

De la Tabla N° 18 se obtiene un rango de 1.4 a 1.8 viajes diarios por habitante, en el cual estará inmersa la tasa de generación de viajes de la ciudad del Cusco, el origen de la Tabla N° 18 se adjunta también en los anexos de esta investigación.

Para tener una tasa más exacta, se determinan las distintas tasas de generación de viajes de ciudades similares a Cusco en tamaño de población, en cuanto a la tasa correspondiente a nuestra ciudad se obtiene de la “VALIDACIÓN DE ESTUDIO ORIGEN Y DESTINO PARA LA CIUDAD DEL CUSCO” mientras que los otros valores corresponden a la región de Medellín, Colombia; datos provenientes del estudio realizado por la investigadora Tiffany Andrea Botero Rivera de la Universidad Nacional de Colombia, el infograma de dicho estudio se adjunta a los anexos de la presente investigación.

*Tabla N° 19 Cálculo de relación promedio de viajes generados por habitante en ciudades similares a Cusco*

CIUDAD	POBLACIÓN	TASA DE VIAJES DIARIOS POR HABITANTE POR DÍA
CUSCO	427 218	1.96
SANTA CRUZ (MEDELLÍN-COLOMBIA)	103 212	1.70
MANRIQUE (MEDELLÍN-COLOMBIA)	148 762	1.60
ARANJUEZ (MEDELLÍN-COLOMBIA)	135 167	1.50
CASTILLA (MEDELLÍN-COLOMBIA)	142 867	1.10
ROBLEDO (MEDELLÍN-COLOMBIA)	154 097	1.50
SAN JAVIER (MEDELLÍN-COLOMBIA)	134 472	1.80
EL POBLADO (MEDELLÍN-COLOMBIA)	410 671	2.70
<b>PROMEDIO</b>		<b>1.73</b>

Fuente: Tiffany Andrea Botero Rivera - Universidad Nacional de Colombia

Adaptación del autor

En la Tabla N° 19 se observa el cálculo estimado de la tasa de generación de viajes para la ciudad del Cusco a usarse en la presente investigación, el cual corresponde a 1.73 viajes/hab/día.

Con este dato se halla la cantidad de viajes generada por tipo de hectárea previamente designada y contabilizada y acuerdo a la densidad del distrito.

Todos los tipo de hectárea se operan de la misma manera (A1, A2, A3,... C3) y la cantidad generada de viajes por día se obtiene de la siguiente relación:

Viajes por día por cantidad de tipo de hectárea (\*1):

*Ecuación 10 Viajes por día según cantidad y tipo de hectárea*

$$\text{viajes/día} = \text{Densidad(hab/ha)} * \text{Viajes por día total} * \text{Cantidad de hectareas tipo A1, A2, A3,... C3.}$$

Esta relación se aplica a los nueve tipos de hectárea definidos llegando a un total de viajes generados por sector (\*2) que viene a ser la sumatoria de los viajes generados por el total de hectáreas de cada tipo en cada distrito. Como se observa en la Tabla N°20.

*Tabla N° 20 Estimado de viajes por día en la ciudad del cusco dentro del cordón motivo de estudio*

ESTIMADO DE VIAJES POR DÍA EN LA CIUDAD DEL CUSCO DENTRO DEL CORDÓN MOTIVO DE ESTUDIO						CALCULO DE VIAJES POR DÍA DE ACUERDO AL ÁREA POBLADA POR DISTRITO, NIVELES DE INGRESO Y DENSIDAD DE LA POBLACIÓN							
DISTRITOS	POBLACIÓN AL 2017	EXTENSIÓN (HA)	ÁREA POBLADA	VIAJES POR HABITANTE POR DÍA	DENSIDAD (HAB/HA)	A1 (HA)	VIAJES/DÍA	A2 (HA)	VIAJES/DÍA	A3 (HA)	VIAJES/DÍA	B1 (HA)	VIAJES/DÍA
CUSCO	120,682.32	11,620	1,063	1.69	114	0	0	0	0	0	0	0	0
SAN SEBASTIÁN	117,611.10	8,944	1,012	1.69	116	51	10017	438	86026	68	13356	0	0
SANTIAGO	91,957.08	6,972	1,886	1.69	49	128	10547	313	25791	0	0	0	0
WANCHAQ	65,053.56	638	638	1.69	102	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL VIAJES/DÍA POR SECTOR (*2)</b>								<b>20564</b>		<b>111817</b>		<b>13356</b>	<b>0</b>

ESTIMADO DE VIAJES POR DÍA EN LA CIUDAD DEL CUSCO DENTRO DEL CORDÓN MOTIVO DE ESTUDIO						CALCULO DE VIAJES POR DÍA DE ACUERDO AL ÁREA POBLADA POR DISTRITO, NIVELES DE INGRESO Y DENSIDAD DE LA POBLACIÓN									
DISTRITOS	POBLACIÓN AL 2017	EXTENSIÓN (HA)	ÁREA POBLADA	VIAJES POR HABITANTE POR DÍA	DENSIDAD (HAB/HA)	B2 (HA)	VIAJES/DÍA	B3 (HA)	VIAJES/DÍA	C1 (HA)	VIAJES/DÍA	C2 (HA)	VIAJES/DÍA	C3 (HA)	VIAJES/DÍA
CUSCO	120,682.32	11,620	1,063	1.69	114	0	0	0	0	0	0	72	13814	123	23599
SAN SEBASTIÁN	117,611.10	8,944	1,012	1.69	116	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SANTIAGO	91,957.08	6,972	1,886	1.69	49	6	494	0	0	0	0	0	0	0	0
WANCHAQ	65,053.56	638	638	1.69	102	247	42563	122	21023	0	0	0	0	7	1206
<b>TOTAL VIAJES/DÍA POR SECTOR (*2)</b>								<b>43058</b>		<b>21023</b>		<b>0</b>	<b>13814</b>		<b>24806</b>

Fuente: Elaboración propia.

Con el total de viajes generados al día y por sector se calcula la cantidad de buses y autos que circularan, habiendo definido los porcentajes de distribución en la Tabla N°20 y teniendo en cuenta que la capacidad promedio ocupada en un bus es 29 pasajeros y en un automóvil es de 1.3 pasajeros (Bazant, 2011) (cap. 4 págs. 113 y 115). Aplicando estos porcentajes y la ocupación que tienen los buses y autos se puede hallar la cantidad de esto que circularan, multiplicando la cantidad de viajes

por día generados tanto en bus como en auto por el porcentaje de uso de estos y luego dividiendo entra la ocupación asignada a cada tipo de vehículo.

Tabla N° 21 Estimado aforo vehicular según niveles de ingreso familiar y densidad

DENSIDAD		BAJOS INGRESOS (A)	INGRESOS MEDIOS (B)	ALTOS INGRESOS ( C)
BAJA (1)	VIAJES/DIA	20564	0	0
	AUTOBUS	100%	50%	0%
		710	0	0
	AUTOS	0%	50%	100%
0		0	0	
MEDIA (2)	VIAJES/DIA	111817	43058	13814
	BUSES	75%	35%	0%
		2892	520	0
	AUTOS	25%	65%	100%
21504		21529	10627	
ALTA (3)	VIAJES/DIA	13356	21023	24806
	BUSES	90%	60%	0%
		415	435	0
	AUTOS	10%	40%	100%
1028		6469	19082	

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente la cantidad de buses y autos se suman para tener un aforo vehicular por tipo de hectárea.

Tabla N° 22 Aforo vehicular por tipo de hectárea

<b>A1</b>	710
<b>A2</b>	24396
<b>A3</b>	1443
<b>B1</b>	0
<b>B2</b>	22049
<b>B3</b>	6904
<b>C1</b>	0
<b>C2</b>	10627
<b>C3</b>	19082

Fuente: Elaboración propia.

Es necesario calcular un factor K, que corresponde al volumen vehicular de la hora de máxima demanda del día, es decir el porcentaje que este volumen representa con respecto al volumen total del día, para lo cual se recurre a los conteos preliminares de 24 horas de los días martes, miércoles y sábado (anexo conteo preliminar), de los cuales se obtienen los siguientes resultados.

Tabla N° 23 Porcentaje de volumen en la hora de máxima demanda por avenida y día de aforo.

Avenida	Día	Volumen total (24h)	Volumen hora de máxima demanda (v/h)	Factor k de máxima demanda
Tacna	Martes	375	4768	8%
	Miércoles	502	5016	10%
	Sábado	744	7354	10%
	Martes	745	9999	7%
	Miércoles	727	10623	7%
	Sábado	806	11259	7%
Diagonal Angamos	Martes	1861	19016	10%
	Miércoles	1645	24712	7%
	Sábado	1895	26430	7%
	Martes	2291	19851	12%
	Miércoles	1454	23975	6%
	Sábado	1705	25213	7%
Perú	Miércoles	554	5366	10%
	jueves	409	4830	8%
	Sábado	584	9502	6%
	Miércoles	625	7290	9%
	jueves	476	6224	8%
	Sábado	583	9409	6%

**Factor k de máxima demanda (máximo): 12%**

Fuente: Elaboración propia.

Con este factor k se puede ajustar la demanda horaria y se procede a calcular la cantidad de vehículos generados por tipo de hectárea y por hora. Aplicando el 12% (factor k) hallado a los aforos de buses y autos. Como se observa en la Tabla N°24.

Tabla N° 24 Cálculo de vehículos en la hora de máxima demanda de acuerdo al factor k

	AFORO BUSES Y AUTOS	VEH MAX DEMANDA (v/h)
A1	710	86
A2	24396	2928
A3	1443	174
B1	0	0
B2	22049	2646
B3	6904	829
C1	0	0
C2	10627	1276
C3	19082	2290

Fuente: Elaboración propia.

El siguiente paso es calcular la cantidad de vehículos generados por hectárea en la hora de máxima demanda, para lo cual se divide la cantidad de vehículos en la hora máxima sobre la cantidad total de hectáreas por cada tipo definido. Para este caso se considera que todos los vehículos viajan fuera del sector habitacional, ya que al ser distancias cortas los viajes dentro de dicho sector no generarían vehículos motorizados como buses o autos.

Tabla N° 25 Cálculo de vehículos generados por hora y por tipo de hectárea

	<b>AFORO BUSES Y AUTOS</b>	<b>VEH MAX DEMANDA (v/h)</b>	<b>VEH GENERADOS POR CUADRO EN LA HORA DE MAXIMA DEMANDA (100% FUERA DEL SECTOR HABITACIONAL) (veh/h/ha)</b>
<b>A1</b>	710	86	0.50
<b>A2</b>	24396	2928	3.90
<b>A3</b>	1443	174	2.60
<b>B1</b>	0	0	0.00
<b>B2</b>	22049	2646	10.50
<b>B3</b>	6904	829	6.80
<b>C1</b>	0	0	0.00
<b>C2</b>	10627	1276	17.80
<b>C3</b>	19082	2290	17.70

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla N° 25 se obtiene un valor que representa la cantidad de vehículos que genera una hectárea poblada, del cordón motivo de estudio, en una hora.

Finalmente para calcular el aforo que tendrán los ejes dentro del cordón, se procede a repartir el área de generación de viajes correspondiente a cada eje de manera equitativa como se observa en la Figura N° 37.

