la cola

El tiempo de servicio en cola opuesta  $gq$  se calcula como el tiempo verde efectivo permitido  $gp$  menos la duración del tiempo verde de giro a la izquierda permitido que no está bloqueado por una cola opuesta  $gu$  (es decir,  $gq = gp - gu$ ).

En la intersección Av. Cusco – Av. Tomás Tuyro Tupac para los accesos Oeste y Este, tenemos  $gp = 40s$ ,  $gu = 20s$  y para los accesos Norte y Sur tenemos  $gp = 20s$  y  $gq = 10s$ . Los valores de  $gq$  para los accesos Oeste y Este son  $20s$  y para los accesos Norte y Sur son  $10s$ .

Si  $gq < gp$ , el cálculo se realiza mediante la siguiente fórmula:





$$OCC_{pedu} = OCC_{pedg} \left(1 - 0.5 \frac{g_q}{g_{ped}}\right)$$

Fórmula 59. Ocupación de los Peatones Después de que se Despeja la Cola A.

Fuente: Highway Capacity Manual 2010. (TRB, 2010).

Donde:

$OCC_{pedu}$ : Es la ocupación peatonal después de que se despeja la cola

$g_q$ : Es el tiempo de servicio de la cola opuesta (s)

Si es de otra manera, tenemos:

$$OCC_{pedu} = 0.00$$

Fórmula 60. Ocupación de los Peatones Después de que se Despeja la Cola B.

Fuente: Highway Capacity Manual 2010. (TRB, 2010).

Si el tiempo de servicio en cola opuesta  $g_q$  es igual o superior al tiempo de servicio peatonal  $g_{ped}$ , entonces la cola opuesta consume todo el tiempo de servicio peatonal.

f) Determine la ocupación relevante de la zona de conflicto

Después de que se despeja la cola opuesta, los vehículos que giran a la izquierda completan sus maniobras sobre la base de la disponibilidad de espacio aceptado en el flujo de tráfico opuesto. La ocupación relevante de la zona de conflicto es una función de la probabilidad de disponibilidad de huecos aceptada y la ocupación de peatones.

Que se calcula de la siguiente manera:

$$OCC_r = \frac{g_{ped} - g_q}{g_p - g_q} (OCC_{pedu}) e^{-5.00v_0/3600}$$

Fórmula 61. Ocupación Relevante en la Zona de Conflicto – Giro a la Izquierda.

Fuente: Highway Capacity Manual 2010. (TRB, 2010).

Donde:

$OCC_r$ : Ocupación relevante en la zona de conflicto

$v_0$ : Tasa de demanda opuesta (veh/h)

g) Determinar el Tiempo Desocupado

Este paso se calcula con las fórmulas 56 y 57 ya mostradas anteriormente en el procedimiento de determinación del factor de ajuste por conflicto de peatones para los giros a la derecha.

h) Determinar el factor de ajuste por conflicto de peatones para los giros a la izquierda

Este factor se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$f_{Lpb} = A_{pbT}$$

Fórmula 62. Factor de Ajuste por Conflicto de Peatones para los Giros a la Izquierda.

Fuente: Highway Capacity Manual 2010. (TRB, 2010).

Donde:

$f_{Lpb}$ : Factor de ajuste por conflicto de peatones para giros a la izquierda

A continuación, se muestra la siguiente tabla con los cálculos efectuadas para la intersección de la Av. Cusco – Av. Tomás Tuyo Tupac:

Tabla 92. Cálculo del Factor de Ajuste por Conflicto de Peatones para Giros a la Izquierda para la Intersección de la Av. Cusco – Av. Tomás Tuyo Tupac.

| ACCESOS   | OESTE |  | ESTE |  | SUR  |      | NORTE |      |
|---|-------|--|------|--|------|------|-------|------|
|   | O-E   |  | E-O  |  | S-N  |      | N-S   |      |
| Sentido del flujo vehicular                               | LTR   |  | LTR  |  | LT   | TR   | LT    | TR   |
| Grupo de Carriles   | 1     |  | 1    |  | 1    | 1    | 1     | 1    |
| Numero de carriles: Ni                                    |       |  |      |  |      |      |       |      |
| Tasa de flujo peatonal durante el servicio, Vpedg         | 670   |  | 327  |  | 2146 | 0    | 562   | 0    |
| Ocupación promedio de peatones, OCCpedg                   | 0.47  |  | 0.16 |  | 0.61 | 0.00 | 0.28  | 0.00 |
| Ocupación de peatones después de aclarar la cola, OCCpedu | 0.29  |  | 0.10 |  | 0.47 | 0.00 | 0.21  | 0.00 |
| Flujo de demanda opuesta, vo                              | 386   |  | 759  |  | 255  | 255  | 277   | 277  |
| Ocupación de la zona de conflicto relevante, OCCr         | 0.15  |  | 0.03 |  | 0.36 | 0.00 | 0.16  | 0.00 |
| Tiempo desocupado, Apbt                                   | 0.91  |  | 0.98 |  | 0.78 | 1.00 | 0.90  | 1.00 |
| Factor de ajuste giro izquierda por peatones: fLpb        | 0.91  |  | 0.98 |  | 0.78 | 1.00 | 0.90  | 1.00 |

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla anterior se muestran que los cálculos para los grupos de carriles, los grupos de carriles RT tienen un factor de ajuste por conflicto de peatones para giros a la izquierda de 1.00 ya que no cuentan con vehículos que giren a la izquierda.

Para el acceso Oeste se considera un factor de 1.00 por el bajo volumen de vehículos con giros a la izquierda que presenta y que son dispersos durante el periodo de análisis por lo que no existe el conflicto con los peatones.

Una vez determinados los factores de ajuste se procede a calcular la tasa de flujo de saturación ajustada con la fórmula 45 ya expuesta al inicio del Paso 5.

A continuación, se muestra en la siguiente tabla la determinación de las tasas de flujo de saturación ajustadas para la intersección de la Av. Cusco – Av. Tomás Tuyro Tupac con la fórmula 45:

Tabla 93. Determinación de las tasas de flujo de saturación ajustada para la intersección de la Av. Cusco – Av. Tomás Tuyro Tupac.

| ACCESOS  | OESTE |  | ESTE |  | SUR  |      | NORTE |      |
|--|-------|--|------|--|------|------|-------|------|
|  | O-E   |  | E-O  |  | S-N  |      | N-S   |      |
| Sentido del flujo vehicular                        | LTR   |  | LTR  |  | LT   | TR   | LT    | TR   |
| Numero de carriles: Ni                             | 1     |  | 1    |  | 1    | 1    | 1     | 1    |
| Flujo Saturación Base So (vl/hverde/carril)        | 1900  |  | 1900 |  | 1900 | 1900 | 1900  | 1900 |
| Factor de ajuste por ancho carril: fw              | 1.00  |  | 1.04 |  | 0.96 | 0.96 | 0.96  | 0.96 |
| Factor de ajuste por vh pesados: fHV               | 0.97  |  | 0.97 |  | 0.88 | 0.88 | 0.91  | 0.91 |
| Factor ajuste por pendiente de acceso: fg          | 1.01  |  | 0.98 |  | 0.99 | 0.99 | 1.01  | 1.01 |
| Factor de ajuste por estacionamiento: fp           | 0.89  |  | 0.90 |  | 1.00 | 1.00 | 1.00  | 1.00 |
| Factor de ajuste por bloqueo de buses: fbb         | 0.98  |  | 0.98 |  | 1.00 | 0.98 | 1.00  | 1.00 |
| Factor de ajuste por tipo de area: fa              | 0.90  |  | 0.90 |  | 0.90 | 0.90 | 0.90  | 0.90 |
| Factor de ajuste por utilizacion de carriles: fLU  | 1.00  |  | 1.00 |  | 1.00 | 1.00 | 1.00  | 1.00 |
| Factor de ajuste por vueltas para izquierda: fLT   | 1.00  |  | 1.00 |  | 0.97 | 1.00 | 0.98  | 1.00 |
| Factor de ajuste por vueltas para derecha: fRT     | 0.95  |  | 0.98 |  | 1.00 | 0.91 | 1.00  | 0.91 |
| Factor de ajuste giro derecha por peatones: fRpb   | 0.95  |  | 0.85 |  | 1.00 | 0.95 | 1.00  | 0.90 |
| Factor de ajuste giro izquierda por peatones: fLpb | 0.91  |  | 0.98 |  | 0.78 | 1.00 | 0.90  | 1.00 |
| Tasa de Flujo Saturación Ajustada: Si (veh/hverde) | 1176  |  | 1200 |  | 1086 | 1224 | 1336  | 1226 |

Fuente: Elaboración Propia.

### 3.6.4.1.6 Paso 6: Determinar la Proporción de Llegada Durante el Control Verde

El retraso y el tamaño de la cola en una intersección señalizada dependen en gran medida de la proporción de vehículos que llegan durante las indicaciones de los intervalos verde y rojo. El retardo y el tamaño de la cola son más pequeños cuando llega una mayor proporción de vehículos durante la indicación verde y se calcula con la fórmula 19 mostrada anteriormente en el capítulo II.

Para este cálculo primero debemos determinar la relación de pelotón, la relación de pelotón se usa para describir la calidad de la progresión de la señal para el grupo de movimiento correspondiente y se obtiene de la siguiente tabla:

Tabla 94. Relación de Pelotón.

| Relación de Pelotón | Tipo de Llegada | Calidad de Progresión      |
|---------------------|-----------------|----------------------------|
| 0.33                | 1               | Muy Pobre                  |
| 0.67                | 2               | Desfavorable               |
| 1.00                | 3               | Llegadas Aleatorias        |
| 1.33                | 4               | Favorable                  |
| 1.67                | 5               | Muy Favorable              |
| 2.00                | 6               | Excepcionalmente Favorable |

Fuente: Highway Capacity Manual 2010. (TRB, 2010). Adaptación Propia.

Para la intersección de la Av. Cusco – Av. Tomás Tuyro Tupac se consideró una relación de pelotón de 1.00 por la gran separación entre intersecciones y el bajo flujo en algunos accesos que desencadenan en el comportamiento aleatorio en las llegadas, de la misma manera para las demás intersecciones. Posteriormente definimos el tiempo de verde efectivo, para esto restamos al tiempo en verde el tiempo perdido en arranque y le sumamos el tiempo en amarillo. Obteniendo los siguientes valores: Acceso Oeste y Este 41s y 19s para los accesos Sur y Norte.

El ciclo como ya se mostró en los datos de entrada es de 73s.

Ahora procedemos a determinar la proporción de llegada durante el control verde que se evidencia en la siguiente tabla:

Tabla 95. Determinación de la Proporción de Llegada Durante el Control Verde de la intersección de la Av. Cusco – Av. Tomás Tuyro Tupac.

| ACCESOS                                    | OESTE    |  | ESTE     |  | SUR      |          | NORTE    |          |
|--|----------|--|----------|--|----------|----------|----------|----------|
| Sentido del flujo vehicular                | O-E      |  | E-O      |  | S-N      |          | N-S      |          |
| Grupo de Carriles                          | LTR      |  | LTR      |  | LT       | TR       | LT       | TR       |
| Numero de la fase: $\phi$                  | $\phi 2$ |  | $\phi 2$ |  | $\phi 1$ | $\phi 1$ | $\phi 1$ | $\phi 1$ |
| Tipo de fase: P=prefijada, A= accionada    | P        |  | P        |  | P        | P        | P        | P        |
| Tiempo verde efectivo: g (s)               | 41       |  | 41       |  | 19       | 19       | 19       | 19       |
| Relacion de verde: g / C                   | 0.56     |  | 0.56     |  | 0.26     | 0.26     | 0.26     | 0.26     |
| Proporción de llegada durante el verde, Pi | 0.56     |  | 0.56     |  | 0.26     | 0.26     | 0.26     | 0.26     |

Fuente: Elaboración Propia.

### 3.6.4.1.7 Paso 7: Determinar la Capacidad y la Relación Volumen-Capacidad del Grupo de Carriles, y la Relación Volumen-Capacidad Crítica de la Intersección

La capacidad de un grupo de carril dado sirve para un movimiento de tráfico, y para el caso en el que no hay movimientos permitidos de giro a la izquierda se procede el cálculo con la siguiente fórmula:

$$c = Ns \frac{g}{C}$$

Fórmula 63. Capacidad de Intersecciones Semaforizadas sin Giro a la Izquierda Permitido.

Fuente: Highway Capacity Manual 2010. (TRB, 2010).

Donde:

$c$ : Capacidad (veh/h)

$N$ : N° de carriles

$s$ : Tasa de flujo de saturación ajustada

$g$ : Tiempo de verde efectivo (s)

$C$ : Duración de ciclo (s)

Y para los grupos de carriles con giros la izquierda permitidos el cálculo se realiza con la siguiente fórmula:

$$c = \frac{g s + 3600(1 + P_L)}{C}$$

Fórmula 64. Capacidad de Intersecciones Semaforizadas con Giro a la Izquierda Permitido.

Fuente: Highway Capacity Manual 2010. (TRB, 2010).



Las variables ya se mencionaron anteriormente.

La relación volumen-capacidad que es otro parámetro para un grupo de carriles se define como la relación entre el volumen del grupo de carriles y su capacidad, se calcula con la siguiente fórmula:

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

Fórmula 65. Relación Volumen-Capacidad.

Fuente: Highway Capacity Manual 2010. (TRB, 2010).

Donde:

$X$ : Relación volumen-capacidad

$v$ : Volumen del flujo vehicular del grupo de carriles (veh/h)

$c$ : Capacidad del grupo de carriles

La relación volumen-capacidad crítica de la intersección se calcula para evaluar globalmente la intersección, con respecto a su geometría y al ciclo, utilizando el concepto de grado de saturación crítica de la intersección  $X_C$ . Considerando únicamente los accesos o grupos de carriles críticos, definidos como que tienen la relación de flujo más alta para cada fase,  $\left(\frac{v}{S}\right)_{ci}$ , y se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$X_C = \left(\frac{C}{C-L}\right) \left[\sum \left(\frac{v}{S}\right)_{ci}\right]$$

Fórmula 66. Relación Volumen-Capacidad Crítica de la Intersección.

