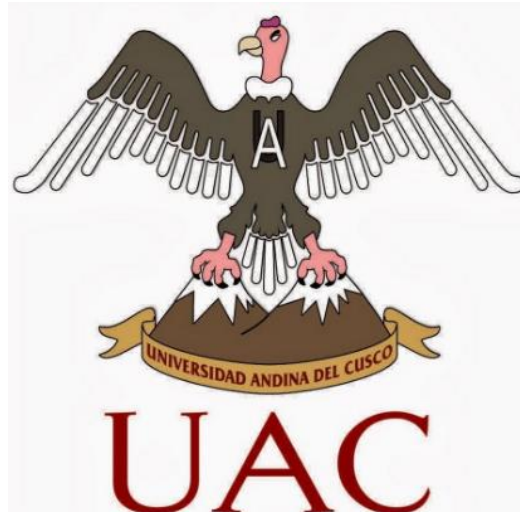




UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

“ANÁLISIS DEL NIVEL DE SERVICIO PEATONAL DE LOS SEGMENTOS URBANOS E INTERSECCIONES SEMAFORIZADAS UBICADOS EN LAS CALLES DE SANTA CLARA, PLAZA SAN FRANCISCO, MARQUEZ, MANTAS, SUNTURWASI Y HATUNRUMIYOC DE LA CIUDAD DEL CUSCO, APLICANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 EN EL AÑO 2019”

Presentado por:

Br. Julio César Sierra Quispe.

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil

Asesor:

MSc. Ing. Jean Fernando Perez Montesinos

Cusco – Perú

2022



DEDICATORIA

A Dios

Por darme energía para avanzar y nunca retroceder.

A mis padres Benito y Luisa

Por darme la vida, por su apoyo durante el desarrollo de mi carrera y por ser parte de este logro en mi vida profesional.

A mis hermanas Rosa, Rosario y Monica

Por su compañía y tolerancia.

A mi amiga Edith Andrea

Por motivarme a seguir adelante en los momentos más difíciles de mi vida.

QUE DIOS LOS BENDIGA A TODOS



AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios, por darme valor para enfrentar las vicisitudes de la vida con valentía y esperanza, por darme dos padres maravillosos que siempre me apoyaron en mis estudios.

A mi asesor, el MSc. Ing. Jean Fernando Perez Montesinos, por asesorar, revisar y orientarme en la elaboración de este trabajo.

A mi padre, Benito Sierra Layme, por su comprensión y sus palabras de apoyo durante el desarrollo del presente trabajo.

A mi madre, Luisa Quispe Quispe, por sus buenos deseos, su exigencia y paciencia para la culminación de esta tesis.

Muchas gracias a todos.



RESUMEN

El nombre del actual trabajo de investigación es: “ANÁLISIS DEL NIVEL DE SERVICIO PEATONAL DE LOS SEGMENTOS URBANOS E INTERSECCIONES SEMAFORIZADAS UBICADOS EN LAS CALLES DE SANTA CLARA, PLAZA SAN FRANCISCO, MARQUEZ, MANTAS, SUNTURWASI Y HATUNRUMIYOC DE LA CIUDAD DEL CUSCO, APLICANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 EN EL AÑO 2019”. La zona de estudio es densamente transitada por vehículos y peatones, esta zona presenta atractivos turísticos, locales comerciales, residenciales y de diversión, las veredas tienen anchos reducidos. Por lo que se requiere una infraestructura peatonal que brinde buena calidad de servicio principalmente a los peatones más vulnerables (ancianos, niños, etc.). Esta tesis se desarrolló utilizando la metodología del Highway Capacity Manual 2010 y 2016 y la metodología extraída del libro de Ingeniería de tránsito de Rafael Cal y Mayor, R., & James, Cárdenas G., para analizar el nivel de servicio peatonal en segmentos urbanos e intersecciones semaforizadas según las características dimensionales y volumen de tráfico. La actual investigación tiene un enfoque cuantitativo, alcance descriptivo, diseño no experimental y método hipotético-deductivo. Esta investigación utilizó instrumentos como: encuestas, fichas para el conteo peatonal y vehicular, fichas para el ingreso de elementos de entrada en segmentos urbanos, fichas para registrar velocidades de punto, videograbaciones, aplicaciones para celular, AutoCAD, odómetro, etc.

Desarrollado el trabajo, se concluyó que los pasos peatonales de las intersecciones semaforizadas tienen un nivel de servicio peatonal “A”, “B” y “C”, esto quiere decir que las intersecciones brindan un servicio de calidad moderada aunque existen dificultades para peatones con movilidad reducida (PMR), los segmentos urbanos tienen nivel de servicio peatonal “D”, “E” y “F”, por tener un ancho de vereda sumamente reducido debido principalmente a la presencia de objetos fijos, la velocidad vehicular percentil 85 efectivamente es menor a la velocidad máxima límite de la zona de estudio (30 Km/h), el tiempo de movimiento vehicular es directamente proporcional a la longitud del segmento urbano y en todos los segmentos urbanos de la zona de estudio el porcentaje de peatones mayores de 65 años no excede al 20 % del total de peatones.

Palabras claves: Intersecciones semaforizadas, segmentos urbanos, nivel de servicio peatonal, Highway Capacity Manual 2010.



ABSTRACT

The name of the current research work is: "ANALYSIS OF THE LEVEL OF PEDESTRIAN SERVICE OF THE URBAN SEGMENTS AND SIGNAL INTERSECTIONS LOCATED IN THE STREETS OF SANTA CLARA, PLAZA SAN FRANCISCO, MARQUEZ, MANTAS, SUNTURWASI AND HATUNRUMIYOC OF THE CITY OF CUSCO, APPLYING THE METHODOLOGY OF THE HCM 2010 IN THE YEAR 2019". The study area is densely traveled by vehicles and pedestrians, this area has tourist attractions, commercial, residential and entertainment venues, the sidewalks have reduced widths. Therefore, a pedestrian infrastructure is required that provides a good quality of service mainly to the most vulnerable pedestrians (elderly, children, etc.). This thesis was developed using the methodology of the Highway Capacity Manual 2010 and 2016 and the methodology extracted from the traffic engineering book by Rafael Cal y Mayor, R., & James, Cárdenas G., to analyze the level of pedestrian service in urban segments. and signalized intersections according to dimensional characteristics and traffic volume. The current research has a quantitative approach, a descriptive scope, a non-experimental design and a hypothetical-deductive method. This research used instruments such as: surveys, cards for pedestrian and vehicle counting, cards for the entry of input elements in urban segments, cards to record point speeds, video recordings, cell phone applications, AutoCAD, odometer, etc.

Developed the work, it was concluded that the pedestrian crossings of the signalized intersections have a level of pedestrian service "A", "B" and "C", this means that the intersections provide a service of moderate quality although there are difficulties for pedestrians with reduced mobility (PRM), the urban segments have pedestrian service level "D", "E" and "F", because they have an extremely reduced sidewalk width mainly due to the presence of fixed objects, the 85th percentile vehicular speed is effectively less than the maximum speed limit of the study area (30 km/h), the vehicular movement time is directly proportional to the length of the urban segment and in all the urban segments of the study area the percentage of pedestrians older than 65 years does not exceed 20% of all pedestrians.

Keywords: Signalized intersections, urban segments, pedestrian service level, Highway Capacity Manual 2010.



INTRODUCCIÓN

A medida que pasan los años la población y los turistas han aumentado notablemente en nuestra ciudad, esto quiere decir que se necesita una infraestructura peatonal que brinde una buena calidad de servicio principalmente a los peatones más vulnerables (ancianos, niños, etc.).

En el Centro Histórico de la Ciudad del Cusco, existe una zona conformada por las calles de: Santa Clara, Plaza San Francisco, Marquez, Mantas, Suntuturwasi y Hatunrumiyoc, que presentan atractivos turísticos, locales comerciales, residenciales y de diversión, esta zona es densamente transitada por vehículos y peatones, las veredas tienen anchos reducidos por presencia de objetos fijos y algunos peatones transitan por la calzada poniendo en riesgo su vida y otros utilizan el espacio público para actividades comerciales y de entretenimiento.