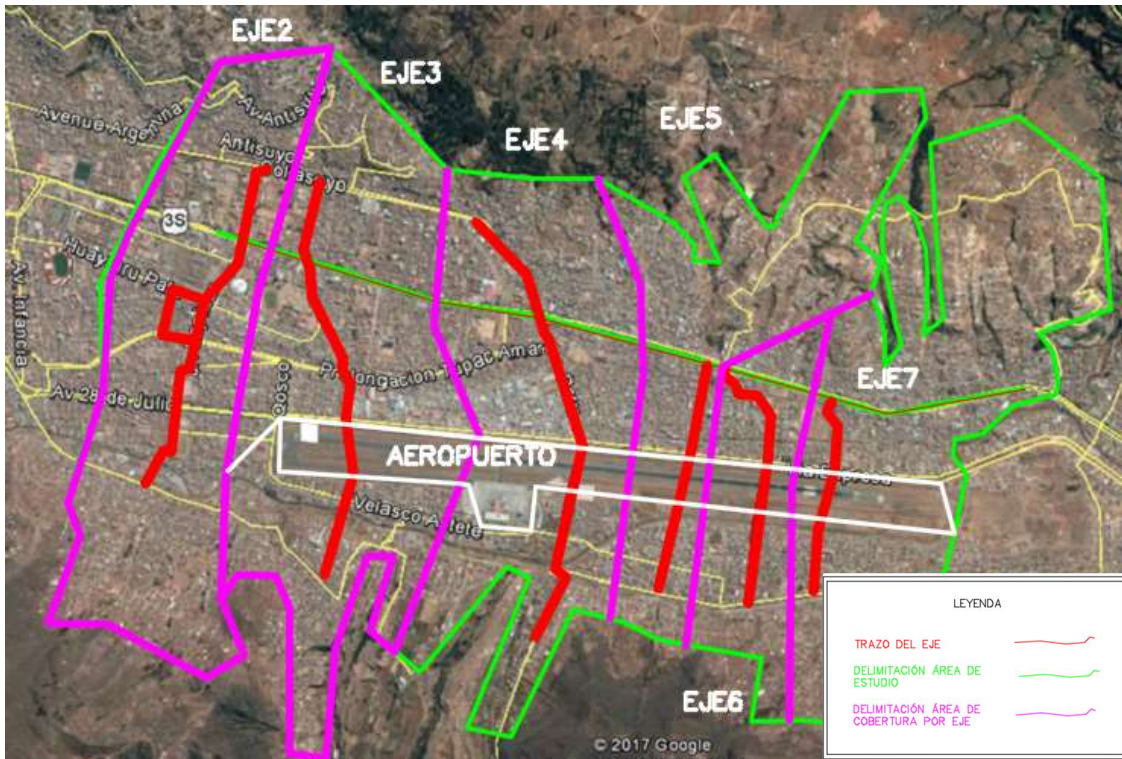


Figura N° 37 División de áreas de cobertura e influencia

Fuente: Elaboración propia.

En esta figura se observa las líneas de color magenta que dividen las áreas de cobertura del corredor de cada eje, y las líneas rojas gruesas que representan a los ejes transversales con una infraestructura completa.

Una vez definido estos límites se procede a analizar cada eje. Para lo cual se contabiliza la cantidad de hectáreas por tipo y se procede a calcular la cantidad de vehículos que estas generarán por hora para luego hacer la sumatoria y obtener la el aforo vehicular que se producirá para este eje, haciendo uso de la siguiente relación:

*Ecuación 11 Vehículos generados por eje*

$$\text{Eje 2 veh(h)} = \text{N}^\circ \text{ de Hectáreas(ha)} * \text{Vehiculos generados por hora por hectarea (veh/h/ha)}$$

**Eje 2:** que corresponde a las avenidas, VÍCTOR RAÚL HAYA DE LA TORRE, JR. ESPINAR, HNOS. AYAR, JR. DE LA UNIÓN, hasta su intersección con la Av. 28 de Julio y llegando al sector del Centro Comercial el Molino.

Tabla N° 26 Escenario de carga vehicular de automóviles y transporte público sobre avenidas primarias según su área de cobertura del eje 2

ZONIFICACIÓN POR HECTÁREA	NRO DE CUADROS	AFORO BUSES Y AUTOS	VEH MAX DEMANDA (v/h)	VEH GENERADOS POR CUADRO EN LA HORA DE MAXIMA DEMANDA (100% FUERA DEL SECTOR HABITACIONAL) (veh/h/ha)	EJE 2	
					VICTOR. HAYA DE LA TORRE, JR ESPINAR, HNOS. AYAR, JR. DE LA UNION,	VEH/H
A1	179	710	86	0.50	24	12
A2	751	24396	2928	3.90	47	184
A3	68	1443	174	2.60		0
B1	0	0	0	0.00		0
B2	253	22049	2646	10.50	72	756
B3	122	6904	829	6.80	69	470
C1	0	0	0	0.00		0
C2	72	10627	1276	17.80	34	606
C3	130	19082	2290	17.70	65	1151
						<b>3179</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Eje 3:** Corresponde a Calle Manzanares, Diagonal Angamos, continuando por debajo del bypass en Av. República de Brasil, en la sección norte y empalmado del otro lado del aeropuerto con el pasaje que prolonga este eje hasta la Av. Velasco Astete, en la sección sur.

Tabla N° 27 Escenario de carga vehicular de automóviles y transporte público sobre avenidas primarias según área de cobertura del eje 3 2017.

ZONIFICACIÓN POR HECTÁREA	NRO DE CUADROS	AFORO BUSES Y AUTOS	VEH MAX DEMANDA (v/h)	VEH GENERADOS POR CUADRO EN LA HORA DE MAXIMA DEMANDA (100% FUERA DEL SECTOR HABITACIONAL) (veh/h/ha)	EJE 3 NORTE		EJE 3 SUR	
					DIAGONAL ANGAMOS	VEH/H	LADO SUR DEL AEROPUERTO	VEH/H
A1	179	710	86	0.50		0	34	17
A2	751	24396	2928	3.90		0	68	266
A3	68	1443	174	2.60		0		0
B1	0	0	0	0.00		0		0
B2	253	22049	2646	10.50	52	546	47	494
B3	122	6904	829	6.80	51	347		0
C1	0	0	0	0.00		0		0
C2	72	10627	1276	17.80	47	837		0
C3	130	19082	2290	17.70	51	903		0
						<b>2633</b>		<b>777</b>

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 28 Escenario de carga vehicular de automóviles y transporte público sobre avenidas primarias según área de cobertura del eje 3 al año 2027

PROYECCIÓN AL AÑO 2027						
ZONIFICACIÓN POR HECTÁREA	NRO DE CUADROS	AFORO BUSES Y AUTOS	VEH MAX DEMANDA (v/h)	VEH GENERADOS POR CUADRO EN LA HORA DE MAXIMA DEMANDA (100% FUERA DEL SECTOR HABITACIONAL) (veh/h/ha)	EJE 3	
					DIAGONAL ANGAMOS	VEH/H
A1	179	784	95	0.60		0
A2	751	26951	3235	4.40		0
A3	68	1593	192	2.90		0
B1	0	0	0	0.00		0
B2	253	24359	2924	11.60	52	604
B3	122	7628	916	7.60	51	388
C1	0	0	0	0.00		0
C2	72	11740	1409	19.60	47	922
C3	130	21080	2530	19.50	51	995
						<b>2909</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Eje 4:** Corresponde a Av. Manantiales y Av. Perú (San Sebastián), en la sección norte y empalmado del otro lado del aeropuerto con la Calle Quenua que conecta en la sección sur con la Av. Hilario Mendivil y prolonga hasta el ingreso de la Vía de Evitamiento.

Tabla N° 29 Escenario de carga vehicular de automóviles y transporte público sobre avenidas primarias según área de cobertura del eje 4 en 2017

ZONIFICACIÓN POR HECTÁREA	NRO DE CUADROS	AFORO BUSES Y AUTOS	VEH MAX DEMANDA (v/h)	VEH GENERADOS POR CUADRO EN LA HORA DE MAXIMA DEMANDA (100% FUERA DEL SECTOR HABITACIONAL) (veh/h/ha)	EJE 4 NORTE		EJE 4 SUR	
					AV. MANANTIALES, AV. PERU	VEH/H	LADO SUR DEL AEROPUERTO	VEH/H
A1	179	710	86	0.50	14	7	42	21
A2	751	24396	2928	3.90	48	188	107	418
A3	68	1443	174	2.60	41	107		0
B1	0	0	0	0.00		0		0
B2	253	22049	2646	10.50	42	441	24	252
B3	122	6904	829	6.80	16	109		0
C1	0	0	0	0.00		0		0
C2	72	10627	1276	17.80	9	161		0
C3	130	19082	2290	17.70	21	372		0
						<b>1385</b>		<b>691</b>



Tabla N° 30 Escenario de carga vehicular de automóviles y transporte público sobre avenidas primarias según área de cobertura del eje 4 al 2027

PROYECCIÓN AL AÑO 2027					EJE 4 NORTE		EJE 4 SUR	
ZONIFICACIÓN POR HECTÁREA	NRO DE CUADROS	AFORO BUSES Y AUTOS	VEH MAX DEMANDA (v/h)	VEH GENERADOS POR CUADRO EN LA HORA DE MAXIMA DEMANDA (100% FUERA DEL SECTOR HABITACIONAL) (veh/h/ha)	AV. MANANTIALES, AV. PERU	VEH/H	LADO SUR DEL AEROPUERTO	VEH/H
A1	179	784	95	0.60	14	9	42	26
A2	751	26951	3235	4.40	48	212	107	471
A3	68	1593	192	2.90	41	119	0	0
B1	0	0	0	0.00		0		0
B2	253	24359	2924	11.60	42	488	24	279
B3	122	7628	916	7.60	16	122		0
C1	0	0	0	0.00		0		0
C2	72	11740	1409	19.60	9	177		0
C3	130	21080	2530	19.50	21	410		0
						<b>1537</b>		<b>776</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Eje 5:** Corresponde a la Av. Tomas Tuyro Túpac, en la sección norte y conecta del otro lado del aeropuerto con la el Jr. Paracas y prolonga hasta un acceso bajo la Vía de Evitamiento.

Tabla N° 31 Escenario de carga vehicular de automóviles y transporte público sobre avenidas primarias según área de cobertura del eje 5 en 2017

ZONIFICACIÓN POR HECTÁREA	NRO DE CUADROS	AFORO BUSES Y AUTOS	VEH MAX DEMANDA (v/h)	VEH GENERADOS POR CUADRO EN LA HORA DE MAXIMA DEMANDA (100% FUERA DEL SECTOR HABITACIONAL) (veh/h/ha)	EJE 5 NORTE		EJE 5 SUR	
					TOMAS TUYRO TUPAC	VEH/H	LADO SUR DEL AEROPUERTO	VEH/H
A1	179	710	86	0.50	26	13	3	2
A2	751	24396	2928	3.90	115	449	40	156
A3	68	1443	174	2.60	18	47		0
B1	0	0	0	0.00		0		0
B2	253	22049	2646	10.50	5	53	8	84
B3	122	6904	829	6.80		0		0
C1	0	0	0	0.00		0		0
C2	72	10627	1276	17.80		0		0
C3	130	19082	2290	17.70		0		0
						<b>562</b>		<b>242</b>

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 32 Escenario de carga vehicular de automóviles y transporte público sobre avenidas primarias según área de cobertura del eje 5 al 2027

PROYECCIÓN AL AÑO 2027					EJE 5 NORTE		EJE 5 SUR	
ZONIFICACIÓN POR HECTÁREA	NRO DE CUADROS	AFORO BUSES Y AUTOS	VEH MAX DEMANDA (v/h)	VEH GENERADOS POR CUADRO EN LA HORA DE MAXIMA DEMANDA (100% FUERA DEL SECTOR HABITACIONAL) (veh/h/ha)	TOMAS TUYRO TUPAC	VEH/H	LADO SUR DEL AEROPUERTO	VEH/H
A1	179	784	95	0.60	26	16	3	2
A2	751	26951	3235	4.40	115	506	40	176
A3	68	1593	192	2.90	18	53		0
B1	0	0	0	0.00		0		0
B2	253	24359	2924	11.60	5	58	8	93
B3	122	7628	916	7.60		0		0
C1	0	0	0	0.00		0		0
C2	72	11740	1409	19.60		0		0
C3	130	21080	2530	19.50		0		0
						<b>633</b>		<b>271</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Eje 6:** Corresponde a la Av. Marcos Zapata y la Calle Palmeras, en la sección norte y conecta del otro lado del aeropuerto con su prolongación en una calle aún sin nombre, hasta un acceso bajo la Vía de Evita miento.