Fuente: Highway Capacity Manual 2010. (TRB, 2010).

Donde:

$X_C$  Factor de ajuste por conflicto de peatones para giros a la izquierda

$L$ : Tiempo perdido en el ciclo (s)

$C$ : Duración del ciclo (s)

$\left(\frac{v}{S}\right)_{ci}$ : Relación de flujo del grupo de carriles crítico

En la siguiente tabla se muestran los cálculos de capacidad y relación de volumen-capacidad para los grupos de carriles de la intersección de la Av. Cusco – Av. Tomás Tuyro Tupac:

Tabla 96. Determinación de la Capacidad y Relación Volumen-Capacidad para la Intersección de la Av. Cusco – Av. Tomás Tuyo Tupac.

| ACCESOS   | OESTE                               |  | ESTE                                |  | SUR                                 |        | NORTE  |                                     |  |
|---|-------------------------------------|--|-------------------------------------|--|-------------------------------------|--------|--------|-------------------------------------|--|
|   | O-E                                 |  | E-O                                 |  | S-N                                 |        | N-S    |                                     |  |
| Sentido del flujo vehicular   |                                     |  |                                     |  |                                     |        |        |                                     |  |
| Grupo de Carriles   | LTR                                 |  | LTR                                 |  | LT                                  | TR     | LT     | TR                                  |  |
| Capacidad del grupo de carriles: ci (veh/h)                             | 759.12                              |  | 772.86                              |  | 409.43                              | 454.61 | 538.92 | 448.20                              |  |
| Relacion Volumen a capacidad: Xi = vi/ci                                | 1.00                                |  | 0.50                                |  | 0.37                                | 0.27   | 0.18   | 0.36                                |  |
| Relacion de flujo: Vi/Si  | 0.65                                |  | 0.32                                |  | 0.14                                | 0.10   | 0.071  | 0.130                               |  |
| grupo de carriles critico por fase: <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |  | <input checked="" type="checkbox"/> |  | <input checked="" type="checkbox"/> |        |        | <input checked="" type="checkbox"/> |  |
| Relación volumen-capacidad crítica de la intersección, Xc               | 1.39                                |  |                                     |  |                                     |        |        |                                     |  |

Fuente: Elaboración Propia.

### 3.6.4.1.8 Paso 8: Determinar la Demora o Retraso de Control

El retraso calculado en este paso representa el retraso de control promedio experimentado por todos los vehículos que llegan durante el período de análisis. Incluye cualquier demora incurrida por estos vehículos que aún están en cola después de que finaliza el período de análisis.

La demora de control para un grupo de carriles determinado se calcula usando la fórmula:

$$d = d_1 + d_2 + d_3$$

Fórmula 67. Demora o Retraso de Control.

Fuente: Highway Capacity Manual 2010. (TRB, 2010).

Donde:

$d$ : Retraso de control Promedio (s/veh)

$d_1$ : Retraso uniforme (s/veh)

$d_2$ : Retraso incremental (s/veh)

$d_3$ : Retraso de cola inicial (s/veh)

Primero debemos calcular cada una de las demoras o retrasos con las siguientes fórmulas que se verán a continuación:

#### Demora Uniforme

La siguiente fórmula representa una forma de calcular la demora cuando se supone que las llegadas son aleatorias durante todo el ciclo. También asume un período verde efectivo durante el ciclo:

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

Fórmula 68. Demora Uniforme.

Fuente: Highway Capacity Manual 2010. (TRB, 2010).

Donde:

$d_1$ : Demora uniforme (s/veh)

$C$ : Duración de Ciclo (s)

$X$ : Relación volumen-capacidad

$g$ : Tiempo verde efectivo (s)

A continuación, se muestran los cálculos aplicando la formula anterior para la intersección de la Av. Cusco – Av. Tomás Tuyro Tupac:

Tabla 97. Determinación del Demora Uniforme de la Intersección de la Av. Cusco – Av. Tomás Tuyro Tupac.

| ACCESOS                        | OESTE |  | ESTE |  | SUR   |    | NORTE |       |  |       |
|--------------------------------|-------|--|------|--|-------|----|-------|-------|--|-------|
| Sentido del flujo vehicular    | O-E   |  | E-O  |  | S-N   |    | N-S   |       |  |       |
| Grupo de Carriles              | LTR   |  | LTR  |  | LT    | TR | LT    | TR    |  |       |
| Demora uniforme: $d_1$ (s/veh) | 16.00 |  | 9.75 |  | 22.09 |    | 21.51 | 20.93 |  | 22.02 |

Fuente: Elaboración Propia.

### Demora Incremental

El retraso incremental representa el retraso debido a la variación aleatoria en el número de llegadas ciclo por ciclo. También explica el retraso causado por la demanda no satisfecha durante el período de análisis. Se calcula mediante la siguiente fórmula:

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

Con  $X_A = v/c_A$

Fórmula 69. Demora Incremental.

Fuente: Highway Capacity Manual 2010. (TRB, 2010).

Donde:

$d_2$ : Demora incremental (s/veh)

$c_A$ : Duración de Ciclo (s)

$X_A$ : Relación volumen-capacidad

$k$ : Factor de retardo incremental = 0.50 para intersecciones prefijadas

$T$ : Periodo de análisis = 0.25h

$I$ : Factor de ajuste de filtrado aguas arriba

El factor de ajuste de filtrado aguas arriba  $I$  se calcula con la siguiente fórmula:

$$I = 1.0 - 0.91X_u^{2.68} \geq 0.090$$

Fórmula 70. Factor de Ajuste de Filtrado Aguas Arriba.

Fuente: Highway Capacity Manual 2010. (TRB, 2010).

Donde:

$I$ : Factor de ajuste de filtrado aguas arriba

$X_u$ : Relación ponderada de volumen-capacidad para todos los movimientos en aguas arriba que contribuyen al volumen en el grupo de movimiento del sujeto.

Si  $X_u \geq 1$ , entonces el valor de  $I = 0.090$ .

Si la intersección es aislada, es decir aguas arriba no hay ninguna intersección con control semaforizado dentro de las 0.6 millas que equivalen aproximadamente a 1km, entonces factor es 1.00. Ahora para calcular esta demora debemos determinar el factor de ajuste de filtrado aguas arriba, para esto hacemos uso de la fórmula 70 ya exhibida, el cálculo se hace para cada acceso:

Tabla 98. Determinación del Factor de Ajuste de Filtrado Aguas Arriba para la Intersección de la Av. Cusco – Av. Tomás Tuyro Tupac.

| Acceso | O    | E    | N    | S       |
|--------|------|------|------|---------|
| $X_u$  | 0.69 | 0.61 | 0.66 | AISLADO |
| $I$    | 0.66 | 0.76 | 0.70 | 1       |

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla anterior, se muestra que en el acceso S, el factor tiene un valor de 1.00 porque la intersección está aislada para este acceso.

Ahora procedemos a calcular la demora incremental aplicando la fórmula 69, hay que tener en cuenta que el valor de  $k$  es 0.5, porque todas las intersecciones semaforizadas en nuestra ciudad tienen una configuración de tiempo de fases y/o ciclos prefijado:

Tabla 99. Determinación de la Demora Incremental para la Intersección de la Av. Cusco – Av. Tomás Tuyro Tupac.

| ACCESOS                           | OESTE |  | ESTE |  | SUR  |      | NORTE |      |
|-----------------------------------|-------|--|------|--|------|------|-------|------|
| Sentido del flujo vehicular       | O-E   |  | E-O  |  | S-N  |      | N-S   |      |
| Grupo de Carriles                 | LTR   |  | LTR  |  | LT   | TR   | LT    | TR   |
| Demora incremental: $d_2$ (s/veh) | 26.45 |  | 1.75 |  | 2.55 | 1.28 | 0.50  | 1.56 |

Fuente: Elaboración Propia.



Demora de Cola Inicial

Para este análisis, en todas las intersecciones no se ha considerado el retraso de cola inicial por la ausencia de esta en el periodo de dicho análisis, por lo que el valor numérico de este retraso es de 0s para todas las intersecciones.

Teniendo determinadas las demoras anteriores, a continuación, se procede a calcular la demora de control promedio aplicando la fórmula 67:

Tabla 100. Determinación de la Demora de Control Promedio de la Intersección de la Av. Cusco – Av. Tomás Tuyro Tupac.

| ACCESOS  | OESTE |  | ESTE  |  | SUR   |       | NORTE |       |
|--|-------|--|-------|--|-------|-------|-------|-------|
| Sentido del flujo vehicular                    | O-E   |  | E-O   |  | S-N   |       | N-S   |       |
| Grupo de Carriles                              | LTR   |  | LTR   |  | LT    | TR    | LT    | TR    |
| Demora uniforme: d1 (s/veh)                    | 16.00 |  | 9.75  |  | 22.09 | 21.51 | 20.93 | 22.02 |
| Demora incremental: d2 (s/veh)                 | 26.45 |  | 1.75  |  | 2.55  | 1.28  | 0.50  | 1.56  |
| Demora por cola inicial: d3 (s/veh)            | 0     |  | 0     |  | 0     | 0     | 0     | 0     |
| Demora media por control del grupo: di (s/veh) | 42.44 |  | 11.49 |  | 24.64 | 22.80 | 21.43 | 23.58 |

Fuente: Elaboración Propia.

No obstante, en este paso debemos calcular también la demora media por acceso y la demora media por la intersección:

Demora Media para el Acceso

A menudo es conveniente calcular la demora de control promedio para cada acceso de la intersección. Este retraso es una demora promedio ponderada, donde el retraso de cada grupo de carril es ponderado por la tasa de flujo de la demanda del grupo de carril. Se calcula con la siguiente fórmula:

$$d_{A,j} = \frac{\sum_{i=1}^{mj} d_i v_i}{\sum_{i=1}^{mj} v_i}$$

Fórmula 71. Demora de Control Media para el Acceso.

Fuente: Highway Capacity Manual 2010. (TRB, 2010).

Donde:

$d_{A,j}$ : Demora de control media para el acceso (s/veh)

Aplicando la formula anterior obtennos los siguientes valores para cada acceso de la intersección:

Tabla 101. Determinación de la Demora de Control Promedio para los Accesos de la Intersección de la Av. Cusco – Av. Tomás Tuyo Tupac.

| ACCESOS   | OESTE |  | ESTE  |  | SUR   |       | NORTE |       |
|---|-------|--|-------|--|-------|-------|-------|-------|
| Sentido del flujo vehicular                       | O-E   |  | E-O   |  | S-N   |       | N-S   |       |
| Grupo de Carriles                                 | LTR   |  | LTR   |  | LT    | TR    | LT    | TR    |
| Tasa de flujo ajustado del grupo: $v_i$ (veh/h)   | 759   |  | 386   |  | 151   | 125   | 95    | 160   |
| Demora media por control del grupo: $d_i$ (s/veh) | 42.44 |  | 11.49 |  | 24.64 | 22.80 | 21.43 | 23.58 |
| Demora media por acceso: $d_A$                    | 42.44 |  | 11.49 |  | 23.80 |       | 22.78 |       |

Fuente: Elaboración Propia.

### Demora Media para la Intersección

De manera similar, el retardo de control de intersección se calcula con la siguiente fórmula:

$$d_I = \frac{\sum d_i v_i}{\sum v_i}$$

Fórmula 72. Demora de Control Media para la Intersección.

Fuente: Highway Capacity Manual 2010. (TRB, 2010).

Donde:

$d_I$ : Demora de control media para la intersección (s/veh)

A continuación, se muestra en la siguiente tabla el cálculo de la demora media para la intersección:

Tabla 102. Determinación de la Demora de Control Promedio para la Intersección – Intersección de la Av. Cusco – Av. Tomás Tuyo Tupac.

| ACCESOS   | OESTE |  | ESTE  |  | SUR   |       | NORTE |       |
|---|-------|--|-------|--|-------|-------|-------|-------|
| Sentido del flujo vehicular                       | O-E   |  | E-O   |  | S-N   |       | N-S   |       |
| Grupo de Carriles                                 | LTR   |  | LTR   |  | LT    | TR    | LT    | TR    |
| Tasa de flujo ajustado del grupo: $v_i$ (veh/h)   | 759   |  | 386   |  | 151   | 125   | 95    | 160   |
| Demora media por control del grupo: $d_i$ (s/veh) | 42.44 |  | 11.49 |  | 24.64 | 22.80 | 21.43 | 23.58 |
| Demora media por acceso: $d_A$                    | 42.44 |  | 11.49 |  | 23.80 |       | 22.78 |       |
| Demora en toda la intersección: $d_I$             | 29    |  |       |  |       |       |       |       |

Fuente: Elaboración Propia.

### 3.6.4.1.9 Paso 9: Determinar el Nivel de Servicio

Por último, se procede a determinar el nivel de servicio, esto se hace para cada grupo de carril, acceso e intersección utilizando la tabla 6 del Capítulo II obteniendo lo siguiente:

Tabla 103. Determinación de la Demora de Control Promedio para la Intersección – Intersección de la Av. Cusco – Av. Tomás Tuyo Tupac.

| ACCESOS   | OESTE |  | ESTE  |  | SUR   |       | NORTE |       |
|---|-------|--|-------|--|-------|-------|-------|-------|
| Sentido del flujo vehicular                       | O-E   |  | E-O   |  | S-N   |       | N-S   |       |
| Grupo de Carriles                                 | LTR   |  | LTR   |  | LT    | TR    | LT    | TR    |
| Demora media por control del grupo: $d_i$ (s/veh) | 42.44 |  | 11.49 |  | 24.64 | 22.80 | 21.43 | 23.58 |
| Nivel de servicio del grupo de carriles           | D     |  | B     |  | C     | C     | C     | C     |
| Demora media por acceso: $d_A$                    | 42.44 |  | 11.49 |  | 23.80 |       | 22.78 |       |
| Nivel de servicio por acceso                      | D     |  | B     |  | C     |       | C     |       |
| Demora en toda la intersección: $d_I$             | 29    |  |       |  |       |       |       |       |
| Nivel de servicio global de la intersección       | C     |  |       |  |       |       |       |       |

Fuente: Elaboración Propia.