El presente trabajo tiene como objetivo analizar el nivel de servicio peatonal en segmentos urbanos e intersecciones semaforizadas ubicados en las calles de: Santa Clara, Plaza San Francisco, Marquez, Mantas, Suntuturwasi y Hatunrumiyoc de la ciudad del Cusco. Para realizar este análisis se empleó la metodología del Manual de Capacidad de Carreteras 2010 y 2016 y del libro de Ingeniería del Tránsito de Cal y Mayor (8va edición).

El primer capítulo presenta el planteamiento del problema, limitaciones y objetivos de la investigación.

En el segundo capítulo se narra el marco teórico donde se presenta los antecedentes de la tesis, también se detalla acerca de las metodologías que se usó, hipótesis y definición de las variables.

El tercer capítulo detalla sobre la aplicación de la metodología, detallando los instrumentos usados, procedimientos y análisis de pruebas.

El cuarto y quinto capítulo puntualiza los resultados y discusiones respectivamente.

Finalmente se presenta el glosario, conclusiones, recomendaciones, referencias y anexos.



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTOS	III
RESUMEN.....	IV
ABSTRACT	V
INTRODUCCIÓN	VI
Capítulo I: Planteamiento del problema	1
1.1. Identificación del problema	1
1.1.1. Descripción del problema	1
1.1.2. Formulación interrogativa del problema	5
1.1.2.1. Formulación interrogativa del problema general.....	5
1.1.2.2. Formulación interrogativa de los problemas específicos	5
1.2. Justificación e importancia de la investigación	6
1.2.1. Justificación técnica	6
1.2.2. Justificación social	6
1.2.3. Justificación por viabilidad	6
1.2.2. Justificación por relevancia.....	7
1.3. Limitaciones de la investigación	7
1.4. Objetivo de la investigación	8
1.4.1. Objetivo general.....	8
1.4.2. Objetivos específicos	8
Capítulo II: Marco teórico.....	9
2.1. Antecedentes de la tesis	9
2.1.1. Antecedentes a nivel nacional.....	9
2.1.2. Antecedentes a nivel internacional	10
2.2. Aspectos teóricos pertinentes	12
2.2.1. Zona de estudio.....	12
2.2.1.1. Definición	12
2.2.2. Nivel de servicio (NDS)	14
2.2.2.1. Jerarquía de la movilidad urbana.....	14
2.2.2.2. Espacio público.....	14
2.2.2.3. El peatón	15
2.2.2.3.1. Peatón con movilidad reducida (PMR).	16
2.2.2.3.1.1. Usuarios ambulantes.....	16



2.2.2.3.1.2. Usuarios en silla de ruedas	17
2.2.2.3.1.3. Usuarios sensoriales	17
2.2.2.3.1.4. Usuarios con síndrome	18
2.2.2.4. Espacio físico requerido para diferentes tipos de peatones.	18
2.2.2.5. Infraestructuras peatonales	19
2.2.2.5.1. Veredas	19
2.2.2.5.1.1. Pendiente transversal y longitudinal de la vereda	20
2.2.2.5.1.2. Dimensiones mínimas en una vereda	20
2.2.2.5.2. Vados peatonales	21
2.2.2.5.3. Islas de refugio o mediana	21
2.2.2.5.4. Pasos peatonales en intersecciones semaforizadas	21
2.2.2.5.5. Pasos peatonales en intersecciones no semaforizadas	21
2.2.2.5.6. Puentes peatonales	22
2.2.2.5.7. Esquina peatonal	22
2.2.2.5.8. Rampas	22
2.2.2.6. Variables de flujo peatonal	23
2.2.2.6.1 Variables macroscópicas	23
2.2.2.6.1.1 Volumen peatonal	23
2.2.2.6.1.2 Velocidad de caminata	24
2.2.2.6.1.3 Densidad y espacio peatonal	24
2.2.2.6.2 Variables microscópicas	24
2.2.2.6.2.1 Elipse corporal	24
2.2.2.6.2.2 Requerimiento de espacio adicional	25
2.2.2.6.2.3 Ancho efectivo de caminata	25
2.2.2.6.2.4 Formación de pelotones y grupos de peatones	26
2.2.2.7. Clasificación de los niveles de servicio	26
2.2.2.7.1. Flujo continuo	26
2.2.2.7.2. Flujo discontinuo	28
2.2.3. Intersección vial	28
2.2.3.1. Tipología de intersecciones viales	28
2.2.3.2. Canalización de intersecciones viales	29
2.2.3.2.1. Intersecciones viales sin canalizar	30
2.2.3.2.2. Intersecciones viales canalizadas	31
2.2.3.3. Tipos de movimientos en una intersección	33



2.2.3.4. Intersecciones semaforizadas (IS)	34
2.2.3.4.1. Semáforos	34
2.2.3.4.2. Tipos de semáforos en la zona de estudio	34
2.2.3.5. Intersecciones no semaforizadas	35
2.2.4. Segmento urbano(SU)	35
2.2.4.1. Descripción de los elementos de entrada en el segmento urbano.....	35
2.2.4.1.1. Características del tráfico	35
2.2.4.1.2. Diseño geométrico	36
2.2.4.1.3. Otros datos	40
2.2.4.1.3.1. Duración del período de análisis	40
2.2.4.1.3.2. Velocidad límite	41
2.2.5. Metodologías para hallar el NDS peatonal en la zona de estudio	41
2.2.5.1. Metodología para determinar la velocidad vehicular percentil 85 en el SU	41
2.2.5.1.1. Definición de velocidad de punto de un vehículo	41
2.2.5.1.2. Pasos para calcular la velocidad vehicular percentil 85 en medio del SU	41
2.2.5.2. Metodología para calcular el tiempo de movimiento vehicular en el SU.	48
2.2.5.3. Metodología para calcular el NDS peatonal en una IS (versión HCM 2010).	56
2.2.5.3.1. Condiciones de flujo	56
2.2.5.3.2. Tiempo efectivo de caminata.....	57
2.2.5.3.3. Pasos para determinar el NDS peatonal en IS (versión HCM 2010).....	58
2.2.5.4. Metodología para calcular el NDS peatonal en un SU (versión HCM 2010).	68
2.2.5.5. Metodología para calcular el NDS peatonal en una IS (versión HCM 2016).	78
2.2.5.5.1. Condiciones de flujo	78
2.2.5.5.2. Pasos para determinar el NDS peatonal en IS (versión HCM 2016).....	79
2.2.5.6. Metodología para calcular el NDS peatonal en un SU (versión HCM 2016).	89
2.2.5.7. Metodología para determinar el NDS peatonal en calles peatonales	100
2.3. Hipótesis de la investigación	102
2.3.1. Hipótesis general.....	102
2.3.2. Sub hipótesis	103
2.4. Definición de variables	103
2.4.1. Variables independientes	103
2.4.2. Variables dependientes	104
2.4.3. Cuadro de operacionalización de variables.....	105
Capítulo III: Metodología.....	106



3.1. Metodología de la investigación.....	106
3.1.1 Enfoque de la investigación.....	106
3.1.2. Nivel o alcance de la investigación.....	106
3.1.3. Método de investigación.....	106
3.2. Diseño de la investigación.....	106
3.2.1. Diseño metodológico.....	106
3.2.2. Diseño de ingeniería.....	107
3.3. Población y muestra.....	108
3.3.1. Población.....	108
3.3.1.1 Descripción de la población.....	108
3.3.1.2 Cuantificación de la población.....	108
3.3.2. Muestra.....	108
3.3.2.1 Descripción de la muestra.....	108
3.3.2.2 Cuantificación de la muestra.....	108
3.3.2.3 Método de muestreo.....	109
3.3.2.4 Criterios de evaluación de muestra.....	109
3.3.3. Criterios de inclusión.....	109
3.4. Instrumentos.....	109
3.4.1. Instrumentos de recolección de datos.....	109
3.4.2. Instrumentos de ingeniería.....	126
3.5. Procedimientos de recolección de datos.....	127
3.5.1. Identificación del día y hora de máxima demanda peatonal.....	127
3.5.1.1. Calcular la muestra probabilística estratificada.....	127
3.5.1.2. Tomar encuestas en la zona de estudio.....	146
3.5.2. Realizar aforos peatonales en tramos urbanos, IS y calles peatonales el día y hora de mayor tráfico peatonal.....	184
3.5.3. Realizar conteos vehiculares en puntos de acceso, tramos urbanos e IS durante la hora de mayor tráfico peatonal.....	199
3.5.4. Registrar velocidades de punto en tramos urbanos.....	220
3.5.5. Registrar los elementos de entrada en segmentos urbanos.....	225
3.5.6. Determinar el tiempo efectivo de caminata, área de las esquinas y medida de los pasos peatonales en las IS.....	228
3.5.7. Inventario de medidas de aceras, objetos fijos y vendedores ambulantes.....	232
3.5.8. Determinar el ancho efectivo en veredas y calles peatonales de la zona de estudio.....	236