Tabla N° 33 Escenario de carga vehicular de automóviles y transporte público sobre avenidas primarias según su área de cobertura del eje 6

ZONIFICACIÓN POR HECTÁREA	NRO DE CUADROS	AFORO BUSES Y AUTOS	VEH MAX DEMANDA (v/h)	VEH GENERADOS POR CUADRO EN LA HORA DE MAXIMA DEMANDA (100% FUERA DEL SECTOR HABITACIONAL) (veh/h/ha)	EJE 6 NORTE		EJE 6 SUR	
					CA. MARCOS ZAPACA	VEH/H	LADO SUR DEL AEROPUERTO	VEH/H
A1	179	710	86	0.50	0	0	6	3
A2	751	24396	2928	3.90	28	110	68	266
A3	68	1443	174	2.60	10	26		0
B1	0	0	0	0.00		0		0
B2	253	22049	2646	10.50	4	42	9	95
B3	122	6904	829	6.80		0		0
C1	0	0	0	0.00		0		0
C2	72	10627	1276	17.80		0		0
C3	130	19082	2290	17.70		0		0
						<b>178</b>		<b>364</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Eje 7:** Corresponde al ingreso 7mo paradero y el Jr. Los Geranios, empalmando del otro lado del aeropuerto con la Calle Porvenir y llegando hasta la avenida auxiliar de la Vía de Evitamiento.

*Tabla N° 34 Escenario de carga vehicular de automóviles y transporte público sobre avenidas primarias según su área de cobertura del eje 7*

ZONIFICACIÓN POR HECTÁREA	NRO DE CUADROS	AFORO BUSES Y AUTOS	VEH MAX DEMANDA (v/h)	VEH GENERADOS POR CUADRO EN LA HORA DE MAXIMA DEMANDA (100% FUERA DEL SECTOR HABITACIONAL) (veh/h/ha)	EJE 7 NORTE		EJE 7 SUR	
					INGRESO 7MO PARADERO SAN SEPBASTIAN	VEH/H	LADO SUR DEL AEROPUERTO	VEH/H
A1	179	710	86	0.50	14	7	27	14
A2	751	24396	2928	3.90	213	831	98	383
A3	68	1443	174	2.60		0		0
B1	0	0	0	0.00		0		0
B2	253	22049	2646	10.50		0	2	21
B3	122	6904	829	6.80		0		0
C1	0	0	0	0.00		0		0
C2	72	10627	1276	17.80		0		0
C3	130	19082	2290	17.70		0		0
						<b>838</b>		<b>418</b>

Fuente: Elaboración propia.

### 3.8.3 Cálculo de capacidad vial y niveles de servicio en intersecciones semaforizadas

Para este procedimiento se usó el método descrito en el HCM 2010, en el Capítulo 18 de Intersecciones Señalizadas, en este capítulo se observa la siguiente estructura de pasos.

Estos cálculos se detallan en los siguientes segmentos de la investigación, ejemplificados con una intersección determinada. Sin embargo antes de iniciar estos pasos es necesario procesar los datos extraídos de campo. Los cuales se detallan a continuación.

#### 3.8.3.1 Procesamiento del conteo vehicular

Es necesario ordenar y resumir los conteos vehiculares tomados en campo, organizando los aforos en cuadros debidamente clasificados, en estos cuadros se halla la sumatoria de los periodos de 15 minutos contabilizados para calcular el flujo

horario y seleccionar el que tenga mayor volumen (celda de color verde). Este flujo será el que se usará en los procedimientos de cálculo del método del HCM 2010.

En las siguientes tablas se observan los formatos resumidos por intersección. Se aprecia el volumen vehicular total (autos, buses y camiones) por dirección y por carril, así como un croquis en el cual se identifican los números de carril, sentido y dirección de manera gráfica.

La metodología propuesta por el manual HCM 2010, permite la adecuación a la zona de estudio y exige un análisis por cada tipo de movimiento sin discriminación por tipos de vehículos, es decir, el formato contempla todos los vehículos habidos y por haber en cada carril y los movimientos que cada uno realiza. Por ende para tener un solo volumen por tipo de movimiento, ya sea automóvil, bus, o camión, es necesario calcular un volumen equivalente para lo cual de acuerdo a (MEF & DGIP, 2015) el tráfico en la hora punta, deberá ser transformado en vehículos equivalentes (coche particular) según el criterio observado en la siguiente Tabla N°.

*Tabla N° 35 Factor de ajuste vehículo equivalente por tipo*

VEHÍCULO EQUIVALENTE	FACTOR
<b>AUTOMÓVIL O CAMIONETA</b>	<b>1.0</b>
<b>CAMIÓN</b>	<b>2.5</b>
CAMIÓN DE 2 EJES O MAS	3.5
<b>MICROBUSES</b>	<b>2.0</b>
ÓMNIBUS	3.0
ARTICULADOS	4.0
CAMIONETAS RURALES	1.25
MOTOTAXIS	0.5

Fuente: Guía metodológica para la identificación, formulación y evaluación social de proyectos de vialidad urbana. (MEF & DGIP, 2015) – Adaptación del autor

En la Tabla N° 35 se resaltan en color celeste los tipos de vehículos identificados en los conteos de la presente investigación siendo el automóvil, el camión y los microbuses.



Tabla N° 36 Resumen de conteo vehicular, intersección Av. Micaela Bastidas con Av. Anselmo Álvarez

<b>FORMATO DE CONTEO VEHICULAR - CONSOLIDADO DE LA INTERSECCIÓN</b> <b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</b>								
<b>EJE N° 1</b>								
INTERSECCIÓN: AV. MICAELA BASTIDAS // AV. ANSELMO ALVAREZ								
RESPONSABLE:				FECHA:				
SENTIDO	HACIA EL NORTE		HACIA EL SUR		HACIA EL ESTE			
NOMBRE	AV. ANSELMO ALVAREZ		AV. ANSELMO ALVAREZ		AV. MICAELA BASTIDAS			
# CARRIL	1		2		3		4	
MOVIMIENTO								
Hora								
9:00 - 9:15	32	20	20	36	49	6	31	42
9:15 - 9:30	33	20	22	54	47	6	31	41
9:30 - 9:45	32	20	16	44	59	3	39	51
9:45 - 10:00	50	49	23	59	52	14	39	46
10:00 - 10:15	41	54	17	67	70	11	53	64
10:15 - 10:30	26	41	22	65	93	11	52	87
10:30 - 10:45	41	46	24	60	77	18	50	70
10:45 - 11:00	45	50	3	60	82	17	46	73
11:00 - 11:15	68	52	34	76	60	19	53	78
11:15 - 11:30	34	63	28	55	91	7	38	86
11:30 - 11:45	45	43	35	68	91	11	44	85
11:45 - 12:00	55	50	29	59	96	6	34	89
	68	52	34	76	60	19	53	78

FLUJO PEATONAL (P/H)			
AV. ANSELMO ALVAREZ		AV. MICAELA BASTIDAS	
HORA: 9:30 am - 10:30 am			
LADO (N-S)		LADO (E-O)	
IZQ.	DER.	IZQ.	DER.
146	115	116	135

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 37 Resumen de conteo vehicular, intersección Av. Huayrupata con Jr. Espinar

**FORMATO DE CONTEO VEHICULAR - CONSOLIDADO DE LA INTERSECCIÓN**

**UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**

**EJE N° 2**

INTERSECCIÓN: AV. HUAYRUPATA // JR. ESPINAR

RESPONSABLE: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_

SENTIDO	HACIA EL SUR	HACIA EL ESTE			HACIA EL OESTE			HACIA EL NORTE		
	NOMBRE	AV. HUAYRUPATA			AV. HUAYRUPATA			JR. ESPINAR		
# CARRIL	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
MOVIMIENTO										
Hora										
9:00 - 9:15	128	25	29	66	14	92	32	117	50	30
9:15 - 9:30	105	42	36	83	8	102	52	122	53	50
9:30 - 9:45	101	46	39	90	16	122	58	107	46	24
9:45 - 10:00	92	39	40	92	11	146	49	98	42	29
10:00 - 10:15	123	30	33	76	14	119	51	106	46	32
10:15 - 10:30	110	44	39	90	18	127	64	105	45	34
10:30 - 10:45	120	52	41	94	15	121	50	126	54	35
10:45 - 11:00	110	45	41	94	18	109	43	104	45	29
11:00 - 11:15	123	41	42	98	12	112	70	133	57	40
11:15 - 11:30	102	45	40	92	31	118	46	97	42	36
11:30 - 11:45	136	50	46	106	19	117	55	126	54	32
11:45 - 12:00	113	61	44	102	14	108	46	131	57	36
	136	50	46	106	19	117	55	126	54	32



**FLUJO PEATONAL (P/H)**

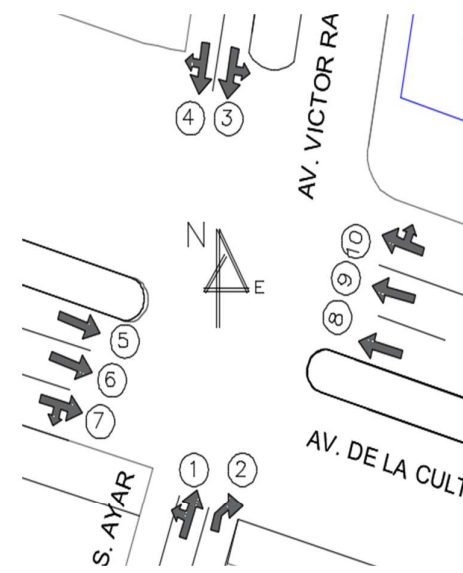
FLUJO PEATONAL (P/H)			
JR. ESPINAR		AV. HUAYRUPATA	
HORA: 9:30 am - 10:30 am			
LADO (N-S)		LADO (E-O)	
IZQ.	DER.	IZQ.	DER.
136	125	185	146

Fuente: Elaboración propia.