3.6.4.2 Tablas de Cálculo del Nivel de Servicio de Intersecciones Semaforzadas

Se organizaron las tablas de cálculo del nivel de servicio por módulos de la siguiente manera:

Módulo de datos de entrada, módulo de ajuste de tasas de flujo, módulo de ajuste de tasas de flujo de saturación, módulo de análisis de capacidad y módulo de nivel de servicio.

Teniendo en cuenta lo anterior tenemos:

Intersección de la Av. Cusco – Av. Tomás Tuyo Tupac

Tabla 104. Módulo de Datos de Entrada – I. Av. Cusco – Av. Tomás Tuyo Tupac.

| MODULO DE DATOS DE ENTRADA       |        |                   |                  |       |                    |            |                              |                |          |              |          |                 |       |
|----------------------------------|--------|-------------------|------------------|-------|--------------------|------------|------------------------------|----------------|----------|--------------|----------|-----------------|-------|
| % VEHÍCULOS PESADOS              |        | PHF               | PENDIENTES       |       | TIEMPO DE ARRANQUE | CICLO SEM. | DATOS DEL CONTROL SEMAFÓRICO |                |          |              |          | ANCHO DE CARRIL |       |
| Acceso                           |        |                   | N                | %     | s                  |            | φ                            | Verde peat (s) | Verde(s) | Amarillo (s) | Rojo (s) | metros          | Pies  |
| N                                | 10.26% | 0.92              | N                | -2.00 | 2                  | 73         | φ1                           | 40             | 20       | 3            | 40       | 3.00            | 9.84  |
| S                                | 13.00% |                   | S                | 3.00  |                    |            | φ1                           | 40             | 20       | 3            | 40       | 3.00            | 9.84  |
| O                                | 3.01%  |                   | O                | -1.00 |                    |            | φ2                           | 20             | 40       | 3            | 20       | 3.10            | 10.17 |
| E                                | 2.85%  |                   | E                | 4.00  |                    |            | φ2                           | 20             | 40       | 3            | 20       | 4.95            | 16.24 |
| Maniobra de estacionamiento/hora |        | Número de buses/h | Volumen peatonal |       |                    |            |                              |                |          |              |          |                 |       |
| N                                | 0.00   | 0                 | 367              |       |                    |            |                              |                |          |              |          |                 |       |
| S                                | 0.00   | 5                 | 179              |       |                    |            |                              |                |          |              |          |                 |       |
| O                                | 2.00   | 6                 | 588              |       |                    |            |                              |                |          |              |          |                 |       |
| E                                | 1.00   | 5                 | 154              |       |                    |            |                              |                |          |              |          |                 |       |

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 105. Módulo de Ajuste de Tasas de Flujo – I. Av. Cusco – Av. Tomás Tuyo Tupac.

| MODULO DE AJUSTE DE TASAS DE FLUJO |       |      |      |      |      |      |      |      |      |       |      |      |
|------------------------------------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|
| ACCESOS                            | OESTE |      |      | ESTE |      |      | SUR  |      |      | NORTE |      |      |
| Sentido del flujo vehicular        | O-E   |      |      | E-O  |      |      | S-N  |      |      | N-S   |      |      |
| Movimientos                        | LT    | TH   | TR   | LT   | TH   | TR   | LT   | TH   | TR   | LT    | TH   | TR   |
| Volumenes: V (veh/h)               | 57    | 399  | 242  | 31   | 301  | 54   | 88   | 101  | 65   | 30    | 113  | 91   |
| FHP                                | 0.92  | 0.92 | 0.92 | 0.92 | 0.92 | 0.92 | 0.92 | 0.92 | 0.92 | 0.92  | 0.92 | 0.92 |
| Tasa de flujo v (veh/h)            | 62    | 434  | 263  | 34   | 327  | 59   | 96   | 110  | 71   | 33    | 123  | 99   |
| Grupo de carriles                  | LTR   |      |      | LTR  |      |      | LT   | TR   |      | LT    | TR   |      |
| Numero de carriles: Ni             | 1     |      |      | 1    |      |      | 1    | 1    |      | 1     | 1    |      |
| Flujo del grupo: vi (veh/h)        | 759   |      |      | 386  |      |      | 151  | 125  |      | 95    | 160  |      |
| Proporción de vueltas: PL o PR     | 0.08  |      |      | 0.35 | 0.09 |      |      | 0.15 | 0.64 | 0.57  | 0.35 | 0.62 |

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 106. Módulo de Ajuste de Tasas de Flujo de Saturación – I. Av. Cusco – Av. Tomás Tuyo Tupac.

| MODULO DE AJUSTE DE TASAS DE FLUJO DE SATURACIÓN   |       |  |  |      |  |  |      |      |  |       |      |  |
|--|-------|--|--|------|--|--|------|------|--|-------|------|--|
| ACCESOS  | OESTE |  |  | ESTE |  |  | SUR  |      |  | NORTE |      |  |
| Sentido del flujo vehicular                        | O-E   |  |  | E-O  |  |  | S-N  |      |  | N-S   |      |  |
| Grupo de Carriles                                  | LTR   |  |  | LTR  |  |  | LT   | TR   |  | LT    | TR   |  |
| Numero de carriles: Ni                             | 1     |  |  | 1    |  |  | 1    | 1    |  | 1     | 1    |  |
| Flujo Saturación Base So (vl/hverde/carril)        | 1900  |  |  | 1900 |  |  | 1900 | 1900 |  | 1900  | 1900 |  |
| Factor de ajuste por ancho carril: fw              | 1.00  |  |  | 1.04 |  |  | 0.96 | 0.96 |  | 0.96  | 0.96 |  |
| Factor de ajuste por vh pesados:fHV                | 0.97  |  |  | 0.97 |  |  | 0.88 | 0.88 |  | 0.91  | 0.91 |  |
| Factor ajuste por pendiente de acceso:fg           | 1.01  |  |  | 0.98 |  |  | 0.99 | 0.99 |  | 1.01  | 1.01 |  |
| Factor de ajuste por estacionamiento:fp            | 0.89  |  |  | 0.90 |  |  | 1.00 | 1.00 |  | 1.00  | 1.00 |  |
| Factor de ajuste por bloqueo de buses:fb           | 0.98  |  |  | 0.98 |  |  | 1.00 | 0.98 |  | 1.00  | 1.00 |  |
| Factor de ajuste por tipo de area:fa               | 0.90  |  |  | 0.90 |  |  | 0.90 | 0.90 |  | 0.90  | 0.90 |  |
| Factor de ajuste por utilizacion de carriles:flU   | 1.00  |  |  | 1.00 |  |  | 1.00 | 1.00 |  | 1.00  | 1.00 |  |
| Factor de ajuste por vueltas para izquierda:flT    | 1.00  |  |  | 1.00 |  |  | 0.97 | 1.00 |  | 0.98  | 1.00 |  |
| Factor de ajuste por vueltas para derecha:fRT      | 0.95  |  |  | 0.98 |  |  | 1.00 | 0.91 |  | 1.00  | 0.91 |  |
| Factor de ajuste giro derecha por peatones:FRpb    | 0.95  |  |  | 0.85 |  |  | 1.00 | 0.95 |  | 1.00  | 0.90 |  |
| Factor de ajuste giro izquierda por peatones:flpb  | 0.91  |  |  | 0.98 |  |  | 0.78 | 1.00 |  | 0.90  | 1.00 |  |
| Tasa de Flujo Saturación Ajustada: Si (veh/hverde) | 1176  |  |  | 1200 |  |  | 1086 | 1224 |  | 1336  | 1226 |  |

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 107. Módulo de Análisis de Capacidad – I. Av. Cusco – Av. Tomás Tuyo Tupac.

| MODULO DE ANÁLISIS DE CAPACIDAD   |                                     |  |  |                                     |  |  |                                     |  |                                     |                                     |  |                                     |
|---|-------------------------------------|--|--|-------------------------------------|--|--|-------------------------------------|--|-------------------------------------|-------------------------------------|--|-------------------------------------|
| ACCESOS   | OESTE                               |  |  | ESTE                                |  |  | SUR                                 |  |                                     | NORTE                               |  |                                     |
| Sentido del flujo vehicular   | O-E                                 |  |  | E-O                                 |  |  | S-N                                 |  |                                     | N-S                                 |  |                                     |
| Grupo de Carriles   | LTR                                 |  |  | LTR                                 |  |  | LT                                  |  | TR                                  | LT                                  |  | TR                                  |
| Numero de la fase: $\phi$   | $\phi 2$                            |  |  | $\phi 2$                            |  |  | $\phi 1$                            |  | $\phi 1$                            | $\phi 1$                            |  | $\phi 1$                            |
| Tipo de fase: P=prefijada, A= accionada                                 | P                                   |  |  | P                                   |  |  | P                                   |  | P                                   | P                                   |  | P                                   |
| Tasa de flujo ajustado del grupo: $v_i$ (veh/h)                         | 759                                 |  |  | 386                                 |  |  | 151                                 |  | 125                                 | 95                                  |  | 160                                 |
| Flujo de saturación ajustado: $S_i$ (veh/h verde)                       | 1176                                |  |  | 1200                                |  |  | 1086                                |  | 1224                                | 1336                                |  | 1226                                |
| Tiempo verde efectivo: $g$ (s)  | 41                                  |  |  | 41                                  |  |  | 19                                  |  | 19                                  | 19                                  |  | 19                                  |
| Relacion de verde: $g/C$  | 0.56                                |  |  | 0.56                                |  |  | 0.26                                |  | 0.26                                | 0.26                                |  | 0.26                                |
| Proporción de llegada durante el verde, $P_i$                           | 0.56                                |  |  | 0.56                                |  |  | 0.26                                |  | 0.26                                | 0.26                                |  | 0.26                                |
| Capacidad del grupo de carriles: $c_i$ (veh/h)                          | 759.12                              |  |  | 772.86                              |  |  | 409.43                              |  | 454.61                              | 538.92                              |  | 448.20                              |
| Relacion Volumen a capacidad: $X_i = v_i/c_i$                           | 1.00                                |  |  | 0.50                                |  |  | 0.37                                |  | 0.27                                | 0.18                                |  | 0.36                                |
| Relacion de flujo: $V_i/S_i$  | 0.65                                |  |  | 0.32                                |  |  | 0.14                                |  | 0.10                                | 0.071                               |  | 0.130                               |
| grupo de carriles critico por fase: <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |  |  | <input checked="" type="checkbox"/> |  |  | <input checked="" type="checkbox"/> |  | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |  | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Relación volumen-capacidad crítica de la intersección, $X_c$            |                                     |  |  |                                     |  |  | 1.39                                |  |                                     |                                     |  |                                     |

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 108. Módulo de Nivel de Servicio – I. Av. Cusco – Av. Tomás Tuyo Tupac.

| MODULO DE NIVEL DE SERVICIO                       |       |  |  |       |  |  |       |  |       |       |  |       |
|---|-------|--|--|-------|--|--|-------|--|-------|-------|--|-------|
| ACCESOS   | OESTE |  |  | ESTE  |  |  | SUR   |  |       | NORTE |  |       |
| Sentido del flujo vehicular                       | O-E   |  |  | E-O   |  |  | S-N   |  |       | N-S   |  |       |
| Grupo de Carriles                                 | LTR   |  |  | LTR   |  |  | LT    |  | TR    | LT    |  | TR    |
| Tasa de flujo ajustado del grupo: $v_i$ (veh/h)   | 759   |  |  | 386   |  |  | 151   |  | 125   | 95    |  | 160   |
| Relacion de verde: $g_i/C$                        | 0.56  |  |  | 0.56  |  |  | 0.26  |  | 0.26  | 0.26  |  | 0.26  |
| Capacidad del grupo de carriles: $c_i$ (veh/h)    | 759   |  |  | 773   |  |  | 409   |  | 455   | 539   |  | 448   |
| Relacion Volumen a capacidad: $X_i = v_i/c_i$     | 1.00  |  |  | 0.50  |  |  | 0.37  |  | 0.27  | 0.18  |  | 0.36  |
| Proporción de llegada durante el verde, $P_i$     | 0.56  |  |  | 0.56  |  |  | 0.26  |  | 0.26  | 0.26  |  | 0.26  |
| Demora uniforme: $d_1$ (s/veh)                    | 16.00 |  |  | 9.75  |  |  | 22.09 |  | 21.51 | 20.93 |  | 22.02 |
| Demora incremental: $d_2$ (s/veh)                 | 26.45 |  |  | 1.75  |  |  | 2.55  |  | 1.28  | 0.50  |  | 1.56  |
| Demora por cola inicial: $d_3$ (s/veh)            | 0     |  |  | 0     |  |  | 0     |  | 0     | 0     |  | 0     |
| Demora media por control del grupo: $d_i$ (s/veh) | 42.44 |  |  | 11.49 |  |  | 24.64 |  | 22.80 | 21.43 |  | 23.58 |
| Nivel de servicio del grupo de carriles           | D     |  |  | B     |  |  | C     |  | C     | C     |  | C     |
| Demora media por acceso: $d_A$                    | 42.44 |  |  | 11.49 |  |  | 23.80 |  |       |       |  | 22.78 |
| Nivel de servicio por acceso                      | D     |  |  | B     |  |  | C     |  |       |       |  | C     |
| Demora en toda la intersección: $d_l$             |       |  |  |       |  |  | 29    |  |       |       |  |       |
| Nivel de servicio global de la intersección       |       |  |  |       |  |  | C     |  |       |       |  |       |

Fuente: Elaboración Propia.