3.6. Procedimientos de análisis de datos	238
3.6.1. Determinar la velocidad vehicular percentil 85 en la mitad del SU.....	238
3.6.2. Determinar el tiempo de movimiento vehicular en el segmento urbano.....	244
3.6.3. Determinar porcentaje de peatones mayores de 65 años en tramos urbanos.....	254
3.6.4. Determinar el NDS peatonal en IS utilizando la metodología del HCM 2010 y HCM 2016.	263
3.6.5. Determinar el NDS peatonal en tramos y segmentos urbanos utilizando la metodología del HCM 2010 y HCM 2016.	295
3.6.6. Determinar el NDS en calles peatonales	329
Capítulo IV: Resultados.....	332
Capítulo V: Discusión	350
Glosario	354
Conclusiones.....	356
Recomendaciones	358
Referencias	360
Anexos	366



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Coordenadas UTM de la zona de estudio	4
Tabla 2	Valores predeterminados de densidad de puntos de acceso.....	40
Tabla 3	NDS peatonal en segmentos urbanos(ft ² /p).....	77
Tabla 4	Descripción cualitativa del espacio peatonal.	92
Tabla 5	Criterios de NDS peatonal en segmentos y tramos urbanos(ft ² /p).	100
Tabla 6	NDS peatonal en pasillos y aceras	102
Tabla 7	NDS peatonal para pelotón en pasillos y aceras	102
Tabla 8	Variables independientes y sus indicadores.	104
Tabla 9	Variables dependientes y sus indicadores.	104
Tabla 10	Ficha de inventariado de locales de comercio.....	110
Tabla 11	Ficha de inventariado general de locales de comercio en la zona de estudio.	111
Tabla 12	Ficha de muestra probabilística estratificada por calle.	112
Tabla 13	Modelo de encuesta tomada en la zona de estudio.	113
Tabla 14	Ficha de encuesta para hallar el día de mayor demanda peatonal.....	113
Tabla 15	Ficha de inventariado de locales de comercio a en la Calle Santa Clara.	129
Tabla 16	Ficha de inventariado de locales de comercio en la Plaza San Francisco.....	130
Tabla 17	Ficha de inventariado de locales de comercio en la Calle Marquez.	131
Tabla 18	Ficha de inventariado de locales de comercio en la Calle Mantas.....	132
Tabla 19	Ficha de inventariado de locales de comercio en la Calle Sunturwasi.	133
Tabla 20	Ficha de inventariado de locales de comercio en la Calle Hatunrumiyoc.	134
Tabla 21	Ficha de inventariado general de locales de comercio en la zona de estudio	135
Tabla 22	Ficha de clasificación y agrupación comercial.	136
Tabla 23	Muestra probabilística estratificada de locales de comercio.....	137
Tabla 24	Ficha de muestra probabilística estratificada de la c. Santa Clara	140
Tabla 25	Ficha de muestra probabilística estratificada de la Plaza San Francisco	141
Tabla 26	Ficha de muestra probabilística estratificada de la c. Marquez.	142
Tabla 27	Ficha de muestra probabilística estratificada de la c. Mantas.....	143
Tabla 28	Ficha de muestra probabilística estratificada de la c. Sunturwasi.....	144
Tabla 29	Ficha de muestra probabilística estratificada de la c. Hatunrumiyoc.....	145
Tabla 30	Ficha de encuestas en la Plaza San Francisco.....	150
Tabla 31	Ficha de encuestas en la Calle Marquez.	152
Tabla 32	Ficha de encuestas en la c. Mantas.....	154
Tabla 33	Ficha de encuestas en la Calle Hatunrumiyoc.....	158



Tabla 34	Diagrama del día de mayor demanda peatonal en la Calle Hatunrumiyoc.	159
Tabla 35	Resultado de las encuestas en la zona de estudio.....	160
Tabla 36	Ficha de encuestas para la Calle Santa Clara.	162
Tabla 37	Ficha de encuestas para la Plaza San Francisco.....	164
Tabla 38	Ficha de encuestas para la Calle Marquez.	166
Tabla 39	Ficha de encuestas en la Calle Mantas.	168
Tabla 40	Ficha de encuestas en la Calle Sunturwasi.....	170
Tabla 41	Ficha de encuestas en la Calle Hatunrumiyoc.....	173
Tabla 42	Resultado de las encuestas en la zona de estudio.....	175
Tabla 43	Ficha de aforo peatonal de la IS de la Calle Santa Clara–Calle Concebidayoc.	194
Tabla 44	Ficha de aforo peatonal de la IS de la Calle Mantas – Av. Sol.....	195
Tabla 45	Ficha de aforo peatonal de la IS de la Calle Sunturwasi – Calle Herrajes.....	196
Tabla 46	Ficha de aforo peatonal en la Calle Peatonal Marquez.	197
Tabla 47	Ficha de aforo peatonal en la Calle Peatonal Hatunrumiyoc.	198
Tabla 48	Ficha de conteo vehicular en el punto de acceso de la Calle Santa Clara.....	201
Tabla 49	Ficha de conteo vehicular en el punto de acceso de la Plaza San Francisco.	203
Tabla 50	Ficha de conteo vehicular en un punto de acceso de la Calle Mantas.	205
Tabla 51	Ficha de conteo vehicular en el tramo urbano de la Calle Santa Clara.....	207
Tabla 52	Ficha de conteo vehicular en el tramo urbano de la Plaza San Francisco.....	208
Tabla 53	Ficha de conteo vehicular en el tramo urbano de la Calle Mantas.....	209
Tabla 54	Ficha de conteo vehicular en el tramo urbano de la c. Mantas (Plaza de Armas). 210	
Tabla 55	Ficha de conteo vehicular en el tramo urbano de la c. Sunturwasi.	211
Tabla 56	Ficha de conteo vehicular en la IS de la c. San Pedro - c. General Buendía.	212
Tabla 57	Ficha de conteo vehicular en la IS de la c. Santa Clara – c. Concebidayoc.....	214
Tabla 58	Ficha de conteo vehicular en la IS de la c. Mantas – Av. Sol.....	216
Tabla 59	Ficha de conteo vehicular en la IS de la c. Sunturwasi – c. Herrajes.....	218
Tabla 60	Registro de velocidades de punto en el tramo urbano de la c. Santa Clara.....	221
Tabla 61	Registro de velocidades de punto en el tramo urbano de la Plaza San Francisco. 222	
Tabla 62	Registro de velocidades de punto en el tramo urbano de la c. Mantas.	223
Tabla 63	Registro de velocidades de punto en el tramo urbano de la c. Sunturwasi.	224
Tabla 64	Ficha de los elementos de entrada en la zona de estudio.	227
Tabla 65	Ficha del tiempo efectivo de caminata y pasos peatonales en la IS c. Santa Clara-c. Concebidayoc.	229