Tabla N° 38 Resumen de conteo vehicular, intersección Av. Víctor R. Haya con Av. La Cultura

 <b>FORMATO DE CONTEO VEHICULAR - CONSOLIDADO DE LA INTERSECCIÓN</b> <b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</b> 															
<b>EJE N° 2</b>															
INTERSECCIÓN: AV. DE LA CULTURA // JR. HNOS AYAR Y AV. VICTOR R. HAYA															
RESPONSABLE:					FECHA:										
SENTIDO	HACIA EL NORTE			HACIA EL SUR				HACIA EL ESTE			HACIA EL OESTE				
NOMBRE	Av. Hermanos Ayar			Av. Haya de la Torre				Av. De La Cultura bajada			Av. De La Cultura subida				
# CARRIL	1	2		3	4		5	6	7		8	9	10		
MOVIMIENTO															
Hora	NUMERO DE VEHICULOS														
9:00 - 9:15	32	49	40	14	34	51	16	139	175	67	49	139	154	29	72
9:15 - 9:30	33	45	39	15	35	47	16	156	164	75	49	134	158	29	66
9:30 - 9:45	30	45	36	14	33	46	16	139	163	61	48	130	150	29	70
9:45 - 10:00	33	45	37	15	34	47	15	144	164	69	48	125	152	28	64
10:00 - 10:15	29	41	34	13	30	46	15	133	158	59	46	127	140	29	67
10:15 - 10:30	33	45	34	14	32	44	14	136	151	65	44	116	143	26	58
10:30 - 10:45	30	45	36	14	33	46	16	139	163	61	48	130	150	29	70
10:45 - 11:00	25	37	32	10	25	37	11	109	124	57	37	103	114	21	53
11:00 - 11:15	27	37	33	10	27	40	12	118	126	59	38	113	117	21	54
11:15 - 11:30	27	38	33	10	29	43	13	129	138	64	40	118	124	23	59
11:30 - 11:45	40	67	58	13	39	67	15	197	228	98	65	188	195	37	96
11:45 - 12:00	42	61	51	16	40	60	17	177	204	97	59	166	184	35	85
	33	45	34	14	32	44	14	136	151	65	44	116	143	26	58



FLUJO PEATONAL (P/H)			
AV. HAYA DE LA TORRE		AV. LA CULTURA	
HORA: 9:30 am - 10:30 am			
LADO (N-S)		LADO (E-O)	
IZQ.	DER.	IZQ.	DER.
455	463	442	438

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 39 Resumen de conteo vehicular, intersección Av. La Cultura con Diagonal Angamos

**FORMATO DE CONTEO VEHICULAR - CONSOLIDADO DE LA INTERSECCIÓN**  
**UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**

**EJE N° 3**  
**INTERSECCIÓN: AV. DE LA CULTURA // DIAGONAL ANGAMOS (PROLONG. HUAYRUROPATA)**

RESPONSABLE: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_

SENTIDO	HACIA EL NORTE			HACIA EL ESTE				HACIA EL OESTE					
	Av.Prolong. Huayruropata			Av. De La Cultura				Av. De La Cultura					
# CARRIL	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
MOVIMIENTO													
Hora	NUMERO DE VEHICULOS												
9:00 - 9:15	86	6	58	105	150	128	93	54	99	69	59	206	131
9:15 - 9:30	84	6	64	104	142	110	108	60	86	64	57	217	128
9:30 - 9:45	78	3	55	98	146	120	86	50	93	63	58	193	124
9:45 - 10:00	78	14	60	100	136	100	108	59	80	63	52	198	122
10:00 - 10:15	71	11	51	91	138	120	84	49	86	57	56	187	116
10:15 - 10:30	73	11	59	95	124	97	104	54	72	58	47	187	122
10:30 - 10:45	84	25	87	122	185	148	128	82	118	81	69	257	158
10:45 - 11:00	109	17	80	128	176	141	124	75	112	77	73	273	162
11:00 - 11:15	107	19	80	116	183	148	120	77	108	79	67	248	148
11:15 - 11:30	112	7	80	115	172	144	119	68	116	75	73	280	162
11:30 - 11:45	105	11	72	107	173	136	114	70	103	76	62	245	140
11:45 - 12:00	108	6	75	125	168	145	124	69	106	74	71	274	147
	84	25	87	122	185	148	128	82	118	81	69	257	158

**FLUJO PEATONAL (P/H)**

DIAG. ANGAMOS		AV. LA CULTURA	
HORA: 9:30 am - 10:30 am			
LADO (N-S)		LADO (E-O)	
IZQ.	DER.	IZQ.	DER.
405		420	410

Fuente: Elaboración propia.



Tabla N° 40 Resumen de conteo vehicular, intersección Hilario Mendivil

**FORMATO DE CONTEO VEHICULAR - CONSOLIDADO DE LA INTERSECCIÓN**  
**UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**

**EJE N° 4**  
 INTERSECCIÓN: AV. HILARIO MENDIVIL // INGRESO VIA DE EVITAMIENTO

RESPONSABLE: \_\_\_\_\_ FECHA: 10 JUNIO 2017

SENTIDO	HACIA EL NORTE			HACIA EL SUR			HACIA EL ESTE		HACIA EL OESTE			
NOMBRE	PROLONG. JORE CHAVEZ						AV. HILARIO MENDIVIL					
# CARRIL	1		2		3		4	5				
MOVIMIENTO												
Hora												
9:00 - 9:15	121	0	4	2	1	1	92	30	119	1	93	1
9:15 - 9:30	130	0	5	1	1	2	86	31	120	1	88	1
9:30 - 9:45	130	0	7	1	1	2	101	36	139	0	111	1
9:45 - 10:00	112	1	9	1	0	4	97	34	133	0	99	0
10:00 - 10:15	203	1	5	0	1	4	124	53	209	0	119	2
10:15 - 10:30	177	2	4	0	1	2	107	48	188	2	125	0
10:30 - 10:45	150	1	9	2	2	0	130	50	198	2	100	2
10:45 - 11:00	170	0	13	1	1	2	134	50	192	2	103	2
11:00 - 11:15	138	1	10	2	2	1	98	35	136	1	111	1
11:15 - 11:30	140	1	9	1	1	2	98	45	176	1	101	1
11:30 - 11:45	136	2	10	2	1	4	98	33	128	2	90	1
11:45 - 12:00	129	0	5	1	1	2	98	32	123	0	86	2
	203	1	5	0	1	4	124	53	209	0	119	2

FLUJO PEATONAL (P/H)			
PROLONG. JORE CHAVEZ		AV. HILARIO MENDIVIL	
HORA: 9:30 am - 10:30 am			
LADO (N-S)		LADO (E-O)	
IZQ.	DER.	IZQ.	DER.
85	95	45	74

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 41 Resumen de conteo vehicular, intersección Av. Cusco con Tomas Tuyro Túpac

<b>FORMATO DE CONTEO VEHICULAR - CONSOLIDADO DE LA INTERSECCIÓN UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</b>															
<b>EJE N° 5</b>															
INTERSECCIÓN: AV. CUSCO // AV. TOMAS TUYRO TUPAC															
RESPONSABLE:					FECHA: 10 JUNIO 2017										
SENTIDO	HACIA EL NORTE				HACIA EL SUR				HACIA EL ESTE			HACIA EL OESTE			
NOMBRE	AV. TOMAS TUYRO TUPAC				AV. TOMAS TUYRO TUPAC				AV. CUSCO			AV. CUSCO			
# CARRIL	1		2		3		4		5			6			
MOVIMIENTO															
Hora															
9:00 - 9:15	12	5	6	10	15	10	10	1	5	93	16	8	45	5	
9:15 - 9:30	16	6	6	14	17	9	9	0	3	88	10	10	50	9	
9:30 - 9:45	16	11	10	14	24	10	10	4	9	113	15	14	55	11	
9:45 - 10:00	18	12	11	15	9	12	12	5	13	95	23	8	50	7	
10:00 - 10:15	22	13	12	18	15	10	10	4	8	110	21	12	69	9	
10:15 - 10:30	13	12	12	12	24	14	14	6	15	89	20	4	53	2	
10:30 - 10:45	15	9	10	13	17	10	10	5	11	117	24	12	61	9	
10:45 - 11:00	18	14	14	15	5	15	15	2	5	96	19	7	67	4	
11:00 - 11:15	11	13	11	10	16	12	12	6	6	112	27	11	56	8	
11:15 - 11:30	14	11	12	12	14	12	12	3	11	125	15	8	58	5	
11:30 - 11:45	12	13	12	10	13	10	10	3	17	98	12	8	64	5	
11:45 - 12:00	15	7	8	14	24	12	12	3	14	75	16	14	49	11	
	22	13	12	18	15	10	10	4	8	110	21	12	69	9	

FLUJO PEATONAL (P/H)			
PROLONG. JORE CHAVEZ		AV. HILARIO MENDIVIL	
HORA: 9:30 am - 10:30 am			
LADO (N-S)		LADO (E-O)	
IZQ.	DER.	IZQ.	DER.
155	148	124	98

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 42 Resumen de conteo vehicular, intersección Grifo San Cristóbal

<b>FORMATO DE CONTEO VEHICULAR - CONSOLIDADO DE LA INTERSECCIÓN</b> <b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</b>												
<b>EJE N° 10</b> INTERSECCIÓN: AV. DE LA CULTURA // EJE 10 (GRIFO SANCRISTOBAL)												
RESPONSABLE:						FECHA: 10 JUNIO 2017						
SENTIDO	HACIA EL NORTE		HACIA EL ESTE					HACIA EL OESTE				
	ING. GRIFO		AV. DE LA CULTURA					AV. DE LA CULTURA				
# CARRIL	1	2	3	4	5	6	7	8	9	8	7	6
MOVIMIENTO												
Hora												
9:00 - 9:15	28	5	49	45	68	34	12	20	39	62	28	9
9:15 - 9:30	26	6	48	45	66	33	16	16	39	60	27	12
9:30 - 9:45	49	8	54	49	78	43	14	18	43	72	37	9
9:45 - 10:00	32	6	60	55	81	40	16	24	49	75	34	11
10:00 - 10:15	30	9	57	51	76	36	23	16	45	70	30	18
10:15 - 10:30	39	11	61	56	85	42	15	25	50	79	36	13
10:30 - 10:45	35	9	61	56	86	42	12	16	50	80	36	10
10:45 - 11:00	45	7	65	58	89	45	30	12	52	83	39	24
11:00 - 11:15	43	10	65	61	90	43	18	15	55	84	37	14
11:15 - 11:30	36	9	67	61	92	43	23	15	55	86	37	19
11:30 - 11:45	30	7	57	52	79	38	15	12	46	73	32	11
11:45 - 12:00	34	6	59	54	82	40	14	12	48	76	34	13
	39	11	61	56	85	42	15	25	50	79	36	13

**FLUJO PEATONAL (P/H)**

ING. GRIFO		AV. DE LA CULTURA	
SN. CRIST.		CULTURA	
HORA: 9:30 am - 10:30 am			
LADO (N-S)		LADO (E-O)	
IZQ.	DER.	IZQ.	DER.
185		93	124

Fuente: Elaboración propia.