Semáforo Peatonal de la Av. Cusco (C.E. Diego Quispe Tito)

Tabla 109. Módulo de Datos de Entrada – Av. Cusco (C.E. Diego Quispe Tito).

| MODULO DE DATOS DE ENTRADA |                                  |                   |                  |                    |            |                              |                |           |              |          |                      |      |       |
|----------------------------|----------------------------------|-------------------|------------------|--------------------|------------|------------------------------|----------------|-----------|--------------|----------|----------------------|------|-------|
| % VEHICULOS PESADOS        | PHF                              | PENDIENTES        |                  | TIEMPO DE ARRANQUE | CICLO SEM. | DATOS DEL CONTROL SEMAFÓRICO |                |           |              |          | ANCHO DE CARRIL (ft) |      |       |
|                            |                                  |                   | %                | s                  |            | $\phi$                       | Verde peat (s) | Verde (s) | Amarillo (s) | Rojo (s) | metros               | pies |       |
| N                          | 0.00%                            | 0.98              | N                | 0.00               | 4          | 91                           | $\phi 1$       | 60        | 20           | 3        | 60                   | 0.00 | 0.00  |
| S                          | 0.00%                            |                   | S                | 0.00               |            |                              | $\phi 1$       | 60        | 20           | 3        | 60                   | 0.00 | 0.00  |
| O                          | 4.35%                            |                   | W                | -2.00              |            |                              | $\phi 2$       | 20        | 60           | 3        | 20                   | 4.00 | 13.12 |
| E                          | 1.72%                            |                   | E                | 2.50               |            |                              | $\phi 2$       | 20        | 60           | 3        | 20                   | 4.00 | 13.12 |
|                            | Maniobra de estacionamiento/hora | Número de buses/h | Volumen peatonal |                    |            |                              |                |           |              |          |                      |      |       |
| N                          | 0.00                             | 0                 | 0                |                    |            |                              |                |           |              |          |                      |      |       |
| S                          | 0.00                             | 0                 | 0                |                    |            |                              |                |           |              |          |                      |      |       |
| O                          | 0.00                             | 5                 | 0                |                    |            |                              |                |           |              |          |                      |      |       |
| E                          | 0.00                             | 5                 | 431              |                    |            |                              |                |           |              |          |                      |      |       |

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 110. Módulo de Ajuste de Tasas de Flujo – Av. Cusco (C.E. Diego Quispe Tito).

| MODULO DE AJUSTE DE TASAS DE FLUJO     |       |      |      |      |      |      |     |    |    |       |    |    |
|--|-------|------|------|------|------|------|-----|----|----|-------|----|----|
| ACCESOS                                | OESTE |      |      | ESTE |      |      | SUR |    |    | NORTE |    |    |
| Sentido del flujo vehicular            | O-E   |      |      | E-O  |      |      | S-N |    |    | N-S   |    |    |
| Movimientos                            | LT    | TH   | RT   | LT   | TH   | RT   | LT  | TH | RT | LT    | TH | RT |
| Volumenes: $V$ (veh/h)                 | 0     | 827  | 0    | 0    | 552  | 0    | -   | -  | -  | -     | -  | -  |
| FHP                                    | 0.98  | 0.98 | 0.98 | 0.98 | 0.98 | 0.98 | -   | -  | -  | -     | -  | -  |
| Tasa de flujo ajustado $v$ (veh/h)     | 0     | 844  | 0    | 0    | 563  | 0    | -   | -  | -  | -     | -  | -  |
| Grupo de carriles                      | LTR   |      |      | LTR  |      |      | -   | -  | -  | -     | -  | -  |
| Número de carriles: $N_i$              | 1     |      |      | 1    |      |      | -   | -  | -  | -     | -  | -  |
| Tasa de flujo del grupo: $v_i$ (veh/h) | 844   |      |      | 563  |      |      | -   | -  | -  | -     | -  | -  |
| Proporción de vueltas: PL o PR         | 0.00  |      | 0.00 | 0.00 |      | 0.00 | -   | -  | -  | -     | -  | -  |

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 111. Módulo de Ajuste de Tasas de Flujo de Saturación – Av. Cusco (C.E. Diego Quispe Tito).

| MODULO DE AJUSTE DE TASAS DE FLUJO DE SATURACIÓN   |       |  |      |  |     |   |   |       |   |   |
|--|-------|--|------|--|-----|---|---|-------|---|---|
| ACCESOS  | OESTE |  | ESTE |  | SUR |   |   | NORTE |   |   |
| Sentido del flujo vehicular                        | O-E   |  | E-O  |  | S-N |   |   | N-S   |   |   |
| Grupo de Carriles                                  | LTR   |  | LTR  |  | -   | - | - | -     | - | - |
| Número de carriles: Ni                             | 1     |  | 1    |  | -   | - | - | -     | - | - |
| Flujo Saturación Base So (vl/hverde/carril)        | 1900  |  | 1900 |  | -   | - | - | -     | - | - |
| Factor de ajuste por ancho carril: fw              | 1.04  |  | 1.04 |  | -   | - | - | -     | - | - |
| Factor de ajuste por vh pesados: fHV               | 0.96  |  | 0.98 |  | -   | - | - | -     | - | - |
| Factor ajuste por pendiente de acceso: fg          | 1.01  |  | 0.99 |  | -   | - | - | -     | - | - |
| Factor de ajuste por estacionamiento: fp           | 1.00  |  | 1.00 |  | -   | - | - | -     | - | - |
| Factor de ajuste por bloqueo de buses: fbb         | 0.98  |  | 0.98 |  | -   | - | - | -     | - | - |
| Factor de ajuste por tipo de area: fa              | 0.90  |  | 0.90 |  | -   | - | - | -     | - | - |
| Factor de ajuste por utilizacion de carriles: fLU  | 1.00  |  | 1.00 |  | -   | - | - | -     | - | - |
| Factor de ajuste por vueltas para izquierda: fLT   | 1.00  |  | 1.00 |  | -   | - | - | -     | - | - |
| Factor de ajuste por vueltas para derecha: fRT     | 1.00  |  | 1.00 |  | -   | - | - | -     | - | - |
| Factor de ajuste giro derecha por peatones: fRpb   | 1.00  |  | 1.00 |  | -   | - | - | -     | - | - |
| Factor de ajuste giro izquierda por peatones: fLpb | 1.00  |  | 1.00 |  | -   | - | - | -     | - | - |
| Tasa de Flujo Saturación Ajustado: Si (veh/hverde) | 1687  |  | 1692 |  | -   | - | - | -     | - | - |

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 112. Módulo de Análisis de Capacidad – Av. Cusco (C.E. Diego Quispe Tito).

| MODULO DE ANÁLISIS DE CAPACIDAD   |                                     |  |                                     |  |      |   |   |       |   |   |
|---|-------------------------------------|--|-------------------------------------|--|------|---|---|-------|---|---|
| ACCESOS   | OESTE                               |  | ESTE                                |  | SUR  |   |   | NORTE |   |   |
| sentido del flujo vehicular   | O-E                                 |  | E-O                                 |  | S-N  |   |   | N-S   |   |   |
| Grupo de Carriles   | LTR                                 |  | LTR                                 |  | -    | - | - | -     | - | - |
| Numero de la fase: φi   | φ2                                  |  | φ2                                  |  | -    | - | - | -     | - | - |
| Tipo de fase: P=prefijada, A= accionada                                 | P                                   |  | P                                   |  | -    | - | - | -     | - | - |
| Tasa de flujo ajustado del grupo: vi (veh/h)                            | 844                                 |  | 563                                 |  | -    | - | - | -     | - | - |
| Flujo de saturacion ajustado: Si (veh/h verde)                          | 1687                                |  | 1692                                |  | -    | - | - | -     | - | - |
| Tiempo verde efectivo: gi (s)   | 59                                  |  | 59                                  |  | -    | - | - | -     | - | - |
| Relacion de verde: gi /C  | 0.65                                |  | 0.65                                |  | -    | - | - | -     | - | - |
| Proporción de llegada durante el verde, Pi                              | 0.65                                |  | 0.65                                |  | -    | - | - | -     | - | - |
| Capacidad del grupo de carriles: ci (veh/h)                             | 1093.69                             |  | 1096.98                             |  | -    | - | - | -     | - | - |
| Relacion Volumen a capacidad: Xi = vi/ci                                | 0.77                                |  | 0.51                                |  | -    | - | - | -     | - | - |
| Relacion de flujo: Vi/Si  | 0.50                                |  | 0.33                                |  | -    | - | - | -     | - | - |
| grupo de carriles critico por fase: <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |  | <input checked="" type="checkbox"/> |  |      |   |   |       |   |   |
| Relación volumen-capacidad crítica de la intersección, Xc               |                                     |  |                                     |  | 0.91 |   |   |       |   |   |

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 113. Módulo de Nivel de Servicio – Av. Cusco (C.E. Diego Quispe Tito).

| MODULO DE NIVEL DE SERVICIO                    |       |  |      |  |     |  |  |       |  |  |
|--|-------|--|------|--|-----|--|--|-------|--|--|
| ACCESOS  | OESTE |  | ESTE |  | SUR |  |  | NORTE |  |  |
| sentido del flujo vehicular                    | O-E   |  | E-O  |  | S-N |  |  | N-S   |  |  |
| Grupo de Carriles                              | LTR   |  | LTR  |  |     |  |  |       |  |  |
| Tasa de flujo ajustado del grupo: vi (veh/h)   | 844   |  | 563  |  |     |  |  |       |  |  |
| Relacion de verde: gi /C                       | 0.65  |  | 0.65 |  |     |  |  |       |  |  |
| Capacidad del grupo de carriles: ci (veh/h)    | 1094  |  | 1097 |  |     |  |  |       |  |  |
| Relacion Volumen a capacidad: Xi = vi/ci       | 0.77  |  | 0.51 |  |     |  |  |       |  |  |
| Proporción de llegada durante el verde, Pi     | 0.65  |  | 0.65 |  |     |  |  |       |  |  |
| Demora uniforme: d1 (s/veh)                    | 11.26 |  | 8.43 |  |     |  |  |       |  |  |
| Demora incremental: d2 (s/veh)                 | 5.29  |  | 1.55 |  |     |  |  |       |  |  |
| Demora por cola inicial: d3 (s/veh)            | 0     |  | 0    |  |     |  |  |       |  |  |
| Demora media por control del grupo: di (s/veh) | 16.6  |  | 10.0 |  |     |  |  |       |  |  |
| Nivel de servicio del grupo de carriles        | B     |  | B    |  |     |  |  |       |  |  |
| Demora por acceso: dA                          | 16.6  |  | 10.0 |  |     |  |  |       |  |  |
| Nivel de servicio por acceso                   | B     |  | B    |  |     |  |  |       |  |  |
| Demora en toda la intersección: dl             |       |  |      |  | 14  |  |  |       |  |  |
| Nivel de servicio global de la intersección    |       |  |      |  | B   |  |  |       |  |  |

Fuente: Elaboración Propia.

Intersección de la Av. Cusco – Av. De la Cultura

Tabla 114. Módulo de Datos de Entrada – I. Av. Cusco – Av. De la Cultura.

| MODULO DE DATOS DE ENTRADA |                                  |                   |                  |                    |            |                              |                |           |              |          |                     |       |
|----------------------------|----------------------------------|-------------------|------------------|--------------------|------------|------------------------------|----------------|-----------|--------------|----------|---------------------|-------|
| % VEHÍCULOS PESADOS        | PHF                              | PENDIENTES        |                  | TIEMPO DE ARRANQUE | CICLO SEM. | DATOS DEL CONTROL SEMAFÓRICO |                |           |              |          | ANCHO DE CARRIL(ft) |       |
|                            |                                  |                   | %                | s                  |            | φ                            | Verde peat (s) | Verde (s) | Amarillo (s) | Rojo (s) | metros              | pies  |
| N                          |                                  | N                 |                  | 4                  | 83         | φ1                           |                |           |              |          |                     |       |
| S                          | 6.39%                            | S                 | 6.00             |                    |            | φ1                           | 50             | 20        | 3            | 50       | 4.73                | 15.50 |
| W                          | 4.82%                            | W                 | -4.00            |                    |            | φ2                           | 20             | 50        | 3            | 20       | 3.33                | 10.94 |
| E                          | 6.78%                            | E                 | 0.50             |                    |            | φ2                           | 20             | 50        | 3            | 20       | 3.20                | 10.50 |
|                            | Maniobra de estacionamiento/hora | Número de buses/h | Volumen peatonal |                    |            |                              |                |           |              |          |                     |       |
| N                          | 0.00                             | 0                 | 0                |                    |            |                              |                |           |              |          |                     |       |
| S                          | 2.00                             | 0                 | 84               |                    |            |                              |                |           |              |          |                     |       |
| W                          | 1.00                             | 67                | 88               |                    |            |                              |                |           |              |          |                     |       |
| E                          | 0.00                             | 76                | 344              |                    |            |                              |                |           |              |          |                     |       |

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 115. Módulo de Ajuste de Tasas de Flujo – I. Av. Cusco – Av. De la Cultura.