Tabla 66	Ficha del tiempo efectivo de caminata y pasos peatonales en la IS c. Mantas-Av. Sol.	230
Tabla 67	Ficha del tiempo efectivo de caminata y pasos peatonales en la IS c. Sunturwasi-c. Herrajes.	231
Tabla 68	Inventario de objetos fijos y vendedores ambulantes en el segmento 1.	232
Tabla 69	Inventario de objetos fijos y vendedores ambulantes en el segmento 2.	233
Tabla 70	Inventario de objetos fijos y vendedores ambulantes en el segmento 3.	233
Tabla 71	Inventario de medidas de vereda en el segmento 1.....	234
Tabla 72	Inventario de medidas de vereda en el segmento 2.....	234
Tabla 73	Inventario de medidas de vereda en el segmento 3.....	235
Tabla 74	Ficha de la longitud, anchos efectivos, pendientes de las aceras y anchos totales efectivos de los carriles y arcén.....	237
Tabla 75	Velocidades de punto ordenadas de menor a mayor en la c. Santa Clara.	238
Tabla 76	Velocidades de punto ordenadas de menor a mayor en la Plaza San Francisco.	239
Tabla 77	Velocidades de punto ordenadas de menor a mayor en la Calle Mantas.	239
Tabla 78	Velocidades de punto ordenadas de menor a mayor en la Calle Sunturwasi.....	239
Tabla 79	Determinar la demora debido al giro de vehículos en la Calle Santa Clara.....	245
Tabla 80	Determinar la demora debido al giro de vehículos en la Plaza San Francisco	246
Tabla 81	Determinar la demora debido al giro de vehículos en la Calle Mantas	247
Tabla 82	Tiempo de movimiento vehicular en la Calle Santa Clara(A).	248
Tabla 83	Tiempo en movimiento del vehículo motorizado en la Calle Santa Clara(B)	249
Tabla 84	Tiempo en movimiento del vehículo motorizado en la Plaza San Francisco(B) ...	250
Tabla 85	Tiempo en movimiento del vehículo motorizado en la Calle Mantas(B)	251
Tabla 86	Tiempo en movimiento del vehículo motorizado en la Calle Sunturwasi (A).....	252
Tabla 87	Ficha de peatones mayores de 65 años en el tramo urbano de la c. Santa Clara ...	255
Tabla 88	Ficha de peatones mayores de 65 años en el tramo urbano de la Plaza San Francisco	256
Tabla 89	Ficha de peatones mayores de 65 años en el tramo urbano de la c. Peatonal Marquez	257
Tabla 90	Ficha de peatones mayores de 65 años en el tramo urbano de la c. Mantas	258
Tabla 91	Ficha de peatones mayores de 65 años en el tramo urbano de la c. Mantas (Acera 3)	259
Tabla 92	Ficha de peatones mayores de 65 años en el tramo urbano de la c. Sunturwasi....	260
Tabla 93	Ficha de peatones mayores de 65 años en el tramo urbano de la c. Hatunrumiyoc	261



Tabla 94	Conteo peatonal total de la zona de estudio	262
Tabla 95	Cálculo del NDS peatonal en la IS - 1 - (CD1)-HCM 2010	264
Tabla 96	Cálculo del NDS peatonal en la IS - 1 – (CD2)-HCM 2010.....	267
Tabla 97	Cálculo del NDS peatonal en la IS - 2 – (CD1)-HCM 2010.....	270
Tabla 98	Cálculo del NDS peatonal en la IS - 2 – (CD2)-HCM 2010.....	273
Tabla 99	Cálculo del NDS peatonal en la IS - 3 – (CD)-HCM 2010.....	276
Tabla 100	Cálculo del NDS peatonal en la IS - 1 - (CD1)-HCM 2016	279
Tabla 101	Cálculo del NDS peatonal en la IS - 1 – (CD2)-HCM 2016.....	282
Tabla 102	Cálculo del NDS peatonal en la IS - 2 – (CD1)-HCM 2016.....	285
Tabla 103	Cálculo del NDS peatonal en la IS - 2 – (CD2)-HCM 2016.....	288
Tabla 104	Cálculo del NDS peatonal en la IS - 3 – (CD)-HCM 2016.....	291
Tabla 105	Cálculo del NDS peatonal en la Calle Santa Clara (Acera - 1) – HCM 2010.....	296
Tabla 106	Cálculo del NDS peatonal en la Calle Santa Clara (Acera - 2) – HCM 2010.....	298
Tabla 107	Cálculo del NDS peatonal en la Plaza San Francisco (Acera - 1) – HCM 2010	300
Tabla 108	Cálculo del NDS peatonal en la Calle Mantas (Acera - 1) – HCM 2010	302
Tabla 109	Cálculo del NDS peatonal en la Calle Mantas (Acera - 2) – HCM 2010	304
Tabla 110	Cálculo del NDS peatonal en la Calle Mantas (Acera - 3) – HCM 2010	306
Tabla 111	Cálculo del NDS peatonal en la Calle Suntuturwasi (Acera - 1) – HCM 2010	308
Tabla 112	Cálculo del NDS peatonal en la Calle Suntuturwasi (Acera - 2) – HCM 2010	310
Tabla 113	Cálculo del NDS peatonal en la Calle Santa Clara (Acera - 1) – HCM 2016.....	312
Tabla 114	Cálculo del NDS peatonal en la Calle Santa Clara (Acera - 2) – HCM 2016.....	314
Tabla 115	Cálculo del NDS peatonal en la Plaza San Francisco (Acera - 1) – HCM 2016	316
Tabla 116	Cálculo del NDS peatonal en la Calle Mantas (Acera - 1) – HCM 2016	318
Tabla 117	Cálculo del NDS peatonal en la Calle Mantas (Acera - 2) – HCM 2016	320
Tabla 118	Cálculo del NDS peatonal en la Calle Mantas (Acera - 3) – HCM 2016	322
Tabla 119	Cálculo del NDS peatonal en la Calle Suntuturwasi (Acera - 1) – HCM 2016.....	324
Tabla 120	Cálculo del NDS peatonal en la Calle Suntuturwasi (Acera - 2) – HCM 2016.....	326
Tabla 121	Cálculo del NDS peatonal en la Calle Marquez.....	330
Tabla 122	Cálculo del NDS peatonal en la Calle Hatunrumiyoc.....	331
Tabla 123	Velocidad vehicular percentil 85 en la zona de estudio	332
Tabla 124	NDS peatonal en la IS de la C. Santa Clara - C. Concebidayoc.	333
Tabla 125	NDS peatonal en la IS de la C. Mantas – Av. Sol.....	334
Tabla 126	NDS peatonal en la IS de la c. Suntuturwasi - c. Herrajes.....	335



Tabla 127	NDS peatonal en tramos urbanos, IS y SU de la zona de estudio - (HCM 2010)	336
Tabla 128	NDS peatonal en tramos urbanos, IS y SU de la zona de estudio - (HCM 2016)	337
Tabla 129	NDS peatonal en calles peatonales de la zona de estudio	342
Tabla 130	Situación actual de los NDS en la zona de estudio-(HCM 2010).	343
Tabla 131	Situación actual de los NDS en la zona de estudio-(HCM 2016).	344
Tabla 132	Ancho propuesta para la vereda 1 y vereda 2 de la Calle Santa Clara.	345
Tabla 133	Ancho propuesta para la vereda 1 de la Plaza San Francisco.	345
Tabla 134	Ancho propuesta para la vereda 1, vereda 2 y vereda 3 de la Calle Mantas.	346
Tabla 135	Ancho propuesta para la vereda 1 y vereda 2 de la Calle Sunturwasi.	346
Tabla 136	Ancho propuesta para las calles peatonales de C. Marquez y C. Hatunrumiyoc.	347
Tabla 137	Propuesta para las intersecciones semaforizadas	347
Tabla 138	Propuesta para el NDS peatonal en la zona de estudio-(HCM 2010)	348
Tabla 139	Propuesta para el NDS peatonal en la zona de estudio-(HCM 2016)	349
Tabla 140	Puntuación del NDS peatonal en intersecciones semaforizadas	352