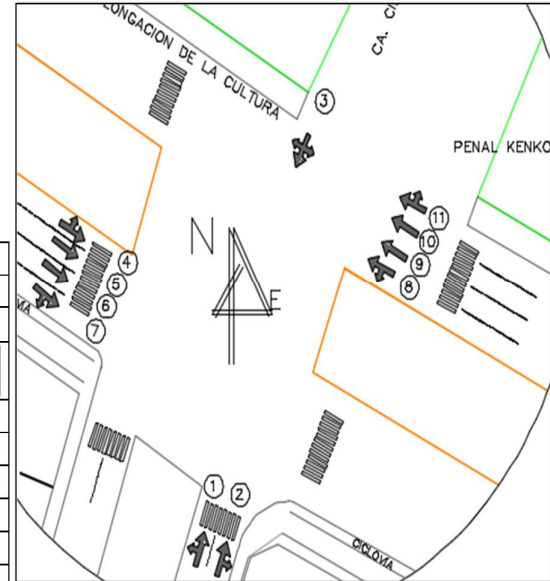


Tabla N° 43 Resumen de conteo vehicular, intersección Penal de Qenqoro

<b>FORMATO DE CONTEO VEHICULAR - CONSOLIDADO DE LA INTERSECCIÓN</b>  <b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</b>  <b>EJE N° 11</b> INTERSECCIÓN: AV. DE LA CULTURA // EJE 11 (PENAL DE QENQORO) RESPONSABLE: _____ FECHA: 10 JUNIO 2017																			
SENTIDO	HACIA EL NORTE				HACIA EL SUR			HACIA EL ESTE					HACIA EL OESTE						
	NOMBRE				CA. CIRO ALEGRIA			AV. DE LA CULTURA					AV. DE LA CULTURA						
# CARRIL	1	2	3		4	5	6	7	8	9	10	11							
MOVIMIENTO																			
Hora																			
9:00 - 9:15	24	3	1	13	3	5	2	6	27	41	56	37	14	19	30	30	45	60	37
9:15 - 9:30	26	1	0	16	4	4	2	7	29	43	60	41	19	26	28	28	42	58	40
9:30 - 9:45	32	2	0	29	6	5	5	7	29	43	61	41	20	30	29	29	45	63	45
9:45 - 10:00	24	1	0	13	3	4	2	9	30	46	61	41	19	30	35	35	53	70	45
10:00 - 10:15	33	1	1	16	6	5	2	6	33	49	68	45	22	25	33	33	51	70	48
10:15 - 10:30	48	0	2	25	5	4	7	9	37	56	71	43	17	40	39	39	58	76	47
10:30 - 10:45	45	0	0	20	3	5	2	11	40	61	79	49	12	24	36	36	55	76	51
10:45 - 11:00	40	2	2	20	8	4	2	10	38	58	74	43	21	40	37	37	56	71	41
11:00 - 11:15	33	0	0	13	5	7	3	9	36	55	70	42	24	28	30	30	46	62	40
11:15 - 11:30	32	2	1	15	4	5	4	8	33	49	66	43	21	24	33	33	50	70	46
11:30 - 11:45	34	2	1	16	4	4	1	8	30	44	59	35	14	28	27	27	41	56	35
11:45 - 12:00	29	2	0	16	4	5	3	7	28	42	54	33	15	32	26	26	39	54	36
	48	0	2	25	5	4	7	9	37	56	71	43	17	40	39	39	58	76	47

FLUJO PEATONAL (P/H)			
ING. GRIFO SN. CRIST.		AV. DE LA CULTURA	
HORA: 9:30 am - 10:30 am			
LADO (N-S)		LADO (E-O)	
IZQ.	DER.	IZQ.	DER.
95	45	96	76



Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 44 Resumen de conteo vehicular, intersección Óvalo Libertadores

<b>FORMATO DE CONTEO VEHICULAR - CONSOLIDADO DE LA INTERSECCIÓN</b> <b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>																	
RESPONSABLE:						FECHA:											
INTERSECCIÓN: ÓVALO LOS LIBERTADORES																	
SENTIDO	HACIA EL NORTE			HACIA EL SUR			HACIA EL ESTE				HACIA EL OESTE						
NOMBRE	AV. VELASCO ASTETE			CALLE QOSQO			AV. 28 JULIO				VIA EXPRESA						
# CARRIL	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12					
MOVIMIENTO																	
Hora																	
9:30 - 9:45	158	93	58	58	115	116	93	145	29	43	61	41	124	5	74	74	109
9:45 - 10:00	162	99	64	64	135	127	94	156	30	46	61	41	127	8	80	80	127
10:00 - 10:15	147	85	48	48	125	103	89	136	33	49	68	45	117	8	70	70	126
10:15 - 10:30	187	77	54	54	122	109	91	115	37	56	71	43	123	7	76	76	111

FLUJO PEATONAL (P/H)			
NORTE - SUR		ESTE - OESTE	
HORA: 9:30 am - 10:30 am			
LADO (N-S)		LADO (E-O)	
IZQ.	DER.	IZQ.	DER.
185	95	93	124

Fuente: Elaboración propia.

**3.8.3.2 Procesamiento de las mediciones de elementos y diseño geométrico de las intersecciones.**

Los datos recabados en campo se ordenaron en las siguientes tablas y se realizó un croquis detallado de cada intersección utilizando el programa AutoCAD, el cual se observa en la parte izquierda de la Tabla N°.

*Tabla N° 45 Resumen de mediciones de elementos y diseño geométrico de la intersección Av. Micaela Bastidas con Av. Anselmo Álvarez*

<b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE ING. CIVIL</b>		ELEMENTOS Y DISEÑO GEOMETRICO						
<b>MEDICIONES GEOMÉTRICAS EN CAMPO</b>		<b>SENTIDO</b>	<b>NUMERO DE CARRIL</b>	<b>ANCHO CARRIL (m)</b>	<b>V. PESADOS (veh)</b>	<b>GIROS IZQ. (veh)</b>	<b>LONGITUD DE COLA (VBH)</b>	<b>TIPO DE LLEGADA</b>
<b>INTERSECCION: AV. MICAELA BASTIDAS // ANSELMO ALVAREZ</b>		<b>NORTE</b>	1	3.91	0%		8	3
		<b>SUR</b>	2	3.5	0%		6	3
		<b>ESTE</b>						
		<b>OESTE</b>	3	4.17	0%		7	3
		<b>OESTE</b>	4	4.15	0%	18	9	3
<b>ACCESO HACIA EL</b>	<b>PENDIENT E (%)</b>	<b>ESTACIONAMIENTO</b>		<b>PARADEROS</b>		<b>FLUJO PEATONAL</b>		
		S o N	Nm	S o N	Autobuses			
<b>NORTE</b>	0.50%	N	0	N	0	146		
<b>SUR</b>	-0.50%	N	0	N	0	115		
<b>ESTE</b>	N	N	0	N	0	116		
<b>OESTE</b>	2.00%	S	12	S	26	135		
<b>ACCESO HACIA EL</b>	<b>MOV.</b>	<b>CICLO SEMAFÓRICO</b>						
		<b>VERDE</b>	<b>AMBAR</b>	<b>ROJO</b>	<b>PERMITIDO</b>	<b>EXCLUSIVO</b>		
<b>NORTE</b>		39	4	37				
<b>SUR</b>		39	4	37				
<b>OESTE</b>		30	4	41	-	-		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 46 Resumen de mediciones de elementos y diseño geométrico de la intersección Av. Huayrupata con Jr. Espinar

		ELEMENTOS Y DISEÑO GEOMÉTRICO						
ACCESO HACIA EL	NUMERO DE CARRIL	ANCHO CARRIL (m)	V. PESADOS (veh)	GIROS IZQ. (veh)	LONGTUD DE COLA (VEH)	TIPO DE LLEGADA		
NORTE	4	4.72	12%		4	3		
	5	4.63	12%		6	3		
SUR	1	4.7	8%		6	3		
	2	0.5	10%		4	3		
ESTE	3	3.5	10%		5	3		
	6	3.01	13%		7	3		
OESTE	7	2.97	13%		8	3		
ACCESO HACIA EL	PENDIENT E (%)	ESTACIONAMIENTO		PARADEROS		FLUJO PEATONAL		
		S o N	Nm	S o N	Autobuses			
NORTE	5.50%	N	0	N	0	136		
SUR	-0.50%	N	0	N	0	125		
ESTE	-1.50%	N	0	S	23	185		
OESTE	1.50%	N	0	S	27	146		
ACCESO HACIA EL	MOV.	CICLO SEMAFÓRICO						
		VERDE	AMBAR	ROJO	PERMITIDO	EXCLUSIV		
NORTE		40	4	40				
SUR		39	4	38				
ESTE		33	4	47	-	-		
OESTE		33	4	48	-	-		



Fuente: Elaboración propia.


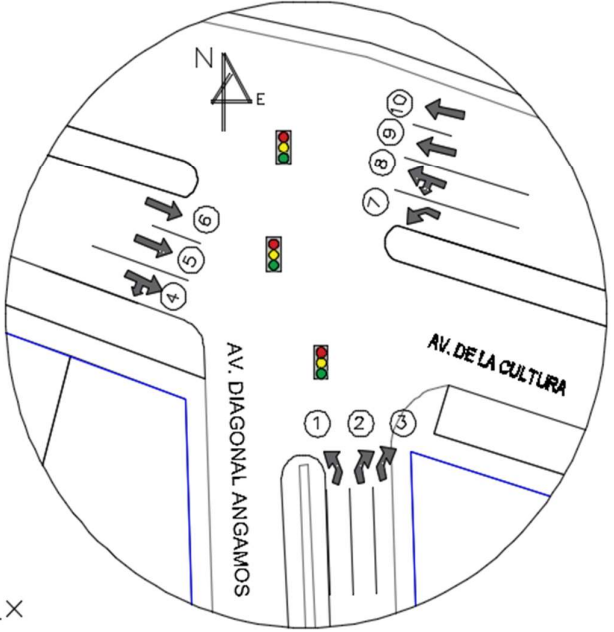
Tabla N° 47 Resumen de mediciones de elementos y diseño geométrico de la intersección Av. Víctor R. Haya con Av. La Cultura

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO		ELEMENTOS Y DISEÑO GEOMÉTRICO						
ESCUELA PROFESIONAL DE ING. CIVIL		ACCESO HACIA EL	NUMERO DE CARRIL	ANCHO CARRIL (m)	V. PESADOS (veh)	GIROS IZQ. (veh)	LONGTUD DE COLA (VEH)	TIPO DE LLEGADA
<b>MEDICIONES GEOMÉTRICAS EN CAMPO</b>		<b>NORTE</b>	1	3	0%		25	3
			2	3	0%		25	3
<b>INTERSECCIÓN: AV. LA CULTURA // AV. VICTOR RAUL Y JR. HNOS AYAR</b>		<b>SUR</b>	3	3.05	0%		15	2
			4	3.05	0%		15	2
		<b>ESTE</b>	5	3.45	0%		14	3
			6	3.5	0%		16	3
			7	3.55	0		15	2
		<b>OESTE</b>	8	3.45	0%		13	3
			9	3.5	0%		17	3
			10	3.55	0%		15	2
ACCESO HACIA EL	PENDIENT E (%)	ESTACIONAMIENTO		PARADEROS		FLUJO PEATONAL		
		S o N	Nm	S o N	Autobuses			
<b>NORTE</b>	0.33%	N	0	N	0	455		
<b>SUR</b>	-0.90%	N	0	N	0	463		
<b>ESTE</b>	-1.05%	S	16	S	0	442		
<b>OESTE</b>	1.05%	N	10	N	49	438		
ACCESO HACIA EL	MOV.	CICLO SEMAFÓRICO						
		VERDE	AMBAR	ROJO	PERMITIDO	EXCLUSIVO		
<b>NORTE</b>	←	41	3	53				
<b>SUR</b>	→	41	3	53				
<b>ESTE</b>	→	44	3	50	-			
<b>OESTE</b>	→	44	3	50	-			

Fuente: Elaboración propia.