| MODULO DE AJUSTE DE TASAS DE FLUJO  |       |      |      |      |      |      |      |      |      |       |   |   |
|-------------------------------------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|---|---|
| ACCESOS                             | OESTE |      |      | ESTE |      |      | SUR  |      |      | NORTE |   |   |
| Sentido del flujo vehicular         | O-E   |      |      | E-O  |      |      | S-N  |      |      | N-S   |   |   |
| Movimientos                         | LT    | TH   | TR   | LT   | TH   | TR   | L    | TH   | R    | -     | - | - |
| Volumenes: V (veh/h)                |       | 1455 | 101  | 147  | 1785 |      | 71   |      | 148  | -     | - | - |
| FHMD                                | 0.95  | 0.95 | 0.95 | 0.95 | 0.95 | 0.95 | 0.95 | 0.95 | 0.95 | -     | - | - |
| Tasa de flujo ajustado v (veh/h)    | 0     | 1532 | 106  | 155  | 1879 | 0    | 75   | 0    | 156  | -     | - | - |
| Grupo de carriles                   |       | LTR  |      |      | LTR  |      | LT   |      | TR   | -     | - | - |
| Numero de carriles: Ni              |       | 2    | 1    | 1    | 2    |      | 1    |      | 1    | -     | - | - |
| Tasa de flujo del grupo: vi (veh/h) |       | 1021 | 617  | 781  | 1253 |      | 75   |      | 156  | -     | - | - |
| Proporción de vueltas: PL o PR      |       |      | 0.17 | 0.20 |      |      | 1.00 |      | 1.00 | -     | - | - |

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 116. Módulo de Ajuste de Tasas de Flujo de Saturación – I. Av. Cusco – Av. De la Cultura.

| MODULO DE AJUSTE DE TASAS DE FLUJO DE SATURACIÓN    |       |      |      |      |    |      |     |      |   |       |   |  |
|---|-------|------|------|------|----|------|-----|------|---|-------|---|--|
| ACCESOS   | OESTE |      |      | ESTE |    |      | SUR |      |   | NORTE |   |  |
| Sentido del flujo vehicular                         | O-E   |      |      | E-O  |    |      | S-N |      |   | N-S   |   |  |
| Grupo de Carriles                                   | TH    | TR   | LT   | TH   | TR | L    | TH  | R    | - | -     | - |  |
| Numero de carriles: Ni                              | 2     | 1    | 1    | 2    |    | 1    |     | 1    | - | -     | - |  |
| Tasa de Flujo Saturación Base So (vi/hverde/carril) | 1900  | 1900 | 1900 | 1900 |    | 1900 |     | 1900 | - | -     | - |  |
| Factor de ajuste por ancho carril: fw               | 1.00  | 1.00 | 1.00 | 1.00 |    | 1.04 |     | 1.06 | - | -     | - |  |
| Factor de ajuste por vh pesados:fvh                 | 0.95  | 0.95 | 0.94 | 0.95 |    | 0.94 |     | 0.94 | - | -     | - |  |
| Factor ajuste por pendiente de acceso:fg            | 1.02  | 1.02 | 1.00 | 1.00 |    | 0.97 |     | 0.97 | - | -     | - |  |
| Factor de ajuste por estacionamiento:fp             | 0.95  | 0.90 | 1.00 | 1.00 |    | 1.00 |     | 0.89 | - | -     | - |  |
| Factor de ajuste por bloqueo de buses:fb            | 1.00  | 0.73 | 1.00 | 0.85 |    | 1.00 |     | 1.00 | - | -     | - |  |
| Factor de ajuste por tipo de area:fa                | 0.90  | 0.90 | 0.90 | 0.90 |    | 0.90 |     | 0.90 | - | -     | - |  |
| Factor de ajuste por utilizacion de carriles:flU    | 1.00  | 1.00 | 1.00 | 1.00 |    | 1.00 |     | 1.00 | - | -     | - |  |
| Factor de ajuste por vueltas para izquierda:flT     | 1.00  | 1.00 | 0.99 | 1.00 |    | 0.95 |     | 1.00 | - | -     | - |  |
| Factor de ajuste por vueltas para derecha:frT       | 1.00  | 0.97 | 1.00 | 1.00 |    | 1.00 |     | 0.85 | - | -     | - |  |
| Factor de ajuste giro derecha por peatones: frpb    | 1.00  | 0.97 | 1.00 | 1.00 |    | 1.00 |     | 0.92 | - | -     | - |  |
| Factor de ajuste giro izquierda por peatones: flpb  | 1.00  | 1.00 | 0.97 | 1.00 |    | 0.92 |     | 1.00 | - | -     | - |  |
| Tasa de Flujo Saturación Ajustado: Si (vi/hverde)   | 3153  | 1035 | 1541 | 2760 |    | 1417 |     | 1152 | - | -     | - |  |

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 117. Módulo de Análisis de Capacidad – I. Av. Cusco – Av. De la Cultura.

| MODULO DE ANÁLISIS DE CAPACIDAD   |         |                                     |         |                                     |        |                                     |     |                                     |   |       |   |  |
|---|---------|-------------------------------------|---------|-------------------------------------|--------|-------------------------------------|-----|-------------------------------------|---|-------|---|--|
| ACCESOS   | OESTE   |                                     |         | ESTE                                |        |                                     | SUR |                                     |   | NORTE |   |  |
| Sentido del flujo vehicular   | O-E     |                                     |         | E-O                                 |        |                                     | S-N |                                     |   | N-S   |   |  |
| Grupo de Carriles   | TH      | TR                                  | LT      | TH                                  | TR     | L                                   | TH  | R                                   | - | -     | - |  |
| Numero de la fase: φi   | φ2      | φ2                                  | φ2      | φ2                                  | φ2     | φ1                                  |     | φ1                                  | - | -     | - |  |
| Tipo de fase: P=prefijada, A= accionada                                 | P       | P                                   | P       | P                                   | P      | P                                   |     | P                                   | - | -     | - |  |
| Tasa de flujo ajustado del grupo:vi (veh/h)                             | 1021    | 617                                 | 781     | 1253                                | 75     | 156                                 |     | 156                                 | - | -     | - |  |
| Flujo de saturacion ajustado: Si (veh/h verde)                          | 3153    | 1035                                | 1541    | 2760                                | 1417   | 1152                                |     | 1152                                | - | -     | - |  |
| Tiempo verde efectivo: gi (s)   | 49      | 49                                  | 49      | 49                                  | 19     | 19                                  |     | 19                                  | - | -     | - |  |
| Relacion de verde: gi /C  | 0.59    | 0.59                                | 0.59    | 0.59                                | 0.23   | 0.23                                |     | 0.23                                | - | -     | - |  |
| Proporción de llegada durante el verde, Pi                              | 0.59    | 0.59                                | 0.59    | 0.59                                | 0.23   | 0.23                                |     | 0.23                                | - | -     | - |  |
| Capacidad del grupo de carriles:ci (veh/h)                              | 1861.57 | 919.51                              | 1190.47 | 1629.33                             | 428.27 | 364.36                              |     | 364.36                              | - | -     | - |  |
| Relacion Volumen a capacidad: Xi = vi/ci                                | 0.55    | 0.67                                | 0.66    | 0.77                                | 0.18   | 0.43                                |     | 0.43                                | - | -     | - |  |
| Relacion de flujo: Vi/Si  | 0.32    | 0.60                                | 0.51    | 0.45                                | 0.05   | 0.14                                |     | 0.14                                | - | -     | - |  |
| grupo de carriles critico por fase: <input checked="" type="checkbox"/> |         | <input checked="" type="checkbox"/> |         | <input checked="" type="checkbox"/> |        | <input checked="" type="checkbox"/> |     | <input checked="" type="checkbox"/> |   |       |   |  |
| Relación volumen-capacidad crítica de la intersección, Xc               | 1.37    |                                     |         |                                     |        |                                     |     |                                     |   |       |   |  |

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 118. Módulo de Nivel de Servicio – I. Av. Cusco – Av. De la Cultura.

| MODULO DE NIVEL DE SERVICIO                    |       |       |       |       |  |  |       |  |       |       |  |  |
|--|-------|-------|-------|-------|--|--|-------|--|-------|-------|--|--|
| ACCESOS  | OESTE |       |       | ESTE  |  |  | SUR   |  |       | NORTE |  |  |
| Sentido del flujo vehicular                    | O-E   |       |       | E-O   |  |  | S-N   |  |       | N-S   |  |  |
| Grupo de Carriles                              | TH    | TR    | LT    | TH    |  |  | L     |  | R     |       |  |  |
| Tasa de flujo ajustado del grupo:vi (veh/h)    | 1021  | 617   | 781   | 1253  |  |  | 75    |  | 156   |       |  |  |
| Relacion de verde: gi /C                       | 0.59  | 0.59  | 0.59  | 0.59  |  |  | 0.23  |  | 0.23  |       |  |  |
| Capacidad del grupo de carriles: ci (veh/h)    | 1862  | 920   | 1190  | 1629  |  |  | 428   |  | 364   |       |  |  |
| Relacion Volumen a capacidad: Xi = vi/ci       | 0.55  | 0.67  | 0.66  | 0.77  |  |  | 0.18  |  | 0.43  |       |  |  |
| Proporción de llegada durante el verde, Pi     | 0.59  | 0.59  | 0.59  | 0.59  |  |  | 0.23  |  | 0.23  |       |  |  |
| Factor de ajuste por coordinación, PF          | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  |  |  | 1.00  |  | 1.00  |       |  |  |
| Demora uniforme: d1 (s/veh)                    | 10.30 | 11.53 | 11.37 | 12.75 |  |  | 25.71 |  | 27.36 |       |  |  |
| Demora incremental: d2 (s/veh)                 | 0.87  | 2.91  | 1.93  | 2.43  |  |  | 0.40  |  | 1.66  |       |  |  |
| Demora por cola inicial: d3 (s/veh)            | 0     | 0     | 0     | 0     |  |  | 0     |  | 0     |       |  |  |
| Demora media por control del grupo: di (s/veh) | 11.17 | 14.44 | 13.29 | 15.19 |  |  | 26.11 |  | 29.02 |       |  |  |
| Nivel de servicio del grupo de carriles        | B     | B     | B     | B     |  |  | C     |  | C     |       |  |  |
| Demora por acceso: dA                          | 12.40 |       |       | 14.46 |  |  | 28.07 |  |       |       |  |  |
| Nivel de servicio por acceso                   | B     |       |       | B     |  |  | C     |  |       |       |  |  |
| Demora en toda la intersección: dI             |       |       |       |       |  |  | 15    |  |       |       |  |  |
| Nivel de servicio global de la intersección    |       |       |       |       |  |  | B     |  |       |       |  |  |

Fuente: Elaboración Propia.

Intersección de la Av. Tomás Tuyo Tupac – Av. De la Cultura.

Tabla 119. Módulo de Datos de Entrada – I. Av. Tomás Tuyo Tupac – Av. De la Cultura.

| MODULO DE DATOS DE ENTRADA |                                  |                   |                  |                    |            |                              |           |           |              |                  |        |       |
|----------------------------|----------------------------------|-------------------|------------------|--------------------|------------|------------------------------|-----------|-----------|--------------|------------------|--------|-------|
| % VEHÍCULOS PESADOS        | PHF                              | PENDIENTES        |                  | TIEMPO DE ARRANQUE | CICLO SEM. | DATOS DEL CONTROL SEMAFÓRICO |           |           |              | ANCHOS DE CARRIL |        |       |
|                            |                                  |                   | %                | s                  |            | φ                            | Verde (s) | Verde (s) | Amarillo (s) | Rojo (s)         | metros | pies  |
| N                          |                                  | N                 |                  | 4                  | 83         | φ1                           |           |           |              |                  | 0.00   | 0.00  |
| S                          | 15.45%                           | S                 | 1.00             |                    |            | φ1                           | 50        | 20        | 3            | 50               | 3.00   | 9.84  |
| O                          | 3.54%                            | W                 | -3.00            |                    |            | φ2                           | 20        | 50        | 3            | 20               | 3.25   | 10.66 |
| E                          | 6.04%                            | E                 | 3.00             |                    |            | φ2                           | 20        | 50        | 3            | 20               | 3.17   | 10.39 |
|                            | Maniobra de estacionamiento/hora | Número de buses/h | Volumen peatonal |                    |            |                              |           |           |              |                  |        |       |
| N                          | 0.00                             | 0                 | 0                |                    |            |                              |           |           |              |                  |        |       |
| S                          | 0.00                             | 0                 | 189              |                    |            |                              |           |           |              |                  |        |       |
| O                          | 0.00                             | 70                | 480              |                    |            |                              |           |           |              |                  |        |       |
| E                          | 0.00                             | 75                | 372              |                    |            |                              |           |           |              |                  |        |       |

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 120. Módulo de Ajuste de Tasas de Flujo – I. Av. Tomás Tuyo Tupac – Av. De la Cultura.

| MODULO DE AJUSTE DE TASAS DE FLUJO  |       |      |      |      |    |    |      |    |      |       |    |    |
|-------------------------------------|-------|------|------|------|----|----|------|----|------|-------|----|----|
| ACCESOS                             | OESTE |      |      | ESTE |    |    | SUR  |    |      | NORTE |    |    |
| Sentido del flujo vehicular         | O-E   |      |      | E-O  |    |    | S-N  |    |      | N-S   |    |    |
| Movimientos                         | LT    | TH   | TR   | LT   | TH | TR | L    | TH | R    | LT    | TH | TR |
| volumenes: V (veh/h)                | 1656  | 181  | 71   | 1898 |    |    | 143  |    | 77   | -     | -  | -  |
| FHP                                 | 0.95  | 0.95 | 0.95 | 0.95 |    |    | 0.95 |    | 0.95 | -     | -  | -  |
| Tasa de flujo de ajustado v (veh/h) | 1743  | 191  | 75   | 1998 |    |    | 151  |    | 81   | -     | -  | -  |
| Grupo de carriles                   | LTH   | TR   |      | LTH  |    |    | LT   |    | TR   | -     | -  | -  |
| Número de carriles: Ni              | 2     | 1    | 1    | 2    |    |    | 1    |    | 1    | -     | -  | -  |
| Tasa de flujo del grupo: vi (veh/h) | 1162  | 772  | 741  | 1332 |    |    | 151  |    | 81   | -     | -  | -  |
| Proporción de vueltas: PL o PR      |       |      | 0.25 | 0.10 |    |    | 1.00 |    | 1.00 | -     | -  | -  |