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Veredas de altura muy elevada y objetos fijos.	2
Figura 2 Carpeta de rodadura y áreas peatonales en mal estado.	2
Figura 3 Falta de rampas y productos expuesto exteriormente.	2
Figura 4 Peatones caminando en la calzada y obstáculos en la vereda.	3
Figura 5 Macroubicación y microubicación de la zona de estudio.	5
Figura 6 Ubicación y coordenadas UTM de los puntos límite de la zona de estudio.	12
Figura 7 Intersecciones semaforizadas de la zona de estudio.	12
Figura 8 Intersección semaforizada de Calle Mantas – Av. El Sol.	13
Figura 9 Segmentos urbanos de la zona de estudio.	13
Figura 10 Calle peatonal Hatunrumiyoc.	13
Figura 11 Pirámide de la movilidad.	14
Figura 12 Muestra los subgrupos dentro de cada categoría.	15
Figura 13 Peatón en scooter de movilidad y un vehículo adaptado para moverse.	16
Figura 14 Peatón empujando una carreta y otro caminando con bastón.	16
Figura 15 Peatones con movilidad reducida.	17
Figura 16 Medidas antropométricas para peatones.	18
Figura 17 Zonas de una vereda.	20
Figura 18 Mediana central (Mariscal Gamarra) y lateral (Av. 28 de julio).	21
Figura 19 Paso peatonal en intersección no semaforizada e intersección semaforizada.	22
Figura 20 Tipo de esquinas.	22
Figura 21 Rampa para subir a un puente peatonal y vado peatonal con agua y barro.	23
Figura 22 Elipse del cuerpo del peatón.	25
Figura 23 Requisito de espacio para peatones.	25
Figura 24 Ancho efectivo de una vereda de la Calle Sunturwasi.	26
Figura 25 Niveles de servicio peatonal en veredas.	27
Figura 26 Puntuación del NDS peatonal en intersecciones semaforizadas del HCM 2010 y 2016.	28
Figura 27 Tipología de intersecciones viales.	29
Figura 28 Intersección vial en “T” o “Y”.	30
Figura 29 Intersección vial en Cruz “+” o Equis “X”.	30
Figura 30 Intersección vial en “T” o “Y”.	31
Figura 31 Intersección vial en “T” o “Y” con carril de giro y separador.	31
Figura 32 Intersección vial en cruz “+” o equis “X” con islas.	32



Figura 33	Intersección vial en cruz “+” o equis “X” con islas y pistas para dar giro.	32
Figura 34	Tipos de movimientos en una intersección vial.....	33
Figura 35	Semáforo vehicular y peatonal.	34
Figura 36	Segmento urbano (área sombreada).....	35
Figura 37	Ancho de intersección límite aguas arriba para calle bidireccional.....	37
Figura 38	Ancho de intersección límite aguas arriba para calle unidireccional.....	37
Figura 39	Ancho de intersección límite aguas arriba para calle unidireccional.....	37
Figura 40	Intersecciones aguas abajo y aguas arriba.	38
Figura 41	Longitud de segmento.....	39
Figura 42	Velocidad de punto de un vehículo.....	41
Figura 43	Distribución de velocidades de punto	42
Figura 44	Número de intervalos de clase por tamaño de muestra	42
Figura 45	Distribuciones de frecuencia de velocidad de punto	43
Figura 46	Histograma y polígono de frecuencias de velocidades de punto.....	45
Figura 47	Constante correspondiente al nivel de confiabilidad	46
Figura 48	Curva de frecuencias observada y acumulada de velocidades de punto.....	47
Figura 49	Elementos de entrada.....	48
Figura 50	Factor de ajuste para sección transversal	49
Figura 51	Factor de ajuste para puntos de acceso.	50
Figura 52	Demora por giro de vehículos a la derecha o izquierda en un punto de acceso	51
Figura 53	Condición 1: Cruce de la calle menor.....	56
Figura 54	Condición 2: Cruce de la calle mayor.....	56
Figura 55	Pasos para calcular los NDS peatonal en intersecciones semaforizadas.	58
Figura 56	Configuración del paso de peatones D.	59
Figura 57	Configuración del paso de peatones C.....	60
Figura 58	Representación de los pasos peatonal “D” y “C”.	62
Figura 59	Representación de los movimientos de vehículos.	63
Figura 60	Representación de los movimientos de los vehículos.....	66
Figura 61	Criterios de NDS para el modo Peatón.....	67
Figura 62	Pasos para determinar el NDS peatonal de tramos urbanos.	68
Figura 63	Ajustes de ancho para objetos fijos.....	70
Figura 64	Variables para la puntuación del NDS peatonal para el tramo	73
Figura 65	Desvío del peatón a la intersección límite más cercana.....	75
Figura 66	Desvío del peatón al paso peatonal del segmento.....	75



Figura 67	Condición 1: Cruce de la calle menor.....	78
Figura 68	Condición 2: Cruce de la calle mayor.....	78
Figura 69	Pasos para calcular los NDS peatonal en intersecciones semaforizadas.	79
Figura 70	Configuración del paso de peatones D.	80
Figura 71	Configuración del paso de peatones C.....	81
Figura 72	Representación de los pasos peatonal “D” y “C”.	83
Figura 73	Representación de los movimientos de vehículos.	84
Figura 74	Representación de los movimientos de los vehículos.....	88
Figura 75	Criterios de NDS para peatones en intersecciones semaforizadas.	88
Figura 76	Pasos para determinar el NDS peatonal en tramos urbanos.	89
Figura 77	Ajustes de ancho para objetos fijos.....	91
Figura 78	Variables para la puntuación del NDS peatonal para el tramo urbano.	95
Figura 79	Desvío del peatón a la intersección límite más cercana.....	98
Figura 80	Desvío del peatón al paso peatonal señalizado del segmento medio.....	98
Figura 81	Ajustes de ancho para obstáculos fijos.	101
Figura 82	Ficha de encuesta para hallar la hora de mayor demanda peatonal.	114
Figura 83	Ficha de aforo peatonal en el tramo urbano.....	115
Figura 84	Ficha de aforo peatonal en calles peatonales.	116
Figura 85	Ficha de aforo peatonal en intersecciones semaforizadas.	117
Figura 86	Ficha de aforo vehicular en intersecciones semaforizadas.	118
Figura 87	Ficha de aforo vehicular en el tramo urbano.	119
Figura 88	Ficha de conteo vehicular en el punto de acceso.	120
Figura 89	Ficha de velocidades de punto en medio del segmento urbano.....	121
Figura 90	Ficha de los elementos de entrada en segmentos urbanos.....	122
Figura 91	Ficha para determinar el tiempo efectivo de caminata y las medidas de los pasos peatonales.....	123
Figura 92	Ficha de inventario de objetos fijos y vendedores ambulantes.....	124
Figura 93	Inventario de medidas de aceras.	124
Figura 94	Ficha de la longitud y ancho efectivo de las aceras en la zona de estudio.	125
Figura 95	Locales de venta y atractivos turísticos en la zona de estudio.....	128
Figura 96	Calcular tamaño de la muestra utilizando Decision Analyst STATS™ 2.0.....	138
Figura 97	Inventariado de locales comerciales.	138
Figura 98	Muestra probabilística estratificada.....	139
Figura 99	Fotos de encuestas en la zona de estudio.....	146



Figura 100	Fotos de encuestas en la Santa Clara.	147
Figura 101	Modelo de encuesta para hallar el día y hora de máxima demanda peatonal.	147
Figura 102	Ficha de encuestas en la c. Santa Clara.	148
Figura 103	Diagrama del día de mayor demanda peatonal en la c. Santa Clara.	148
Figura 104	Gráfico circular del día de mayor demanda peatonal en la c. Santa Clara.	149
Figura 105	Diagrama del día de mayor demanda peatonal en la Plaza San Francisco.	151
Figura 106	Gráfico circular del día de mayor demanda peatonal en la Plaza San Francisco.	151
Figura 107	Diagrama del día de mayor demanda peatonal en la c. Marquez.	153
Figura 108	Gráfico circular del día de mayor demanda peatonal en la c. Marquez.	153
Figura 109	Diagrama del día de mayor demanda peatonal en la Calle Mantas.	154
Figura 110	Gráfico circular del día de mayor demanda peatonal en la c. Santa Clara.	155
Figura 111	Ficha de encuestas en la Calle Suntuturwasi.	156
Figura 112	Diagrama del día de mayor demanda peatonal en la Calle Suntuturwasi.	157
Figura 113	Gráfico circular del día de mayor demanda peatonal en la c. Suntuturwasi.	157
Figura 114	Gráfico circular del día de mayor demanda peatonal en la c. Hatunrumiyoc.	159
Figura 115	Diagrama del día de mayor demanda peatonal de la zona de estudio.	160
Figura 116	Gráfico circular del día de mayor demanda peatonal de la zona de estudio.	161
Figura 117	Histograma de la hora de mayor demanda peatonal en la Calle Santa Clara.	162
Figura 118	Dispersión de la hora de mayor demanda peatonal en la Calle Santa Clara.	163
Figura 119	Histograma de la hora de mayor demanda peatonal en la Plaza San Francisco.	165
Figura 120	Dispersión de la hora de mayor demanda peatonal en la Plaza San Francisco.	165
Figura 121	Histograma de la hora de mayor demanda peatonal en la Calle Marquez.	167
Figura 122	Dispersión de la hora de mayor demanda peatonal en la Calle Marquez.	167
Figura 123	Histograma de la hora de mayor demanda peatonal en la Calle Mantas.	168
Figura 124	Dispersión de la hora de mayor demanda peatonal en la c. Santa Clara.	169
Figura 125	Histograma de la hora de mayor demanda peatonal en la c. Suntuturwasi.	171
Figura 126	Dispersión de la hora de mayor demanda peatonal en la Calle Suntuturwasi.	172
Figura 127	Histograma de la hora de mayor demanda peatonal de la c. Hatunrumiyoc.	174
Figura 128	Dispersión de la hora de mayor demanda peatonal en la c. Hatunrumiyoc.	174
Figura 129	Histograma de la hora de mayor demanda peatonal en la zona de estudio.	175
Figura 130	Dispersión de la hora de mayor demanda peatonal en la zona de estudio.	176
Figura 131	Segmento urbano 3 a las 12:00 horas	177
Figura 132	Segmento urbano 3 a las 14:00 horas	177