Tabla N° 48 Resumen de mediciones de elementos y diseño geométrico de la intersección Av. La Cultura con Diagonal Angamos

		ELEMENTOS Y DISEÑO GEOMÉTRICO								
		ACCESO HACIA EL	NUMERO DE CARRIL	ANCHO CARRIL (m)	V. PESADOS (veh)	GIROS IZQ. (veh)	LONGTUD DE COLA (VBH)	TIPO DE LLEGADA		
<b>MEDICIONES GEOMÉTRICAS EN CAMPO</b>  <b>INTERSECCIÓN: AV. LA CULTURA // DIAGONAL ANGAMOS (PROLONG. HUAYRUROPATA)</b>  		NORTE	1	2.7	0%		10	2		
			2	2.7	0%		10	3		
			3	2.7	0		10	3		
				SUR						
				ESTE	4	3.5	0%		9	3
					5	3.55	0%		11	3
					6	3.45	0		15	2
				OESTE	7	2.75	0%		12	3
					8	2.4	0%		15	3
					9	2.4	0%		5	3
		10	2.75		0		10	3		
ACCESO HACIA EL	PENDIENT E (%)	ESTACIONAMIENTO		PARADEROS		FLUJO PEATONAL				
		S o N	Nm	S o N	Autobuses					
NORTE	3.55%	N	0	N	0	405				
SUR										
ESTE	-1.05%	N	0	N	0	420				
OESTE	1.05%	N	0	S	53	410				
ACCESO HACIA EL	MOV.	CICLO SEMAFÓRICO								
		VERDE	AMBAR	ROJO	PERMITIDO	EXCLUSIVO				
NORTE	→	27	3	51						
	↪					38				
ESTE	→	45	3	71	-	-				
	↪	33	3	83	-	-				
OESTE	↪	45	-	-	-	33				
	→	79	-	40						

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 49 Resumen de mediciones de elementos y diseño geométrico de la intersección Hilario Mendivil

<b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE ING. CIVIL</b>		ELEMENTOS Y DISEÑO GEOMÉTRICO						
<b>MEDICIONES GEOMÉTRICAS EN CAMPO</b>		ACCESO HACIA EL	NUMERO DE CARRIL	ANCHO CARRIL (m)	V. PESADOS (veh)	GIROS IZQ. (veh)	LONGTUD DE COLA (VEH)	TIPO DE LLEGADA
		NORTE	1	3.81	20%		7	3
<b>INTERSECCIÓN: AV. HILARIO MENDIVIL // INGRESO VIA DE EVITAMIENTO</b>		SUR	2	3.84	0%		0	3
		ESTE	3	3.64	0.17		9	3
		ESTE	4	3.55	17%		4	3
		OESTE	5	3.5	15%		7	3
		ACCESO HACIA EL	PENDIENT E (%)	ESTACIONAMIENTO		PARADEROS		FLUJO PEATONAL
				S o N	Nm	S o N	Autobuses	
		NORTE	0.50%	S	5	N	0	85
		SUR	-0.50%	S	7	N	0	95
		ESTE	-1.00%	N	0	N	0	45
		OESTE	1.00%	N	0	N	0	74
		ACCESO HACIA EL	MOV.	CICLO SEMAFÓRICO				
				VERDE	AMBAR	ROJO	PERMITIDO	EXCLUSIVO
		NORTE		50	4	43		
		SUR		50	4	43		
		ESTE		35	4	58	-	-
		OESTE		35	4	58	-	-

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 50 Resumen de mediciones de elementos y diseño geométrico de la intersección Av. Cusco con Tomas Tuyro Túpac

<b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE ING. CIVIL</b>		ELEMENTOS Y DISEÑO GEOMÉTRICO					
<b>MEDICIONES GEOMÉTRICAS EN CAMPO</b>	<b>NORTE</b>	1	2.98	37%		3	3
		2	3.05	37%		5	
	<b>SUR</b>	3	3.3	27%		2	3
		4	3.35	27%		5	3
	<b>ESTE</b>	5	3.8	0.18		11	3
<b>OESTE</b>	6	4.22	12%		4	3	
<b>INTERSECCIÓN: AV. CUSCO // AV. TOMAS TUYRO TUPAC</b>							
<b>ACCESO HACIA EL</b>	<b>PENDIENTE (%)</b>	<b>ESTACIONAMIENTO</b>		<b>PARADEROS</b>		<b>FLUJO PEATONAL</b>	
		S o N	Nm	S o N	Autobuses		
<b>NORTE</b>	-8.00%	N	0	N	0		
<b>SUR</b>	3.00%	N	0	N	0		
<b>ESTE</b>	-3.00%	S	12	N	0		
<b>OESTE</b>	3.00%	N	0	N	0		
<b>ACCESO HACIA EL</b>	<b>MOV.</b>	<b>CICLO SEMAFÓRICO</b>					
		<b>VERDE</b>	<b>AMBAR</b>	<b>ROJO</b>	<b>PERMITIDO</b>	<b>EXCLUSIVO</b>	
<b>NORTE</b>		25	4	41			
<b>SUR</b>		25	4	41			
<b>ESTE</b>		35	4	32	-	-	
<b>OESTE</b>		35	4	32	-	-	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 51 Resumen de mediciones de elementos y diseño geométrico de la intersección Grifo San Cristóbal

<b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE ING. CIVIL</b>		ELEMENTOS Y DISEÑO GEOMÉTRICO						
<b>MEDICIONES GEOMÉTRICAS EN CAMPO</b>  <b>INTERSECCIÓN: AV. LA CULTURA // INGRESO GRIFO SAN CRISTOBAL</b>		ACCESO HACIA EL	NUMERO DE CARRIL	ANCHO CARRIL (m)	V. PESADOS (veh)	GIROS IZQ. (veh)	LONGITUD DE COLA (VBH)	TIPO DE LLEGADA
		<b>NORTE</b>	1	3.01	38%		6	3
		<b>SUR</b>						
		<b>ESTE</b>	2	3	30%		6	3
			3	3	30%		5	3
			4	3	30%		3	3
			5	4.06	30%		5	3
		<b>OESTE</b>	6	3	31%		6	3
			7	3	31%		5	3
			8	3	31%		3	3
			9	3.53	31%		4	3
ACCESO HACIA EL	PENDIENT E (%)	ESTACIONAMIENTO		PARADEROS		FLUJO PEATONAL		
<b>NORTE</b>	10.00%	S o N	Nm	S o N	Autobuses	185		
<b>SUR</b>		N	0	N	0			
<b>ESTE</b>	-1.50%	N	0	S	38	93		
<b>OESTE</b>	1.50%	N	0	S	29	124		
ACCESO HACIA EL	MOV.	CICLO SEMAFÓRICO						
		VERDE	AMBAR	ROJO	PERMITIDO	EXCLUSIVO		
<b>NORTE</b>		32	4	56				
<b>ESTE</b>		50	4	28	-	-		
<b>OESTE</b>		50	4	28	-	-		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 52 Resumen de mediciones de elementos y diseño geométrico de la intersección Penal de Qenqoro

 <b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE ING. CIVIL</b>		CONDICIONES GEOMÉTRICAS Y DE CIRCULACION						
		ACCESO HACIA EL	NUMERO DE CARRIL	ANCHO CARRIL (m)	V. PESADOS (veh)	GIROS IZQ. (veh)	LONGTUD DE COLA (VEH)	TIPO DE LLEGADA
<b>MEDICIONES GEOMÉTRICAS EN CAMPO</b>		<b>NORTE</b>	1	3.7	26%		4	3
			2	3.7	26%		2	
		<b>SUR</b>	3	14	25%		0	
			4	3	36%		6	3
		<b>ESTE</b>	5	3	36%		6	3
			6	3	36%		3	3
			7	3.38	36%		4	3
		<b>OESTE</b>	8	3	29%		5	3
			9	3	29%		3	3
			10	3	29%		4	3
			11	3.4	29%		2	3
<b>INTERSECCIÓN: AV. LA CULTURA // INGRESO PENAL DE QENQORO</b>		ACCESO HACIA EL	PENDIENT E (%)	ESTACIONAMIENTO		PARADEROS		FLUJO PEATONAL
				S o N	Nm	S o N	Autobuses	
		<b>NORTE</b>	7.50%	N	0	N	0	95
		<b>SUR</b>	-3.50%	N	0	N	0	45
		<b>ESTE</b>	-2.50%	N	0	S	25	96
<b>OESTE</b>	2.50%	N	0	N	0	76		
<b>ACCESO HACIA EL</b>		<b>MOV.</b>	<b>CICLO SEMAFÓRICO</b>					
			VERDE	AMBAR	ROJO	PERMITIDO	EXCLUSIV	
		<b>NORTE</b>		20	4	57		
		<b>SUR</b>		20	4	57		
		<b>ESTE</b>		54	4	23	-	-
		<b>OESTE</b>		24	4	23	-	-

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 53 Resumen de mediciones de elementos y diseño geométrico de la intersección Óvalo Libertadores

<b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE ING. CIVIL</b>		ELEMENTOS Y DISEÑO GEOMÉTRICO												
		ACCESO HACIA EL	NUMERO DE CARRIL	ANCHO CARRIL (m)	V. PESADOS (veh)	GIROS IZQ. (veh)	LONGITUD DE COLA (VEH)	TIPO DE LLEGADA						
<b>MEDICIONES GEOMÉTRICAS EN CAMPO</b>														
								<b>INTERSECCIÓN: ÓVALO LOS LIBERTADORES</b>						
								<b>NORTE</b>	1	3.3	4%		30	3
									2	3.5	3%		25	3
									3	3.3	5%		28	3
								<b>SUR</b>	4	3.4	3%		15	3
									5	3.5	4%		14	3
									6	3.45	8%		8	3
								<b>ESTE</b>	7	3.3	5%		7	3
									8	3.5	9%		4	3
									9	3.3	4%		6	3
								<b>OESTE</b>	10	3.4	3%		5	3
11	3.5	6%		4	3									
12	3.45	3%		0	3									
ACCESO HACIA EL	PENDIENT E (%)	ESTACIONAMIENTO		PARADEROS		FLUJO PEATONAL								
		S o N	Nm	S o N	Autobuses									
<b>NORTE</b>	2%	N	0	N	0	185								
<b>SUR</b>	2%	N	0	N	0	95								
<b>ESTE</b>	2%	N	0	N	0	93								
<b>OESTE</b>	2%	N	0	N	0	124								
ACCESO HACIA EL	MOV.	CICLO SEMAFÓRICO												
		VERDE	AMBAR	ROJO	PERMITIDO	EXCLUSIVO								
<b>NORTE</b>		30	3.00	45										
<b>SUR</b>		35	3.00	54										
<b>ESTE</b>		38	3.00	45	-	-								
<b>OESTE</b>		25	3.00	55	-	-								

Fuente: Elaboración propia.

### 3.8.3.3 Proceso de cálculo

Una vez definidos los flujos vehiculares y las características del diseño geométrico y los elementos de las intersecciones, se procede a realizar el análisis del HCM 2010 para lo cual se ejemplifica la intersección de Av. Micaela Bastidas con Av. Anselmo Alvares. Como se detalla a continuación.

#### 9° Determinar Grupos de Movimiento y Grupos de Carril

En las avenidas motivo de estudio, los carriles pueden tener tres direcciones, las cuales vienen a ser Recto (R ), Derecha (D) e Izquierda (I), y pueden ser de uso exclusivo o de uso compartido. En este caso en la Figura N° 38 podemos observar que el carril n° 3 tiene un uso exclusivo de giro a la izquierda mientras que los demás carriles no, también se aprecia que todos son carriles compartidos, es decir que tienen dos o más direcciones.