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 121. Módulo de Ajuste de Tasas de Flujo de Saturación – I. Av. Tomás Tuyo Tupac – Av. De la Cultura.

| MODULO DE AJUSTE DE TASAS DE FLUJO DE SATURACIÓN              |       |      |      |      |  |  |      |  |      |       |   |   |
|---|-------|------|------|------|--|--|------|--|------|-------|---|---|
| ACCESOS   | OESTE |      |      | ESTE |  |  | SUR  |  |      | NORTE |   |   |
| Sentido del flujo vehicular                                   | O-E   |      |      | E-O  |  |  | S-N  |  |      | N-S   |   |   |
| Grupo de Carriles   | TH    | TR   | LT   | TH   |  |  | L    |  | R    | -     | - | - |
| Numero de carriles: Ni  | 2     | 1    | 1    | 2    |  |  | 1    |  | 1    | -     | - | - |
| Tasa de Flujo Saturación Base So (vl/hverde/carril)           | 1900  | 1900 | 1900 | 1900 |  |  | 1900 |  | 1900 | -     | - | - |
| Factor de ajuste por ancho carril: fw                         | 1.00  | 1.00 | 1.00 | 1.00 |  |  | 0.96 |  | 0.96 | -     | - | - |
| Factor de ajuste por vh pesados:fvh                           | 0.97  | 0.97 | 0.94 | 0.97 |  |  | 0.87 |  | 0.87 | -     | - | - |
| Factor ajuste por pendiente de acceso:fg                      | 1.02  | 1.02 | 0.99 | 0.99 |  |  | 1.00 |  | 1.00 | -     | - | - |
| Factor de ajuste por estacionamiento:fp                       | 1.00  | 1.00 | 1.00 | 1.00 |  |  | 1.00 |  | 1.00 | -     | - | - |
| Factor de ajuste por bloqueo de buses:fb                      | 1.00  | 0.72 | 1.00 | 0.85 |  |  | 1.00 |  | 1.00 | -     | - | - |
| Factor de ajuste por tipo de area:fa                          | 0.90  | 0.90 | 0.90 | 0.90 |  |  | 0.90 |  | 0.90 | -     | - | - |
| Factor de ajuste por utilizacion de carriles:flu              | 1.00  | 1.00 | 1.00 | 1.00 |  |  | 1.00 |  | 1.00 | -     | - | - |
| Factor de ajuste por vueltas para izquierda:flT               | 1.00  | 1.00 | 0.99 | 1.00 |  |  | 0.95 |  | 1.00 | -     | - | - |
| Factor de ajuste por vueltas para derecha:frT                 | 1.00  | 0.96 | 1.00 | 1.00 |  |  | 1.00 |  | 0.85 | -     | - | - |
| Factor de ajuste giro derecha por peatones y ciclistas:frpb   | 1.00  | 0.94 | 1.00 | 1.00 |  |  | 1.00 |  | 0.92 | -     | - | - |
| Factor de ajuste giro izquierda por peatones y ciclistas:flpb | 1.00  | 1.00 | 0.94 | 1.00 |  |  | 0.69 |  | 1.00 | -     | - | - |
| Tasa de Flujo Saturación Ajustado: Si (vl/hverde)             | 3353  | 1096 | 1490 | 2765 |  |  | 924  |  | 1106 | -     | - | - |

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 122. Módulo de Análisis de Capacidad – I. Av. Tomás Tuyo Tupac – Av. De la Cultura.

| MODULO DE ANÁLISIS DE CAPACIDAD   |         |                                     |                                     |         |                                     |  |        |   |   |   |
|---|---------|-------------------------------------|-------------------------------------|---------|-------------------------------------|--|--------|---|---|---|
| ACCESOS   | OESTE   |                                     | ESTE                                |         | SUR                                 |  | NORTE  |   |   |   |
| sentido del flujo vehicular   | O-E     |                                     | E-O                                 |         | S-N                                 |  | N-S    |   |   |   |
| Grupo de Carriles   | TH      | TR                                  | LT                                  | TH      | L                                   |  | R      | - | - | - |
| Numero de la fase: φi   | φ2      | φ2                                  | φ2                                  | φ2      | φ1                                  |  | φ1     | - | - | - |
| Tipo de fase: P=prefijada, A= accionada                                 | P       | P                                   | P                                   | P       | P                                   |  | P      | - | - | - |
| Tasa de flujo ajustado del grupo:vi (veh/h)                             | 1162    | 772                                 | 741                                 | 1332    | 151                                 |  | 81     | - | - | - |
| Flujo de saturacion ajustado: Si (veh/h verde)                          | 3353    | 1096                                | 1490                                | 2765    | 924                                 |  | 1106   | - | - | - |
| Tiempo verde efectivo: gi (s)   | 49      | 49                                  | 49                                  | 49      | 19                                  |  | 19     | - | - | - |
| Relacion de verde: gi /C  | 0.59    | 0.59                                | 0.59                                | 0.59    | 0.23                                |  | 0.23   | - | - | - |
| Proporción de llegada durante el verde, Pi                              | 0.59    | 0.59                                | 0.59                                | 0.59    | 0.23                                |  | 0.23   | - | - | - |
| Capacidad del grupo de carriles: ci (veh/h)                             | 1979.26 | 879.08                              | 1369.42                             | 1632.64 | 309.29                              |  | 353.30 | - | - | - |
| Relación Volumen a capacidad: Xi = vi/ci                                | 0.59    | 0.88                                | 0.54                                | 0.82    | 0.49                                |  | 0.23   | - | - | - |
| Relación de flujo: Vi/Si  | 0.35    | 0.70                                | 0.50                                | 0.48    | 0.16                                |  | 0.07   | - | - | - |
| grupo de carriles critico por fase: <input checked="" type="checkbox"/> |         | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |         | <input checked="" type="checkbox"/> |  |        |   |   |   |
| Relación volumen-capacidad crítica de la intersección, Xc               | 1.51    |                                     |                                     |         |                                     |  |        |   |   |   |

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 123. Módulo de Nivel de Servicio – I. Av. Tomás Tuyo Tupac – Av. De la Cultura.

| MODULO DE NIVEL DE SERVICIO                    |       |       |       |       |       |  |       |   |   |   |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|--|-------|---|---|---|
| ACCESOS  | OESTE |       | ESTE  |       | SUR   |  | NORTE |   |   |   |
| sentido del flujo vehicular                    | O-E   |       | E-O   |       | S-N   |  | N-S   |   |   |   |
| Grupo de Carriles                              | TH    | TR    | LT    | TH    | L     |  | R     | - | - | - |
| Tasa de flujo ajustado del grupo:vi (veh/h)    | 1162  | 772   | 741   | 1332  | 151   |  | 81    | - | - | - |
| Relacion de verde: gi /C                       | 0.59  | 0.59  | 0.59  | 0.59  | 0.23  |  | 0.23  | - | - | - |
| Capacidad del grupo de carriles: ci (veh/h)    | 1979  | 879   | 1369  | 1633  | 309   |  | 353   | - | - | - |
| Relacion Volumen a capacidad: Xi = vi/ci       | 0.59  | 0.88  | 0.54  | 0.82  | 0.49  |  | 0.23  | - | - | - |
| Demora uniforme: d1 (s/veh)                    | 10.66 | 14.46 | 10.23 | 13.43 | 27.78 |  | 26.04 | - | - | - |
| Demora incremental: d2 (s/veh)                 | 0.86  | 8.56  | 1.16  | 3.52  | 3.31  |  | 0.91  | - | - | - |
| Demora por cola inicial: d3 (s/veh)            | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |  | 0     | - | - | - |
| Demora media por control del grupo: di (s/veh) | 11.52 | 23.03 | 11.39 | 16.96 | 31.09 |  | 26.95 | - | - | - |
| Nivel de servicio del grupo de carriles        | B     | C     | B     | B     | C     |  | C     | - | - | - |
| Demora por acceso: dA                          | 16.11 |       |       | 14.97 |       |  | 29.64 | - | - | - |
| Nivel de servicio por acceso                   | B     |       |       | B     |       |  | C     | - | - | - |
| Demora en toda la intersección: dI             | 17    |       |       |       |       |  |       |   |   |   |
| Nivel de servicio global de la intersección    | B     |       |       |       |       |  |       |   |   |   |

Fuente: Elaboración Propia.

### 3.6.4.3 Análisis de la Prueba

El nivel de servicio C obtenido para la intersección de la Av. Cusco – Av. Tomás Tuyo Tupac está determinado por los niveles de servicio del acceso Oeste, Norte y Sur (para el procedimiento, ver desde la página 265 en adelante), estos niveles de servicio responden a las demoras medias por control de 42.44s/veh, 23.80 s/veh y 22.78 s/veh respectivamente y a que la relación volumen – capacidad es  $\leq 1$ , lo que significa que la infraestructura soporta la demanda vehicular, estos parámetros están relacionados con la capacidad vehicular y el flujo vehicular, que a su vez, está determinada por el flujo de saturación ajustado, las tasas de flujo y la duración del intervalo en verde para cada acceso, además de los factores de ajuste como se muestran en las tablas 107 y 108.

Por otro lado, el nivel de servicio B del acceso este de la Av. Cusco – Av. Tomás Tuyo Tupac (para el procedimiento, ver desde la página 275 en adelante), está relacionado a la demora que es más baja (11.49s/veh) y una relación volumen – capacidad que es menor a la unidad como se muestra en la tabla 108.



### 3.6.5 Determinación del Nivel de Servicio de Intersecciones No Semaforizadas

La metodología de determinación del nivel de servicio para intersecciones no semaforizadas está basada en la metodología de intersecciones controladas mediante dos señales de pare con sus siglas en ingles TWSC (Two Way Stop Controlled) del HCM2010.

A continuación, se muestra el procedimiento usando como ejemplo la aplicación efectuada para la intersección de la Av. Cusco – Ca. Alemania Federal:

#### 3.6.5.1 Procedimiento para la Determinación del Nivel de Servicio de Intersecciones No Semaforizadas

Este procedimiento se realizó en base a los datos determinados anteriormente:

##### 3.6.5.1.1 Paso 1: Datos de Entrada

A continuación, se muestran los datos necesarios para la determinación del nivel de servicio de la intersección Av. Cusco – Ca. Alemania Federal:

Tabla 124. Datos de Entrada – NDS Intersección Semaforizada de la Av. Cusco – Ca. Alemania Federal.

| MODULO DE DATOS DE ENTRADA |        |      |            |       |                 |       |               |
|----------------------------|--------|------|------------|-------|-----------------|-------|---------------|
| % VEHICULOS PESADOS        |        | FHP  | PENDIENTES |       | ANCHO DE CARRIL |       | VOL. PEATONAL |
|                            |        |      |            | %     | metros          | pies  | peat/h        |
| N                          | 5.50%  | 0.90 | N          | -6.00 | 4.75            | 15.58 | 84            |
| S                          | 16.90% |      | S          | 6.00  | 3.05            | 10.01 | 124           |
| O                          | 5.20%  |      | O          | -0.50 | 5.00            | 16.40 | 164           |
| E                          | 3.10%  |      | E          | 3.00  | 4.05            | 13.29 | 260           |

Fuente: Elaboración Propia.

##### 3.6.5.1.2 Paso 2: Determinar y Marcar las Prioridades de Movimiento

La prioridad para cada movimiento en una intersección TWSC debe identificarse para designar el rango apropiado de cada movimiento para los pasos futuros en el proceso de análisis. Los movimientos se consideran en el siguiente orden:

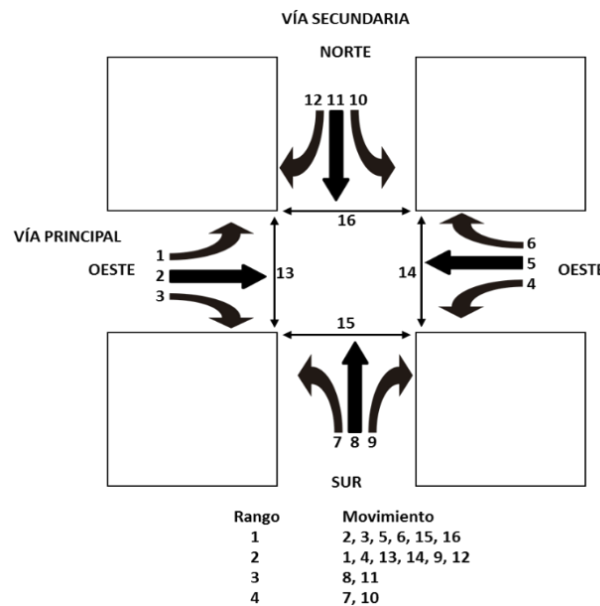
1. Giros a la izquierda de la calle principal
2. Giros a la derecha desde la calle menor
3. A través de movimientos desde la calle menor
4. Giros a la izquierda desde la calle menor

Los movimientos vehiculares anteriores se agrupan en rangos de prioridad:

- Movimientos de giro a la izquierda en la calle principal (Rango 2 – Movimientos 1 y 4)

- Movimientos de giro a la derecha en la calle menor (Rango 2 – Movimientos 9 y 12)
- Calle menor a través de movimientos (Rango 3 – Movimientos 8 y 11)
- Movimientos de giro a la izquierda en la calle menor (Rango 4 – Movimientos 7 y 10)
- Cabe resaltar que los movimientos de rango 1 son los movimientos de frente y giro a la derecha de la calle principal (Rango 1 – Movimientos 2, 3, 5 y 6)

A continuación, se muestran todos los movimientos enumerados y jerarquizados en el rango correspondiente:



Fuente: Elaboración Propia.

En figura anterior se muestran los movimientos 13, 14, 15 y 16 que representan en flujo peatonal bidireccional.