Figura 133	Segmento urbano 3 a las 18:00 horas	178
Figura 134	Segmento urbano 3 a las 19:00 horas	178
Figura 135	Conteo vehicular en la zona de estudio durante 12 horas.....	179
Figura 136	Diagrama vehicular de la calle Santa clara (A-B)	180
Figura 137	Diagrama vehicular de la Plaza San Francisco(A)	180
Figura 138	Diagrama vehicular de la calle Mantas (Marquez).....	181
Figura 139	Diagrama vehicular de la calle Mantas (Plaza de Armas)	181
Figura 140	Diagrama vehicular de la calle Suntuturwasi.....	182
Figura 141	Flujograma vehicular de la zona de estudio.....	183
Figura 142	Meses ideales para realizar el estudio de demanda.....	185
Figura 143	Cantidad de pasajeros con destino a Cusco en el 2019.....	185
Figura 144	Número de pasajeros con destino a Cusco.....	186
Figura 145	Ubicación para tomar videograbaciones de la zona de estudio.	187
Figura 146	Peatones transitando por la Plaza San Francisco.	188
Figura 147	Peatones caminando por la Calle Marquez.....	188
Figura 148	Exhibición artística en la Calle Marquez	188
Figura 149	Ficha de aforo peatonal en el tramo urbano de la Calle Santa Clara.	189
Figura 150	Ficha de aforo peatonal en el tramo urbano de la Plaza San Francisco.....	190
Figura 151	Ficha de aforo peatonal en el tramo urbano de la cl. Mantas (Acera 1–Acera 2).	191
Figura 152	Ficha de aforo peatonal en el tramo urbano de la Calle Mantas (Acera 3).....	192
Figura 153	Ficha de aforo peatonal en el tramo urbano de la Calle Suntuturwasi.....	193
Figura 154	Imágenes de las videograbaciones para conteo vehicular.	200
Figura 155	Registro de la velocidad de punto en la zona de estudio.	220
Figura 156	Medición del segmento urbano con odómetro.....	226
Figura 157	Velocidad máxima limite en la zona de estudio (c. Santa Clara).	226
Figura 158	Midiendo el perímetro de las esquinas en las IS (Av. Sol-c. Mantas).....	228
Figura 159	Toma de datos en veredas de los tramos urbanos.	236
Figura 160	Velocidad vehicular percentil 85 en el SU de la c. Santa Clara.	240
Figura 161	Velocidad vehicular percentil 85 en el SU de la Plaza San Francisco.	241
Figura 162	Velocidad vehicular percentil 85 en el SU de la c. Mantas.	242
Figura 163	Velocidad vehicular percentil 85 en el SU de la c. Suntuturwasi	243
Figura 164	Longitud de cada segmento urbano L(ft).....	253
Figura 165	El tiempo de movimiento vehicular en cada segmento urbano $t_R(s)$	253



Figura 166	Peatones mayores de 65 años en el tramo urbano de la Calle Sunturwasi.	254
Figura 167	Medida de la curva de las esquinas en las intersecciones semaforizadas.	263
Figura 168	Tomando medida de la longitud de la Plaza San Francisco.	295
Figura 169	Tomando medida de la longitud de la calle Marquez	329



Capítulo I: Planteamiento del problema

1.1. Identificación del problema

1.1.1. Descripción del problema

Con el paso de los años, la población de la ciudad del Cusco ha crecido según los datos del INEI (2017) y la cantidad de turistas han aumentado como se evidencia en los reportes estadísticos del Mincetur (2021). En la actualidad el Plan Cusco Vol. 2. (2016) nos señala que el flujo vehicular es elevado en el Centro Histórico del Cusco (CHC) y se espera en años siguientes un mayor incremento.

La zona de estudio se ubica en la ciudad del Cusco, está limitada por las calles de: Santa Clara, Plaza San Francisco, Marquez, Mantas, Sunturwasi y Hatunrumiyoc, caracterizado por presentar atractivos turísticos (templos, piedra de doce ángulos, etc.), locales comerciales, educativos, administrativos, residenciales, de servicio, diversión y de usos especiales, también en este sector se realizan actividades como el Inti Raymi, Corpus Christi y exposiciones de Bellas Artes, razón por la que es visitado a diario por una infinidad de peatones de diferente índole, edad, condición social, sexo, así como de vehículos. Según el Plan Cusco Vol. 5. (2016) la zona de estudio presenta un flujo peatonal muy alto (1500 – 2000 personas/hora) debido a la centralización de instituciones públicas, financieras y comerciales.

En un análisis cualitativo según DEUMAN (2006) en visitas de inspección a la zona de estudio se observó esquinas y áreas peatonales deficientes e incluso riesgosas con escasa accesibilidad y con movilidad insegura para peatones vulnerables (niños, ancianos, mujeres embarazadas, persona con habilidades diferentes) por la presencia de obstáculos (postes de alumbrado público, de señales de tránsito, vados peatonales deficientes, etc.)

Por consiguiente, si tomamos en cuenta el flujo vehicular y peatonal elevado junto a una infraestructura peatonal deficiente en tramos urbanos e intersecciones semaforizadas, estos son los principales motivos por los que desarrolle este tema de investigación, el que trata sobre el análisis del nivel de servicio de la infraestructura peatonal de esta zona empleando el Highway Capacity Manual 2010 y 2016 para diagnosticar cuantitativamente la situación actual de la infraestructura peatonal y dar una propuesta de solución que minimice algunos problemas de movilidad peatonal.

También se realizó una exploración visual de algunos problemas en la infraestructura vehicular y peatonal en la zona de estudio:

Figura 1

Veredas de altura muy elevada y objetos fijos.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2

Carpeta de rodadura y áreas peatonales en mal estado.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 3

Falta de rampas y productos expuesto exteriormente.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 4

Peatones caminando en la calzada y obstáculos en la vereda.



Fuente: Elaboración propia.

1.1.1.1. Ubicación temporal y geográfica de la zona de estudio.

El área de estudio está conformada por las siguientes calles:

- Calle Santa Clara
- Plaza San Francisco
- Calle Marquez
- Calle Mantas
- Calle Sunturwasi
- Calle Hatunrumiyoc

Estas calles se ubican en el Centro Histórico de la Ciudad del Cusco en el distrito, provincia y departamento de Cusco.