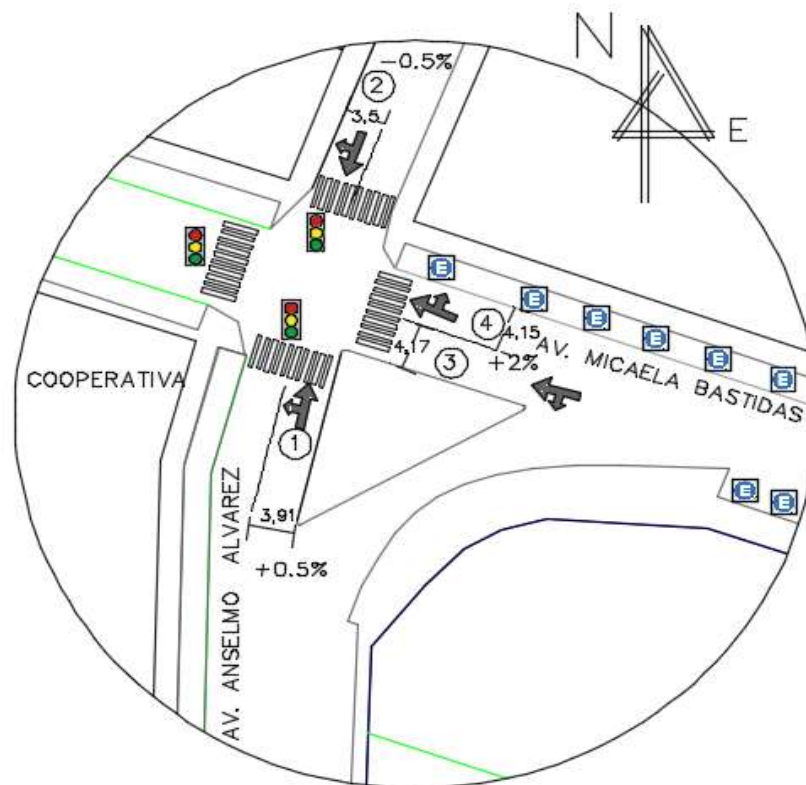


Figura N° 38 Direcciones por carril de la Intersección Av. Micaela Bastidas con Av. Anselmo Álvarez

Fuente: Elaboración propia.

Una vez definidas las características de los carriles se define el grupo de movimiento usando la Tabla N° 54 de grupos de carril típicos.

Tabla N° 54 Grupos de carril típicos de análisis

NUMERO DE CARRILES	MOVIMIENTO POR CARRIL	GRUPOS DE MOVIMIENTO (GM)	GRUPOS DE CARRIL (GC)
1	IZQ+REC+DER	MG 1:	LG1:
2	IZQ.EXCLUSIVA	MG 1:	LG1:
	REC+DER	MG 2:	LG2:
2	IZQ+REC	MG 1:	LG1:
	REC+DER		LG2:
3	IZQ EXCLUSIVA	MG 1:	LG1:
	IZQ EXCLUSIVA		
	RECTO	MG 2:	LG2:
	RECTO		
	REC+DER		LG3:

Fuente: Highway Capacity Manual (HCM 2010) TRB – Adaptación propia.

Con estos parámetros se definen los grupos de movimiento y carril de la intersección de Av. Micaela Bastidas con Av. Anselmo Alvares como se observa en la Tabla N°55.

Tabla N° 55 Grupos de movimiento y carril de la intersección Av. Micaela Bastidas con Av. Anselmo Álvarez

GRUPOS DE MOVIMIENTO Y GRUPOS DE CARRIL						
Sentido	# de carril	carril exclusivo	carril compartido	tipo de movimiento	Grupo de Movimiento	Grupo de Carril
HACIA EL NORTE	1	no	si	I+R	I+R	I+R
HACIA EL SUR	2	no	si	R+D	R+D	R+D
HACIA EL OESTE	3	si	si	I+R	I+D+R	I+R
HACIA EL OESTE	4	no	si	R+D		R+D

Fuente: Elaboración propia.

### 10° Determinar la Tasa de Flujo de los Grupos de Movimiento

Esta tasa de flujo se determina al sumar los volúmenes vehiculares de cada carril de acuerdo los conteos vehiculares adjuntados previamente y se coloca el volumen



vehicular correspondiente a cada dirección en cada sentido y carril, como se observa en la Tabla N°56.

*Tabla N° 56 Tasa de flujo por grupo de movimiento de la intersección Av. Micaela Bastidas con Av. Anselmo Álvarez*

TASA DE FLUJO DE GRUPO DE MOVIMIENTO				
Aproximación	# de carril	Conteos Vehiculares		
		Izquierda (veh)	Recto (veh)	Derecha (veh)
HACIA EL NORTE	1	68	52	
HACIA EL SUR	2		76	34
HACIA EL OESTE	3	60	19	
HACIA EL OESTE	4		53	78

Fuente: Elaboración propia.

### 11° Determinar la Tasa de Flujo de los Grupos de Carriles

Esta tasa se calcula sumando los flujos correspondientes a cada grupo de movimiento. Para la Aproximación “Hacia el Norte” se tiene un grupo de movimiento “recto + izquierda”, con volúmenes vehiculares de 52 y 68 vehículos respectivamente. Entonces el flujo del grupo de movimiento será la suma de ambos volúmenes dividida entre el número de carriles, de acuerdo a la fórmula:

*Ecuación 12 Demanda promedio de la tasa de flujo por carril*

$$V_{app} = \frac{v_{lt} + v_{th} + v_{rt}}{N_{sl} + N_t + N_{sr}}$$

Donde:

- $V_{app}$  = demanda promedio de la tasa de flujo por carril de paso veh/ h/ carril
- $V_{lt}$  = tasa de flujo del giro a la izquierda (veh/h)
- $V_{th}$  = tasa de flujo del movimiento recto (veh/h)
- $V_{rt}$  = tasa de flujo del giro a la derecha (veh/h)
- $N_{sl}$  = número de carriles en el grupo de carril compartido de giro a la izquierda y movimiento recto
- $N_t$  = número de carriles en el grupo de carril recto (veh/h)
- $N_{sr}$  = número de carriles en el grupo de carril compartido de giro a la derecha y movimiento recto (veh/h) (TBR, 2010)

Dando un total de 120 vehículos divididos en un solo carril.

Para la Aproximación “Hacia el sur” se tiene un grupo de movimiento “recto + derecha”, con volúmenes vehiculares de 76 y 34, entonces el flujo del grupo será 110 vehículos. Mientras que en la aproximación Oeste existen dos carriles, siendo cada uno compartido se aplica la misma fórmula obteniéndose los resultados mostrados en las siguientes tablas.

*Tabla N° 57 Tasa de flujo por grupo carril de la intersección Micaela Bastidas con Av. Anselmo Álvarez*

TASA DE FLUJO DE GRUPO DE CARRIL									
ACCESO	N° Carril	CONTEOS VEHICULARES (Veh)			TOTAL	FLUJO DEL GRUPO DE MOVIMIENTO	GRUPOS DE MOVIMIENTO	FLUJO DEL GRUPO CARRIL	GRUPO CARRIL
		IZQ	REC	DER					
HACIA EL NORTE	1	68	52		120	120	I+R	120	I+R
HACIA EL SUR	2		76	34	110	110	R+D	110	R+D
HACIA EL OESTE	3	60	19		79	210	I+D+R	79	I+R
HACIA EL OESTE	4		53	78	131			131	R+D

Fuente: Elaboración propia.

*Tabla N° 58 Tasa de flujo por grupo carril de la intersección Huayruropata con Jr. Espinar*

ACCESO	N° Carril	CONTEOS VEHICULARES (Veh)			TOTAL	FLUJO DEL GRUPO DE MOVIMIENTO	GRUPOS DE MOVIMIENTO	FLUJO DEL GRUPO CARRIL	GRUPO CARRIL
		IZQ	REC	DER					
HACIA EL NORTE	4	19			19	191	I+D+R	19	I
HACIA EL NORTE	5		117	55	172			172	R+D
HACIA EL SUR	1			136	136	136	D	136	D
HACIA EL ESTE	2	50	46		96	96	I	96	I+R
HACIA EL ESTE	3		106		106	106	R	106	R
HACIA EL OESTE	6		126		126	212	R+D	126	R
HACIA EL OESTE	7		54	32	86			43	R+D

Fuente: Elaboración propia.

*Tabla N° 59 Tasa de flujo por grupo carril de la intersección Av. Víctor R. Haya con Av. La Cultura*

ACCESO	N° Carril	CONTEOS VEHICULARES (Veh)			TOTAL	FLUJO DEL GRUPO DE MOVIMIENTO	GRUPOS DE MOVIMIENTO	FLUJO DEL GRUPO CARRIL	GRUPO CARRIL
		IZQ	REC	DER					
HACIA EL NORTE	1	40	67		107	165	I+R+D	107	I+R
HACIA EL NORTE	2			58	58			58	D
HACIA EL SUR	3	13	39		52	134	I+R+D	52	I+R
HACIA EL SUR	4		67	15	82			82	D
HACIA EL ESTE	5	0	197		197	588	R+D	425	R
HACIA EL ESTE	6		228		228			54	R+D
HACIA EL ESTE	7		98	65	163			163	R
HACIA EL OESTE	8		188		188	516	R+D	383	R
HACIA EL OESTE	9		195		195			44	R+D
HACIA EL OESTE	10		37	96	133			133	R+D

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 60 Tasa de flujo por grupo carril de la intersección Av. La Cultura con Diagonal Angamos

ACCESO	N° Carril	CONTEOS VEHICULARES (Veh)			TOTAL	FLUJO DEL GRUPO DE MOVIMIENTO	GRUPOS DE MOVIMIENTO	FLUJO DEL GRUPO CARRIL	GRUPO CARRIL
		IZQ	REC	DER					
HACIA EL NORTE	1	84			84	84	I	84	I
HACIA EL NORTE	2	25		87	112	112	I+D	112	I+D
HACIA EL NORTE	3			122	122	122	D	122	D
HACIA EL ESTE	4		185		185	543	R+D	333	R
HACIA EL ESTE	5		148		148				
HACIA EL ESTE	6		128	82	210			70	R+D
HACIA EL OESTE	7	118			118	118	I	118	I
HACIA EL OESTE	8	82	69		151	151	I+R	50	I+R
HACIA EL OESTE	9		257		257	415	R	415	R
HACIA EL OESTE	10		158		158				

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 61 Tasa de flujo por grupo carril de la intersección Hilario Mendivil

ACCESO	N° Carril	CONTEOS VEHICULARES (Veh)			TOTAL	FLUJO DEL GRUPO DE MOVIMIENTO	GRUPOS DE MOVIMIENTO	FLUJO DEL GRUPO CARRIL	GRUPO CARRIL
		IZQ	REC	DER					
HACIA EL NORTE	1	203	1	5	209	209	I+D+R	209	I+D+R
HACIA EL SUR	2		1	4	5	5	I+D+R	5	I+D+R
HACIA EL ESTE	3		124	53	177	386	R+D	89	R+D
HACIA EL ESTE	4			209	209			209	D
HACIA EL OESTE	5	1	119	2	122	122	I+D+R	122	I+D+R

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 62 Tasa de flujo por grupo carril de la intersección Av. Cusco con Av. Tomas Tuyo Túpac

ACCESO	N° Carril	CONTEOS VEHICULARES (Veh)			TOTAL	FLUJO DEL GRUPO DE MOVIMIENTO	GRUPOS DE MOVIMIENTO	FLUJO DEL GRUPO CARRIL	GRUPO CARRIL
		IZQ	REC	DER					
HACIA EL NORTE	1	22	13		35	65	I+D+R	18	I+R
HACIA EL NORTE	2		12	18	30			15	R+D
HACIA EL SUR	3	15	10		25	39	I+D+R	13	R+D
HACIA EL SUR	4		10	4	14			7	R+H
HACIA EL ESTE	5	8	110	21	139	139	I+D+R	139	I+D+R
HACIA EL OESTE	6	12	69	9	90	90	I+D+R	90	I+D+R

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 63 Tasa de flujo por grupo carril de la intersección Grifo San Cristóbal