Los accesos oeste (Av. Cusco) y este (Ca. Alemania Federal) por motivos del análisis pertenecerán a una misma vía que será la principal, esto determinado primordialmente por el comportamiento de la intersección. Mientras que la vía secundaria la conforman los accesos sur (Ca. Los Geranios) y norte (Av. Cusco).

### 3.6.5.1.3 Paso 3: Convertir los volúmenes de demanda de movimiento a tasas de flujo

Para convertir los volúmenes de demandas a tasas de flujo se utiliza la fórmula 44 ya expuesta en el procedimiento para intersecciones semaforizadas, obteniendo los siguientes valores:

Tabla 125. Determinación de las Tasas de Flujo de la Intersección de la Av. Cusco – Ca. Alemania Federal.

| ACCESOS                             | OESTE |      |      | ESTE |      |      | SUR  |      |      | NORTE |      |      |
|-------------------------------------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|
| Sentido del flujo vehicular         | O-E   |      |      | E-O  |      |      | S-N  |      |      | N-S   |      |      |
| Movimientos                         | LT    | TH   | RT   | LT   | TH   | RT   | LT   | TH   | RT   | LT    | TH   | RT   |
| Volumenes de demanda: V (veh/h)     | 140   | 294  | 24   | 7    | 135  | 17   | 8    | 33   | 24   | 45    | 69   | 139  |
| FHP                                 | 0.90  | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90  | 0.90 | 0.90 |
| Tasa de flujo de ajustado v (veh/h) | 156   | 327  | 27   | 8    | 150  | 19   | 9    | 37   | 27   | 50    | 77   | 154  |

Fuente: Elaboración Propia.

#### 3.6.5.1.4 Paso 4: Determinar las Tasas de Flujo Conflictivas

Cada movimiento en una intersección TWSC enfrenta un conjunto diferente de conflictos que están directamente relacionados con la naturaleza del movimiento sujeto.

A continuación, en los siguientes párrafos se proporcionan una ilustración del conjunto de conflictos que enfrenta cada movimiento menor ( $v_{c,x}$ ) del Rango 2 al Rango 4 en una intersección TWSC.

Movimientos de giro a la izquierda en la calle principal (Rango 2 – Movimientos 1 y 4)

El volumen en conflicto se calcula con las siguientes fórmulas:

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

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

Fórmula 73. Movimientos de Giro a la Izquierda en la Calle Principal (Rango 2 – Movimientos 1 y 4)

Fuente: Highway Capacity Manual 2010. (TRB, 2010).

Si el giro a la derecha de la calle principal está separado por una isla triangular y tiene que cumplir con un signo de CEDER o PARE, los términos  $v_6$  y  $v_3$  en las fórmulas anteriores, respectivamente, se pueden asumir como cero.

Movimientos de giro a la derecha en la calle menor (Rango 2 – Movimientos 9 y 12)

El volumen en conflicto se calcula con las siguientes fórmulas:

Calles principales de dos carriles:

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

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

Fórmula 74. Movimientos de Giro a la Derecha en la Calle Principal (Rango 2 – Movimientos 9 y 12)

Fuente: Highway Capacity Manual 2010. (TRB, 2010).



Si el giro a la derecha de la calle principal tiene su propio carril, se puede suponer que el término  $v_3$  o  $v_6$  correspondiente en estas ecuaciones es cero.

Movimientos de peatones en la calle menor (Rango 2 – Movimientos 13 y 14)

Los movimientos de peatones en la calle menor (los peatones que cruzan la calle principal) están en conflicto directo con todos los movimientos de vehículos en la calle principal, excepto los movimientos de giro a la derecha y a la izquierda. La calle principal se acerca desde el lado más alejado de la intersección.

Movimientos de frente de la calle menor (Rango 3 — Movimientos 8 y 11)

Los movimientos menores de la calle pueden completar su maniobra en una o dos etapas. La aceptación de la brecha en una sola etapa asume que no hay un área de protección mediana disponible para que los conductores menores de la calle almacenen y que los conductores menores de la calle evaluarán las brechas en ambas direcciones de la calle principal simultáneamente. A la inversa, el escenario de aceptación de la brecha en dos etapas supone que hay un área de refugio mediana disponible para los conductores menores de la calle. Durante la Etapa I, los conductores de calles menores evalúan las brechas de las calles principales en el flujo de tráfico cercano (tráfico en conflicto desde la izquierda); durante la Etapa II, los conductores de calles menores evalúan las brechas en las calles principales en el flujo de tráfico del lado lejano (tráfico en conflicto desde la derecha). Para los cruces de una etapa, se combinan los flujos en conflicto para la Etapa I y la Etapa II y para cruces de dos etapas, los flujos en conflicto se consideran por separado.

El flujo conflictivo encontrado por los conductores de movimiento de frente de calles menores durante la Etapa I se calcula con las siguientes fórmulas:

$$v_{c,I,8} = 2v_1 + v_2 + 0.5v_3 + v_{15}$$

$$v_{c,I,11} = 2v_4 + v_5 + 0.5v_6 + v_{16}$$

Fórmula 75. Movimientos de Frente de la Calle Menor – Etapa I (Rango 3 – Movimientos 8 y 11)

Fuente: Highway Capacity Manual 2010. (TRB, 2010). Adaptación Propia.

Si hay un carril de giro a la derecha en la calle principal, el término  $v_3$  o  $v_6$  correspondiente en estas ecuaciones puede ser asumido como cero.

El flujo conflictivo encontrado por los conductores de movimiento de frente de calles menores durante la Etapa II se calcula con las siguientes fórmulas:



$$v_{c,II,8} = 2v_4 + v_5 + v_6 + v_{16}$$

$$v_{c,II,11} = 2v_2 + v_2 + v_3 + v_{15}$$

Fórmula 76. Movimientos de Frente de la Calle Menor – Etapa II (Rango 3 – Movimientos 8 y 11)

Fuente: Highway Capacity Manual 2010. (TRB, 2010).

Si el giro a la derecha de la calle principal está separado por una isla triangular y tiene que cumplir con un signo CEDA o PARE, se puede suponer que el término  $v_3$  o  $v_6$  correspondiente en estas ecuaciones es cero.

Movimientos de giro a la izquierda en la calle menor (Rango 4 — Movimientos 7 y 10)

El movimiento de giro a la izquierda desde la calle menor es la maniobra más difícil de ejecutar en una intersección TWSC.

Similar a los movimientos de calle mayor, los movimientos de giro a la izquierda de calle menor se pueden completar en una o dos etapas.

El flujo conflictivo encontrado por los conductores de movimiento de frente de calles menores durante la Etapa I se calcula con las siguientes fórmulas:

Calles principales de dos carriles:

$$v_{c,I,7} = 2v_1 + v_2 + 0.5v_3 + v_{15}$$

$$v_{c,I,10} = 2v_4 + v_5 + 0.5v_6 + v_{16}$$

Fórmula 77. Movimientos de Giro a la Izquierda en la Calle Menor – Etapa I (Rango 4 – Movimientos 7 y 10)

Fuente: Highway Capacity Manual 2010. (TRB, 2010).

Si existe un carril de giro a la derecha en la calle principal, se puede asumir que el término  $v_3$  o  $v_6$  correspondiente en estas ecuaciones es cero.

El flujo conflictivo encontrado por los conductores de movimiento de frente de calles menores durante la Etapa II se calcula con las siguientes fórmulas:

Calles principales de dos carriles:

$$v_{c,II,7} = 2v_4 + v_5 + 0.5v_6 + 0.5v_{12} + 0.5v_{11} + v_{13}$$

$$v_{c,II,10} = 2v_1 + v_2 + 0.5v_3 + 0.5v_9 + 0.5v_8 + v_{14}$$

Fórmula 78. Movimientos de Giro a la Izquierda en la Calle Menor – Etapa II (Rango 4 – Movimientos 7 y 10)

Fuente: Highway Capacity Manual 2010. (TRB, 2010). Adaptación Propia.

Si el giro a la derecha de la calle menor está separado por una isla triangular y tiene que cumplir con un signo CEDA o PARE, se puede suponer que el término  $v_9$  o  $v_{12}$  correspondiente en estas ecuaciones es cero.

En la siguiente tabla se muestran los valores obtenidos para la intersección de la Av. Cusco – Ca. Alemania Federal para cada movimiento:

Tabla 126. Determinación de las Tasas de Flujo en Conflicto para la Intersección de la Av. Cusco – Ca. Alemania Federal.

| ACCESOS                                  | OESTE |    |    | ESTE |    |    | SUR |     |     | NORTE |     |     |
|--|-------|----|----|------|----|----|-----|-----|-----|-------|-----|-----|
| Sentido del flujo vehicular              | O-E   |    |    | E-O  |    |    | S-N |     |     | N-S   |     |     |
| Movimientos                              | LT    | TH | RT | LT   | TH | RT | LT  | TH  | RT  | LT    | TH  | RT  |
| Volumen peatonal, $V_p$                  | 164   |    |    | 260  |    |    | 124 |     |     | 84    |     |     |
| Tasas de flujo en conflicto de R2, $v_c$ | 169   |    |    | 354  |    |    |     |     | 341 |       |     | 160 |
| Tasas de flujo en conflicto de R3, $v_c$ |       |    |    |      |    |    |     | 838 |     |       |     | 842 |
| Tasas de flujo en conflicto de R4, $v_c$ |       |    |    |      |    |    | 892 |     |     |       | 860 |     |

Fuente: Elaboración Propia.

Para este análisis, los movimientos se realizan en una sola etapa.

### 3.6.5.1.5 Paso 5: Determinar los Intervalos Críticos y los Intervalos en Seguimiento

Para calcular los intervalos críticos para cada movimiento, se comienza con el intervalo crítico base y se realiza los ajustes específicos del movimiento en relación con el porcentaje de vehículos pesados, el grado encontrado y una intersección de tres accesos versus cuatro accesos, como se muestra en la siguiente fórmula:

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

Fórmula 79. Intervalo Crítico para el Movimiento.

Fuente: Highway Capacity Manual 2010. (TRB, 2010). Adaptación Propia.

Donde:

$t_{c,x}$ : Intervalo crítico para el movimiento x (s)

$t_{c,base}$ : Intervalo crítico base (s)

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

$P_{HV}$ : Proporción de vehículos pesados para movimiento (decimal)

$t_{c,G}$ : Factor de ajuste para el grado (0.1 para los movimientos 9 y 12; 0.2 para los movimientos 7, 8, 10 y 11) (s)

$G$ : Porcentaje de grado (número entero)

$t_{3,LT}$ : Factor de ajuste para la geometría de la intersección (0.7 para el movimiento de giro a la izquierda en la calle menor en las intersecciones de tres accesos y 0.0 de lo contrario) (s).

El intervalo crítico base se obtiene de la siguiente tabla:

Tabla 127. Intervalo Crítico Base.

| Movimiento Vehicular                      | Intervalo Crítico Base  |                               |                         |
|---|-------------------------|-------------------------------|-------------------------|
|   | Dos carriles            | Cuatro carriles               | Seis carriles           |
| Giro a la izquierda de la calle principal | 4.1                     | 4.1                           | 5.3                     |
| Giro en U de la calle principal           | N/A                     | 6.4 (ancho)<br>6.9 (estrecho) | 5.6                     |
| Giro a la derecha de la calle menor       | 6.2                     | 6.9                           | 7.1                     |
| De frente en la calle menor               | 1 Etapa: 6.5            | 1 Etapa: 6.5                  | 1 Etapa: 6.5            |
|   | 2 Etapas, Etapa I: 5.5  | 2 Etapas, Etapa I: 5.5        | 2 Etapas, Etapa I: 5.5  |
|   | 2 Etapas, Etapa II: 5.5 | 2 Etapas, Etapa II: 5.5       | 2 Etapas, Etapa II: 5.5 |
| Giro a la izquierda de la calle menor     | 1 Etapa: 7.1            | 1 Etapa: 7.1                  | 1 Etapa: 6.4            |
|   | 2 Etapas, Etapa I: 6.1  | 2 Etapas, Etapa I: 6.5        | 2 Etapas, Etapa I: 7.3  |
|   | 2 Etapas, Etapa II: 6.1 | 2 Etapas, Etapa II: 6.5       | 2 Etapas, Etapa II: 6.7 |

Fuente: Highway Capacity Manual 2010. (TRB, 2010).

Para el análisis se toman los valores de dos carriles y de una sola etapa para los movimientos correspondientes.

Continuando con el procedimiento, al igual que el cálculo de intervalos críticos, la determinación de los intervalos en seguimiento inicia con los intervalos en seguimiento de base a los que se realizan ajustes específicos con información recopilada de vehículos pesados y las geometrías de la calle principal de acuerdo con los factores de ajuste dados en la siguiente fórmula:

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

Fuente: Highway Capacity Manual 2010. (TRB, 2010). Adaptación Propia.

Fórmula 80. Intervalo en Seguimiento para el Movimiento X.

Donde:

$t_{f,x}$ : Intervalo en seguimiento para el movimiento x (s)

$t_{f,base}$ : Intervalo en seguimiento base (s)

$t_{f,HV}$ : Factor de ajuste para vehículos pesados (0.9 para calles principales con un carril en cada dirección, 1.0 para calles principales con dos o tres carriles en cada dirección)

$P_{HV}$ : Proporción de vehículos pesados para movimiento (decimal)

Los valores de intervalo en seguimiento base se recopilan de la siguiente tabla:

Tabla 128. Intervalo en Seguimiento Base.

| Movimiento Vehicular                      | Intervalo en Seguimiento Base |                 |               |
|---|-------------------------------|-----------------|---------------|
|   | Dos carriles                  | Cuatro carriles | Seis carriles |
| Giro a la izquierda de la calle principal | 6.2                           | 2.2             | 3.1           |
| Giro en U de la calle principal           | N/A                           | 2.5 (ancho)     | 2.3           |
| Giro a la derecha de la calle menor       | 3.3                           | 3.1(estrecho)   | 3.9           |
| De frente en la calle menor               | 4.0                           | 3.3             | 4.0           |
| Giro a la izquierda de la calle menor     | 3.5                           | 4.0             | 3.8           |

Fuente: Highway Capacity Manual 2010. (TRB, 2010).