Tabla 1

Coordenadas UTM de la zona de estudio

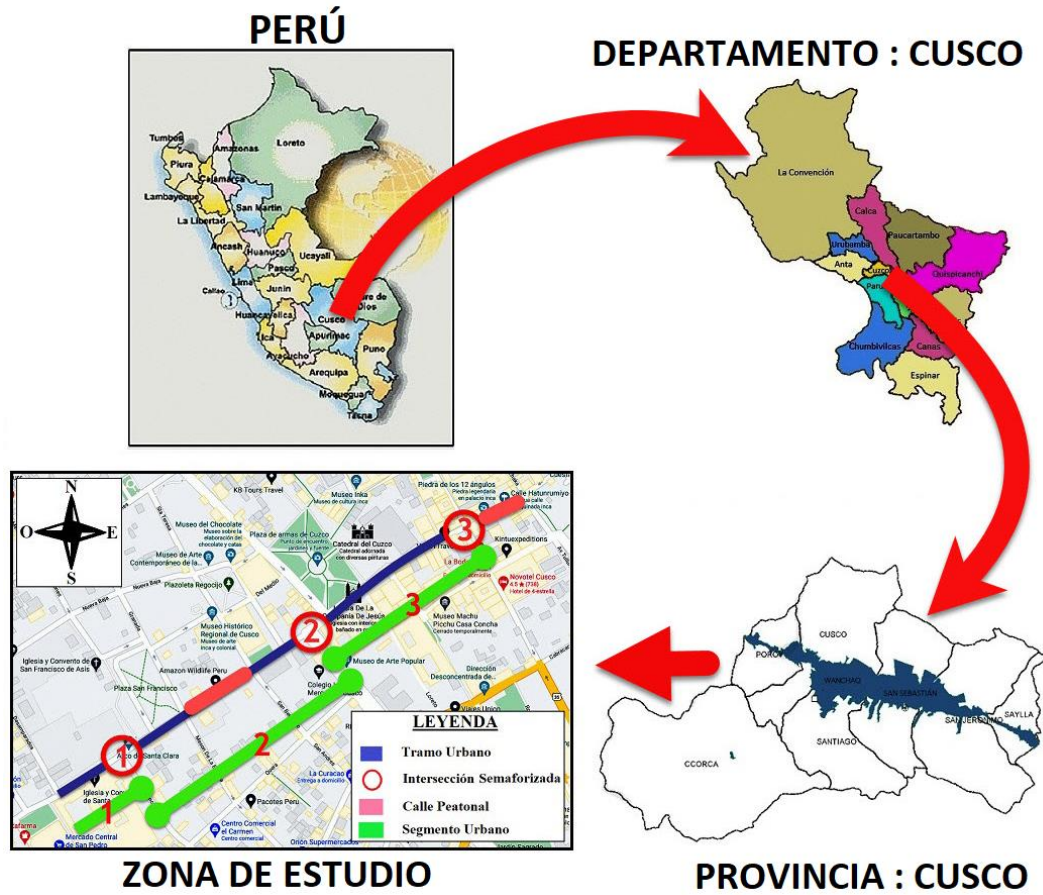
1.- Coordenadas UTM de la Calle Santa Clara.	
Punto Inicial	Punto Final
Este: 19 L - 177112.33 m E Norte: 8503377.39 m S	Este: 19 L - 177231.05 m E Norte: 8503461.60 m S
2.- Coordenadas UTM de la Plaza San Francisco	
Punto Inicial	Punto Final
Este: 19 L - 177231.05 m E Norte: 8503461.60 m S	Este: 19 L - 177314.23 m E Norte: 8503511.90 m S
3.- Coordenadas UTM de la Calle Marquez	
Punto Inicial	Punto Final
Este: 19 L - 177314.23 m E Norte: 8503511.90 m S	Este: 19 L - 177517.19 m E Norte: 850 3649.38 m S
4.- Coordenadas UTM de la Calle Mantas	
Punto Inicial	Punto Final
Este: 19 L - 177517.19 m E Norte: 850 3649.38 m S	Este: 19 L - 177648.17 m E Norte: 8503745.64 m S
5.- Coordenadas UTM de la Calle Sunturwasi	
Punto Inicial	Punto Final
Este: 19 L - 177648.17 m E Norte: 8503745.64 m S	Este: 19 L - 177767.02 m E Norte: 8503823.20 m S
6.- Coordenadas UTM de la Calle Hatunrumiyoc	
Punto Inicial	Punto Final
Este: 19 L - 177767.02 m E Norte: 8503823.20 m S	Este: 19 L - 177860.94 m E Norte: 8503875.78 m S

Fuente: Elaboración propia.



Figura 5

Macroubicación y microubicación de la zona de estudio.



Fuente: Adaptado de Google Earth (2020).

1.1.2. Formulación interrogativa del problema

1.1.2.1. Formulación interrogativa del problema general.

Problema General

¿Cuál es el nivel de servicio peatonal de segmentos urbanos e intersecciones semaforizadas según las características dimensionales y volumen de tráfico en el área limitada por las calles de: Santa Clara, Plaza San Francisco, Marquez, Mantas, Sunturwasi y Hatunrumiyoc de la ciudad del Cusco, aplicando la metodología del HCM 2010 en el año 2019?

1.1.2.2. Formulación interrogativa de los problemas específicos

Problemas Específicos 1: ¿Cuál es la velocidad vehicular percentil 85 que influye en el nivel de servicio peatonal en los segmentos urbanos de la zona de estudio?



Problemas Específicos 2: ¿Cuál es el tiempo de movimiento vehicular que interviene en el nivel de servicio peatonal en los segmentos urbanos de la zona de estudio?

Problemas Específicos 3: ¿Cuál es el porcentaje de peatones mayores de 65 años que influye en el nivel de servicio peatonal, que caminan por la vereda de los segmentos urbanos de la zona de estudio?

Problemas Específicos 4: ¿Cuál es el nivel de servicio peatonal de los pasos de cebra en las intersecciones semaforizadas de la zona de estudio?

Problemas Específicos 5: ¿Cuál es el nivel de servicio peatonal de las veredas en los segmentos urbanos de la zona de estudio?

1.2. Justificación e importancia de la investigación

1.2.1. Justificación técnica

Este trabajo de investigación corresponde a la especialidad de Ingeniería de Transportes específicamente a los cursos de vialidad y transporte, tiene como fin, analizar cuantitativamente la calidad de la infraestructura peatonal que tiene actualmente la zona de estudio aplicando las metodologías del HCM 2010, HCM 2016 y del libro de Ingeniería del Tránsito de Cal y Mayor, de esta forma se identificó las veredas y pasos peatonales que no ofrecen un nivel de servicio óptimo dentro de la zona de estudio lo que me sirvió para plantear recomendaciones, discusiones y propuesta de solución.

1.2.2. Justificación social

Con el desarrollo de este trabajo se identificó las veredas y pasos peatonales con nivel de servicio inadecuado, así como también reducir los problemas que actualmente presentan, además se busca despertar el interés de autoridades y profesionales de nuestra región a través del uso de su información actualizada para formular soluciones que mejoren la movilización peatonal en la zona de estudio.

1.2.3. Justificación por viabilidad

Este trabajo de investigación fue realizable, ya que se contó con los materiales bibliográficos de consulta (HCM 2010, HCM 2016 y el libro de Ingeniería del Tránsito de Cal y Mayor), los instrumentos básicos (fichas de conteo peatonal y vehicular, formato de inventario de locales



comerciales, aplicación para celular, odómetro, flexómetro, videocámaras, etc.) están a nuestro alcance, se tiene los recursos financieros, humanos y tiempo necesario para recolectar los datos por medio de videograbaciones y tomando medidas en el mismo lugar, la zona de estudio se encuentra en la vía pública y es de fácil acceso, los vehículos y las personas transitan libremente, los únicos impedimentos serían las lluvias o protestas las cuales son poco frecuentes.

1.2.2. Justificación por relevancia

Este trabajo tiene justificación por relevancia ya que en la actualidad no se cuenta con un análisis cuantitativo de la calidad de servicio que presta la infraestructura peatonal en la zona de estudio empleando la metodología de cálculo de nivel de servicio peatonal para segmentos urbanos e intersecciones semaforizadas del HCM 2010 y 2016, aplicadas a un tramo real de la ciudad del Cusco. De este modo se busca cumplir con una de las finalidades primordiales de la educación superior que es la investigación, cuyo desarrollo se emplea como material didáctico para estudiantes, guía para proponer soluciones y diseñar nuevos proyectos que puedan mejorar el desplazamiento de los peatones por parte de los profesionales y autoridades de turno de nuestra región en torno a la consideración y respeto por la movilidad e infraestructura peatonal.

1.3. Limitaciones de la investigación

- La investigación se limita a la infraestructura peatonal (veredas, pasos de cebra y calles peatonales) en la zona de estudio.
- Se limita al uso de la metodología del Highway Capacity Manual (2010 y 2016) y del libro de Ingeniería de tránsito de Cal y Mayor Reyes Spíndola, R., & Cárdenas Grisales, J. (2007).
- El aforo peatonal se realizará cada 15 minutos, el día y hora de máxima demanda peatonal.
- El aforo vehicular se realizará cada 15 minutos el día de máxima demanda peatonal y hora de mayor demanda vehicular.
- La identificación de peatones mayores de 65 años se hizo tomando en cuenta sus rasgos faciales debido a que algunos se molestan al preguntarles por su edad, otros dan datos dudosos o falsos, solo pocos son sinceros.
- No se considera veredas de las plazas.
- La recolección de datos se realizó en los meses de agosto a noviembre del año 2019.
- Se consideró únicamente a peatones que transitan por la vereda o pasos peatonales (transito legal) para el conteo peatonal.