TASA DE FLUJO DE GRUPO DE CARRIL									
ACCESO	N° Carril	CONTEOS VEHICULARES (Veh)			TOTAL	FLUJO DEL GRUPO DE MOVIMIENTO	GRUPOS DE MOVIMIENTO	FLUJO DEL GRUPO CARRIL	GRUPO CARRIL
		IZQ	REC	DER					
HACIA EL NORTE	1	39		11	50	50	I+D+R	11	I+D+R
HACIA EL ESTE	2		61		61	117	R+D	202	R
HACIA EL ESTE	3		56		56				R
HACIA EL ESTE	4		85		85			R	
HACIA EL ESTE	5		42	15	57	203	I+R	19	R+D
HACIA EL OESTE	6	25	50		75			75	I+R
HACIA EL OESTE	7		79		79	128	I+R	128	R
HACIA EL OESTE	8		36		36				R
HACIA EL OESTE	9		13		13			R	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 64 Tasa de flujo por grupo carril de la intersección Penal de Qenqoro

TASA DE FLUJO DE GRUPO DE CARRIL									
ACCESO	N° Carril	CONTEOS VEHICULARES (Veh)			TOTAL	FLUJO DEL GRUPO DE MOVIMIENTO	GRUPOS DE MOVIMIENTO	FLUJO DEL GRUPO CARRIL	GRUPO CARRIL
		IZQ	REC	DER					
HACIA EL NORTE	1	48	0		48	75	I+D+R	48	I+R
HACIA EL NORTE	2		2	25	27			27	R+D
HACIA EL SUR	3	5	4	7	16	16	I+D+R	7	I+D+R
HACIA EL ESTE	4	9	37		46	233	I+D+R	15	I+R
HACIA EL ESTE	5		56		56			127	R
HACIA EL ESTE	6		71		71				R
HACIA EL ESTE	7		43	17	60			20	R+D
HACIA EL OESTE	8	40	39		79	299	I+D+R	26	I+R
HACIA EL OESTE	9		39		39			97	R
HACIA EL OESTE	10		58		58				R
HACIA EL OESTE	11		76	47	123			41	R+D

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 65 Ajuste de flujo horario de la intersección Óvalo Libertadores

ACCESO	N° Carril	CONTEOS VEHICULARES (Veh)			TOTAL	FLUJO DEL GRUPO DE MOVIMIENTO	GRUPOS DE MOVIMIENTO	FLUJO DEL GRUPO CARRIL	GRUPO CARRIL
		IZQ	REC	DER					
HACIA EL NORTE	1		324		324	777	R+D	324	R
HACIA EL NORTE	2		198	127	325			163	R+D
HACIA EL NORTE	3			127	127			127	D
HACIA EL SUR	4		255	270	525	713	R+D	262	R+D
HACIA EL SUR	5		188		188			188	R
HACIA EL ESTE	6	312	60		372	372	I+R	232	I+R
HACIA EL ESTE	7		92		92	92	R	92	R
HACIA EL ESTE	8		122		122	459	R+D	122	R
HACIA EL ESTE	9		82	255	337			168	R+D
HACIA EL OESTE	10	16	159		175	175	I+R	88	I+R
HACIA EL OESTE	11		159		159	414	R+D	159	R
HACIA EL OESTE	12			255	255			255	D

Fuente: Elaboración propia.

Nótese que en el caso de la intersección del Ovalo Libertadores el cálculo es de menor precisión tomando volúmenes de acuerdo solo a los sentidos que ejecutan y no a específicamente por cada carril, esto debido a que esta intersección no forma parte de ninguno de los ejes motivo de estudio por lo que es un cálculo auxiliar y que no requiere de mucha precisión.

**12° Determinar la Tasa de Flujo de Saturación Ajustada**

Esta tasa requiere del cálculo de muchos factores que conforman la ecuación:

$$S = S_o * F_w * F_{hv} * F_g * F_p * F_{bb} * F_a * F_{lu} * F_{lt} * F_{rt} * F_{lpb} * F_{rpb}$$



Dónde:

- $S$  = tasa de flujo de saturación ajustada (veh/h/carril),
- $S_o$  = tasa de flujo de saturación bases (pc/h/carril),
- $F_w$  = factor de ajuste de ancho de carril
- $F_{hv}$  = factor de ajuste para vehículos pesados en el flujo de tráfico
- $F_g$  = factor de ajuste para el grado de aproximación
- $F_p$  = factor de ajuste por la existencia de un carril de estacionamiento y la actividad de aparcamiento adyacente al grupo de carril,
- $F_{bb}$  = factor de ajuste para bloquear el efecto de los autobuses locales que paran dentro del área de intersección
- $F_a$  = factor de ajuste para el tipo de zona
- $F_{lu}$  = factor de ajuste para la utilización de carril
- $F_{lt}$  = factor de ajuste para la presencia de vehículos que giran a la izquierda en un grupo de carril
- $F_{rt}$  = factor de ajuste para la presencia de vehículos que giran a la derecha en un grupo de carril,
- $F_{Lpb}$  = factor de ajuste de peatones para los grupos de giro izquierda
- $F_{Rpb}$  = factor de ajuste para los peatones y bicicletas para grupos que giran a la derecha.

(TBR, 2010)

El cálculo de cada uno de estos factores se detalla a continuación:

✓ **Tasa de flujo de saturación bases**

Es la tasa de flujo media esperada para un carril de comportamiento y movimiento recto que tiene características geométricas y de flujo que corresponden a un valor de 1,0 para cada factor de ajuste, la cual de acuerdo al HCM 2010, viene a ser de 1900 veh/h. (TBR, 2010).

✓ **Factor de ajuste de ancho de carril**

Ya que los datos geométricos fueron recolectados la unidad de medida de metros, será necesario convertirlo a pies para poder usar la siguiente Tabla N°.

Tabla N° 66 Factor de ajuste por ancho de carril

ANCHO DE LONGITUD PROMEDIO (ft)	ANCHO DE LONGITUD PROMEDIO (m)	FACTOR DE AJUSTE (Fw)
< 10.0	< 3.05	0.96
>= 10.0 - 12.9	>= 3.05 - 3.93	1
> 12.9	> 3.93	1.04

Nota: Los factores aplican para longitudes de 8 pies o más.

Fuente. HIGHWAY CAPACITY MANUAL (HCM 2010). (TBR, 2010)

✓ **Factor de ajuste para vehículos pesados en el flujo de tráfico**

Aplica a esta intersección por el área adicional que ocupan los vehículos pesados, que de acuerdo a la metodología corresponden solo a los vehículo de 3 o más ejes, y marcan variación en sus capacidades de funcionamiento, en comparación con los autos de pasajeros y se calcula con la siguiente igualdad:

*Ecuación 13 Factor de ajuste para vehículos pesados*

$$F_{hv} = \frac{100}{100 + Phv(E_T - 1)}$$

- Phv= porcentaje de vehículos pesados (%)
- ET= numero equivalente del vehículo pesado, = 2.0

Fuente. HIGHWAY CAPACITY MANUAL (HCM 2010). (TBR, 2010)

✓ **Factor de ajuste por inclinación de acceso**

Este factor se calcula para esta intersección debido a la variación que genera la pendiente de un determinado acceso en el rendimiento de los vehículos y se calcula con la siguiente fórmula:

*Ecuación 14 Factor de ajuste por pendiente de acceso*

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

Pg = grado de aproximación correspondiente al grupo de movimiento, rango de pendiente de -6% a 10%

Fuente. HIGHWAY CAPACITY MANUAL (HCM 2010). (TBR, 2010)

✓ **Factor de ajuste por la existencia estacionamientos**

Este factor se aplica en esta intersección debido a la presencia de estacionamientos adyacentes a sus accesos, estando presentes en ambos lados del ingreso en dirección oeste. Para calcularlo se usó la siguiente igualdad:

*Ecuación 15 Factor de ajuste por existencia de estacionamientos*

$$F_p = \frac{N - 0.1 - \frac{18Nm}{3600}}{N} \geq 0.05$$

- Nm= número de maniobras por hora en el estacionamiento.
- N= número de carriles en el grupo carril.

Fuente. HIGHWAY CAPACITY MANUAL (HCM 2010). (TBR, 2010)

✓ **Factor de ajuste por bloqueo de buses en paraderos**

Esta intersección incluye un paradero en su diseño geométrico, ubicado en el acceso con dirección oeste por lo que este factor se halla con la siguiente fórmula:

*Ecuación 16 Factor de ajuste por bloqueo en paraderos de buses*

$$F_{bb} = \frac{N - \frac{14.4Nb}{3600}}{N} \geq 0.05$$

- Nb= cantidad de paradas de buses en el paradero presente en el acceso
- N= número de carriles en el grupo carril.

Fuente. HIGHWAY CAPACITY MANUAL (HCM 2010). (TBR, 2010)

Todos estos factores son calculados para cada uno de los accesos y respectivos carriles en la intersección ejemplificada lo cual se aprecia en la Tabla N° 67.

Tabla N° 67 Cálculo de factores de ajuste por vehículos pesados, pendiente, presencia de estacionamientos y bloqueo de buses de la intersección Av. Micaela Bastidas con Av. Anselmo Álvarez

ACCESO	N° de carril	FACTOR DE ANCHO DE CARRIL			FACTOR DE AJUSTE POR VEHICULOS PESADOS		FACTOR DE AJUSTE POR PENDIENTE		FACTOR DE AJUSTE POR PRESENCIA DE ESTACIONAMIENTOS		FACTOR DE AJUSTE POR BLOQUEO DE BUSES	
		ANCHO (m)	ANCHO (ft)	FW	% VEH PESADOS	FHW	PEND.	Fg	NUMERO DE MANIOBRAS	fp	NUMERO DE BLOQUEOS	ftb
HACIA EL NORTE	1	3.91	12.83	1	0%	1.000	0.50	1.00	0	1.00	0	1.00
HACIA EL SUR	2	3.5	11.48	1	0%	1.000	-0.50	1.00	0	1.00	0	1.00
HACIA EL OESTE	3	4.17	13.68	1.04	0%	1.000	2.00	0.99	12	0.84	0	1.00
HACIA EL OESTE	4	4.15	13.62	1.04	0%	1.000		0.99	12	0.84	26	0.90

Fuente: Elaboración propia.

✓ **Factor de ajuste para el tipo de zona**

Para esta intersección este factor es 0.9, debido a que se ubica dentro de un área urbana y comercial en la ciudad del Cusco, lo mismo ocurre en todas las intersecciones que se analizan. Según el HCM 2010 a este tipo de ubicación se le conoce como Central Business District (CBD).

✓ **Factor de ajuste para la utilización de carril**

A todas las intersecciones se les asigna un factor de 1, debido a que cada uno de los carriles de los accesos se analiza de manera separada y específica, contando también con la presencia de carriles compartidos.

✓ **Factor de ajuste para la presencia de vehículos que giran a la izquierda en un grupo de carril**

En esta intersección es evidente la existencia de giros a la izquierda en este caso en el acceso en dirección oeste el cual tiene un pseudo-carril exclusivo, separado de la intersección semaforizada por una isla, por esto se procede a calcular los giros hacia la izquierda, siendo necesario tener en primer lugar la proporción de la cantidad de los vehículos que hacen estos giros por carril. Luego se calcula la Tasa de saturación del giro a la izquierda ( $S_p$ ), razón que obedece a la siguiente igualdad:

Ecuación 17 Tasa de flujo de saturación por giro a la izquierda

$$S_p = \frac{v_0 e^{-v_0 t c g} / 3600}{1 - e^{-v_0 t f} / 3600}$$