Para nuestro análisis se utilizan valores para vías de dos carriles.

Si se utilizan valores menores para  $t_c$  y  $t_f$ , la capacidad aumentará y por el contrario si estos valores son mayores la capacidad se reducirá.

A continuación, en la siguiente tabla se muestran los valores calculados para la intersección de la Av. Cusco – Ca. Alemania Federal:

Tabla 129. Determinación de los Intervalos Críticos y los Intervalos en Seguimiento.

| ACCESOS   | OESTE |    |    | ESTE  |    |    | SUR    |        |        | NORTE |       |       |
|---|-------|----|----|-------|----|----|--------|--------|--------|-------|-------|-------|
|   | O-E   |    |    | E-O   |    |    | S-N    |        |        | N-S   |       |       |
| Sentido del flujo vehicular                                       | LT    | TH | RT | LT    | TH | RT | LT     | TH     | RT     | LT    | TH    | RT    |
| Movimientos   |       |    |    |       |    |    |        |        |        |       |       |       |
| Intervalo crítico base, $t_{c,base}$                              | 4.1   | -  | -  | 4.1   | -  | -  | 7.1    | 6.5    | 6.2    | 7.1   | 6.5   | 6.2   |
| Factor de ajuste para vehículos pesados, $t_{c,HV}$               | 1     | -  | -  | 1     | -  | -  | 1      | 1      | 1      | 1     | 1     | 1     |
| Proporción de vehículos pesados, PHV                              | 5.20% | -  | -  | 3.10% | -  | -  | 16.90% | 16.90% | 16.90% | 5.50% | 5.50% | 5.50% |
| Factor de ajuste para el grado, $t_{c,G}$                         | 1     | -  | -  | 1     | -  | -  | 0.2    | 0.2    | 0.1    | 0.2   | 0.2   | 0.1   |
| Porcentaje de grado, G  | -1    | -  | -  | 3     | -  | -  | 6      | 6      | 6      | -6    | -6    | -6    |
| Factor de ajuste para la geometría de la intersección, $t_{3,LT}$ | 0.0   | -  | -  | 0.0   | -  | -  | 0.0    | 0.0    | 0.0    | 0.0   | 0.0   | 0.0   |
| Progreso base, $t_{f,base}$                                       | 2.2   | -  | -  | 2.2   | -  | -  | 3.5    | 4.0    | 3.3    | 3.5   | 4.0   | 3.3   |
| Factor de ajuste para vehículos pesados, $t_{f,HV}$               | 0.9   | -  | -  | 0.9   | -  | -  | 0.9    | 0.9    | 0.9    | 0.9   | 0.9   | 0.9   |
| Caudal conflictivo para el movimiento, $v_{c,x}$                  | 169.0 | -  | -  | 354.0 | -  | -  | 891.5  | 837.5  | 340.5  | 860.0 | 841.5 | 159.5 |
| Intervalo crítico para movimientos, $t_{c,x}$                     | 3.7   | -  | -  | 7.1   | -  | -  | 8.5    | 7.9    | 7.0    | 6.0   | 5.4   | 5.7   |
| Intervalo de seguimiento para movimientos, $t_{f,x}$              | 2.2   | -  | -  | 2.2   | -  | -  | 3.7    | 4.2    | 3.5    | 3.5   | 4.0   | 3.3   |

Fuente: Elaboración Propia.

### 3.6.5.1.6 Paso 6: Calcular las Capacidades Potenciales

La capacidad potencial de un movimiento se calcula de acuerdo con el modelo de aceptación de brechas provisto en la siguiente fórmula:

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

Fórmula 81. Capacidad Potencial.

Fuente: Highway Capacity Manual 2010. (TRB, 2010).

Donde:

$C_{p,x}$ : Capacidad potencial del movimiento x (veh/h)



$v_{c,x}$ : Tasa de flujo conflictivo para el movimiento x (veh/h)

$t_{c,x}$ : Intervalo crítico para el movimiento x (s)

$t_{f,x}$ : Intervalo en seguimiento para el movimiento x (s)

Aplicando la fórmula anterior obtenemos los siguientes resultados para el análisis de la intersección en estudio que se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 130. Cálculo de las Capacidades Potenciales para la Intersección de la Av. Cusco – Ca. Alemania Federal.

| ACCESOS   | OESTE  |    |    | ESTE  |    |    | SUR   |       |       | NORTE |       |       |
|---|--------|----|----|-------|----|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|   | O-E    |    |    | E-O   |    |    | S-N   |       |       | N-S   |       |       |
| Movimientos   | LT     | TH | RT | LT    | TH | RT | LT    | TH    | RT    | LT    | TH    | RT    |
| Tasa de flujo conflictivo para el movimiento, $v_{c,x}$ | 169.0  | -  | -  | 354.0 | -  | -  | 891.5 | 837.5 | 340.5 | 860.0 | 841.5 | 159.5 |
| Intervalo crítico para movimientos, $t_{c,x}$           | 3.7    | -  | -  | 7.1   | -  | -  | 8.5   | 7.9   | 7.0   | 6.0   | 5.4   | 5.7   |
| Intervalo de seguimiento para movimientos, $t_{f,x}$    | 2.2    | -  | -  | 2.2   | -  | -  | 3.7   | 4.2   | 3.5   | 3.5   | 4.0   | 3.3   |
| Capacidad potencial de movimiento, $C_{p,x}$            | 1422.3 | -  | -  | 892.4 | -  | -  | 183.9 | 216.8 | 632.3 | 362.7 | 393.3 | 900.2 |

Fuente: Elaboración Propia.

### 3.6.5.1.7 Paso 7: Calcular la Capacidad de Movimientos de Rango 1

Se supone que los movimientos de calle principal de rango 1 no están impedidos por ningún movimiento de rango inferior. Este rango también implica que no se espera que los movimientos de la calle principal del Rango 1 incurran en demora o desaceleración mientras viajan a través de la intersección TWSC.

### 3.6.5.1.8 Paso 8: Calcular la Capacidad de Movimientos de Rango 2

Los movimientos del Rango 2 (giros a la izquierda desde la calle principal y los giros a la derecha desde la calle menor) deben ceder a los movimientos vehiculares que giran a la derecha y de la calle mayor en conflicto del Rango 1, así como a los movimientos peatonales en conflicto del Rango 1. La capacidad de movimiento del cada movimiento de Rango 2 es igual a su capacidad potencial, factorizado por cualquier impedancia debida a peatones como lo indica la fórmula 84.

#### Paso 8a: Impedancia Peatonal de Rango 2

Los movimientos vehiculares menores deben ceder a los movimientos peatonales conflictivos en una intersección TWSC. Un factor que explica el bloqueo peatonal se calcula mediante la fórmula siguiente fórmula sobre la base del volumen peatonal, la velocidad de la caminata peatonal y el ancho del carril en el que está produciendo el movimiento menor:

$$f_{pb} = \frac{v_x \left( \frac{\omega}{S_p} \right)}{3600}$$

Fórmula 82. Factor de bloqueo peatonal.

Fuente: Highway Capacity Manual 2010. (TRB, 2010).

Donde:

$f_{pb}$ : Factor de bloqueo peatonal o proporción de tiempo que un carril en una aproximación se bloquea durante 1 h;

$v_x$ : Número de grupos de peatones, donde x es Movimiento 13, 14, 15 o 16;

$\omega$ : Ancho del carril en el que el movimiento menor está negociando en (pies);

$S_p$ : Velocidad de caminata peatonal, se supone que es de 3.5 pies/s.

El factor de impedancia peatonal para el movimiento peatonal x,  $p_{p,x}$ , se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$p_{p,x} = 1 - f_{pb}$$

Fórmula 83. Factor de Impedancia Peonatal.

Fuente: Highway Capacity Manual 2010. (TRB, 2010).

En la siguiente tabla se muestran los movimientos peatonales a los que un movimiento de rango 2 debe ceder, así mismo, se muestra el factor de impedancia correspondiente para cada movimiento de rango 2:

Tabla 131. Factor de Impedancia por Peatones para Movimientos de Rango 2.

| Movimiento Vehicular | Debe ceder al movimiento peatonal | Factor de impedancia por peatones ( $P_p, x$ ) |
|----------------------|-----------------------------------|--|
| V1                   | V16                               | $P_p,16$                                       |
| V1u                  | -                                 | -  |
| V4                   | V15                               | $P_p,15$                                       |
| V4u                  | -                                 | -  |
| V9                   | V15,V14                           | $(P_p,15)(P_p,14)$                             |
| V12                  | V16,V13                           | $(P_p,16)(P_p,13)$                             |

Fuente: Highway Capacity Manual 2010. (TRB, 2010). Adaptación Propia.

Paso 8b: Calcular la Capacidad para de Giros a la Izquierda de la Calle Principal

Los movimientos de giro a la izquierda de la calle principal de rango 2 solo pueden ser impedidos por peatones en conflicto; por lo tanto, la capacidad de movimiento para los movimientos de giro a la izquierda en la calle principal se calcula con la siguiente fórmula:

$$C_{m,j} = (C_{p,j})p_{p,i}$$

Fórmula 84. Capacidad de Giros a la Izquierda de la Calle Principal.

Fuente: Highway Capacity Manual 2010. (TRB, 2010).



Donde:

$C_{m,j}$ : Capacidad de los movimientos 1 y 4 (veh/h)

$C_{p,j}$ : Capacidad potencial de los movimientos 1 y 4 (veh/h)

$p_{p,i}$ : Impedancia por peatones de los movimientos 15 y 16

#### Paso 8c: Determinar la Capacidad de Giro a la Derecha en la Calle Menor

La capacidad de movimiento para los movimientos 9 y 12 de giro a la derecha en la calle menor se ve impedida por dos movimientos de peatones en conflicto. Los factores de ajuste de capacidad se indican mediante  $f_9$  y  $f_{12}$  para los movimientos de giro a la derecha de las calles menores 9 y 12, respectivamente, y se calculan mediante las siguientes fórmulas:

$$f_9 = p_{p,15}p_{p,14}$$

$$f_{12} = p_{p,16}p_{p,13}$$

Fórmula 85. Factor de Ajuste de Capacidad para Movimientos de Rango 2.

Fuente: Highway Capacity Manual 2010. (TRB, 2010).

Donde:

$f_9, f_{12}$ : Factores de ajuste de capacidad para los movimientos 9 y 12 de giro a la derecha en la calle menor respectivamente

$p_{p,j}$ : Impedancia peatonal j de rango 2 (movimientos 13,14,15,16)

Ahora teniendo los cálculos necesarios procedemos determinar la capacidad para los movimientos de giro a la derecha en las calles menores con la siguiente ecuación:

$$C_{m,j} = (C_{p,j})f_j$$

Fórmula 86. Capacidad de Giro a la Derecha en la Calle Menor.

Fuente: Highway Capacity Manual 2010. (TRB, 2010).

Donde:

$C_{m,j}$ : Capacidad de movimiento para los movimientos 9 y 12 (veh/h).

$C_{p,j}$ : Capacidad potencial para los movimientos 9 y 12 (veh/h),

$f_j$ : Factor de ajuste de capacidad para los movimientos 9 y 12.

#### Paso 8d: Efecto del carril Compartido de la Calle Principal y el Carril de Giro a la Izquierda



Primero se tiene q hallar la probabilidad de que el tráfico de giro a la izquierda de la calle principal funcione en un estado sin cola se expresa mediante la siguiente fórmula:

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

Fórmula 87. Probabilidad de Giro a la Izquierda Sin Cola en un Carril Exclusivo.

Fuente: Highway Capacity Manual 2010. (TRB, 2010).

Donde:

$p_{0,j}$ : Probabilidad de giro a la izquierda sin cola en un carril exclusivo para los movimientos 1 y 4

$v_j$ : Tasa de flujo vehicular para el movimiento 1 y 4 (veh/h)

$C_{m,j}$ : Capacidad para el movimiento 1 y 4 (veh/h)

Continuando con el procedimiento si un carril de giro a la izquierda compartido o un lugar de almacenamiento de giro a la izquierda corto está presente en un enfoque de calle principal, se tiene que tomar en cuenta esto al calcular la probabilidad de que no haya cola en el carril compartido de la calle principal,  $p_{0,j}^*$ . Esta probabilidad reemplaza a  $p_{0,j}$ . Esta metodología asume implícitamente que se proporciona un carril exclusivo a todo el tráfico que gira a la izquierda desde la calle principal y para la situación especial de los carriles compartidos se considera un lugar de almacenamiento de giro a la izquierda con una longitud de cero. El cálculo de la probabilidad de estado libre de cola para el movimiento j asumiendo un carril exclusivo de giro a la izquierda en la calle principal se calcula de la siguiente manera:

$$p_{0,j}^* = 1 - \frac{1 - p_{0,j}}{1 - X_{i,1+2}} \quad \text{con} \quad X_{i,1+2} = \frac{v_{i1}}{s_{i1}} + \frac{v_{i2}}{s_{i2}}$$

Fórmula 88. Probabilidad de Giro a la Izquierda en un Carril compartido de Giro en la Calle Principal.

Fuente: Highway Capacity Manual 2010. (TRB, 2010).

Donde:

$p_{0,j}^*$ : Probabilidad de giro sin cola para el movimiento j en un carril compartido de giro a la izquierda en la calle principal para los movimientos 1 y 4

$v_{i1}$ : Tasa de flujo para los movimientos 2 y 5 (veh/h)

$v_{i2}$ : Tasa de flujo para los movimientos 3 y 6 (veh/h)