- Se consideró el nivel de servicio peatonal(NDS) de pelotón en calles peatonales porque en estas calles las personas caminan en grupo voluntaria o involuntariamente.

1.4. Objetivo de la investigación

1.4.1. Objetivo general

Analizar el nivel de servicio peatonal de segmentos urbanos e intersecciones semaforizadas según las características dimensionales y volumen de tráfico en el área limitada por las calles de: Santa Clara, Plaza San Francisco, Marquez, Mantas, Sunturwasi y Hatunrumiyoc de la ciudad del Cusco, aplicando la metodología del HCM 2010 en el año 2019.

1.4.2. Objetivos específicos

Objetivos específicos 1: Calcular la velocidad vehicular percentil 85 que influye en el nivel de servicio peatonal en los segmentos urbanos de la zona de estudio.

Objetivos específicos 2: Calcular el tiempo de movimiento vehicular que interviene en el nivel de servicio peatonal en los segmentos urbanos de la zona de estudio.

Objetivos específicos 3: Cuantificar el porcentaje de peatones mayores de 65 años que influye en el nivel de servicio peatonal, que caminan por la vereda de los segmentos urbanos de la zona de estudio.

Objetivos específicos 4: Determinar el nivel de servicio peatonal de los pasos de cebra en las intersecciones semaforizadas de la zona de estudio.

Objetivos específicos 5: Determinar el nivel de servicio peatonal de las veredas en los segmentos urbanos de la zona de estudio.



Capítulo II: Marco teórico

2.1. Antecedentes de la tesis

2.1.1. Antecedentes a nivel nacional

Título: “Determinación del nivel de servicio peatonal en las intersecciones de la Avenida Ejército con La Recoleta, Emmel y Tronchadero en la ciudad de Arequipa en el periodo 2015”

Autor: Mariela Andrea Luna Salas.

Institución: Universidad Católica De Santa María

Lugar: Arequipa, Perú

Fecha: 2016.

Conclusión de la tesis:

Este trabajo de investigación tiene como finalidad evaluar los principales factores que intervienen en el nivel de servicio peatonal en tres intersecciones de la Avenida Ejército de la ciudad de Arequipa para esto se utilizó diferentes metodologías cualitativas y cuantitativas como el Manual de Capacidad de Carreteras (HCM - 2000), la Metodología Propuesta por el Reporte 562 de National Cooperative Highway Research Board, las Inspecciones de Seguridad Vial, Nivel y Calidad Basado en el Confort (Sarkar) y la Metodología de Caracterización de Vecindarios en Base a Requerimientos Peatonales.

Aporte de la tesis:

En este aporte de investigación se usa la metodología del Manual de Capacidad de Carreteras 2000 para calcular el nivel de servicio en veredas, caminos e intersecciones semaforizadas hallando la distancia tímida, suma de obstrucciones (postes de alumbrado, etc.), ancho de la vía peatonal, longitud de ciclo, demora peatonal.

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

Autor: José Carlos Chambillo Ango.

Institución: Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

Lugar: Ayacucho, Perú.

Fecha: 2016.



Conclusión de la tesis:

Se concluye que la seguridad vial en intersecciones urbanas puede ser evaluada utilizando métodos cualitativos y cuantitativos como: Evaluación del diseño de la intersección, Índice de severidad usando la Técnica Sueca de Conflictos de Tráfico (TSCT) y Frecuencia de accidente previsto usando el Manual de Seguridad de Carreteras (HSM) y a su vez estas pueden ser utilizadas en diversas ciudades del Perú y otros países en desarrollo.

Finalmente se realiza recomendaciones de mejora de diseño y señalización de la intersección de estudio, así como el uso de tecnologías para recolectar datos como aplicaciones para móviles con sistema Android. También se recomienda el uso de índices o indicadores usando la TSCT y los procesos de gestión de la seguridad vial del HSM, para una mejor evaluación antes y después de los proyectos realizados.

Aporte de la tesis:

En este antecedente se usa la metodología para hallar la velocidad vehicular percentil 85 en un segmento urbano extraído del libro de Ingeniería de Tránsito de Rafael Cal y Mayor R., James Cárdenas Grisales (1994) el mismo que yo utilice para hallar dicha velocidad y así poder determinar el nivel de servicio peatonal en intersecciones semaforizadas.

2.1.2. Antecedentes a nivel internacional

Título: Análisis de capacidad y nivel de servicio en la red de itinerarios peatonales por distritos: Aplicación a la calle Colón, Valencia.

Autor: Alexia Louise.

Institución: Universidad Politécnica de Valencia.

Lugar: Valencia, España.

Fecha: Junio, 2018.

Conclusión de la tesis:

En conclusión, de los aforos realizados se nota que el tramo en estudio, es el más visitado frecuentemente en días laborales por la tarde que por la mañana. Las horas punta se observan en los intervalos de 14:00 a 15:00 horas y de 18:00 a 19:00 horas. El flujo de viandantes que se dirige hacia Xàtiva es más elevado que aquel, hacia Colón. Esta tendencia se observa igualmente en día de fin de semana. Para el tramo considerado, el nivel de servicio estimado



resulta ser “D”. Corresponde a un nivel donde la libertad de escoger su velocidad por sí mismo es limitada.

Aporte de la tesis:

Esta tesis me sirvió como material de inspiración para desarrollar mi actual tema de investigación, en ella se aplica la metodología del Highway Capacity Manual 2010 (HCM 2010) para calcular el nivel de servicio peatonal en intersecciones semaforizadas y segmentos urbanos también se encuentra algunas propuestas de solución. Para eso se tomó datos de aforos vehiculares extraídos de la Web del Ayuntamiento de Valencia, se realizaron los aforos peatonales en intersecciones semaforizadas y segmentos urbanos, algunos datos no se explican detalladamente como se obtuvieron estos son: la velocidad vehicular percentil 85 y el tiempo de movimiento vehicular en el segmento urbano por eso se recurrió a diversos trabajos de investigación que servirán como antecedentes los mismos que serán registrados en esta parte junto con otras fuentes bibliográficas para llegar a un mejor entendimiento de la metodología del HCM 2010.

Título: Determinación del nivel de servicio en calles urbanas

Autor: Ivan Francisco Sabando Santibañez

Institución: Universidad Técnica Federico Santa María

Lugar: Valparaíso – Chile

Fecha: 2017.

Conclusión de la tesis:

Se concluyó, que la propuesta para determinar el nivel de servicio en las calles urbanas es aplicable a la realidad nacional, permitiendo complementar el desarrollo de proyectos de vialidad urbana y ayudando a la toma de decisiones sobre si el desempeño de una instalación vial es aceptable y si un futuro cambio en su funcionamiento, podrá ser percibido como significativo por los usuarios.

Aporte de la tesis:

El aporte a mi tesis con este antecedente es que utiliza el Manual de Capacidad de Carreteras (HCM - 2010) para evaluar el nivel de servicio en calles urbanas a través de técnicas y procedimientos. Los criterios utilizados en el desarrollo de esta tesis son útiles para hallar la

relación que existe entre el tiempo de movimiento vehicular y la longitud del segmento urbano, esta tesis demostró que es aplicable a la realidad.

2.2. Aspectos teóricos pertinentes

2.2.1. Zona de estudio

2.2.1.1. Definición

La zona de estudio está ubicada en el distrito, provincia y departamento de Cusco formada por las calles de Santa Clara, Plaza San Francisco, Marquez, Mantas, Sunturwasi y Hatunrumiyoc ubicadas en el CHC, estas calles en la actualidad tienen gran cantidad de peatones y vehículos, también su infraestructura peatonal no es suficiente para la demanda que presenta actualmente, por esta razón se desarrolló el presente trabajo de investigación y cuantificar el nivel de servicio peatonal que presenta.

Figura 6

Ubicación y coordenadas UTM de los puntos límite de la zona de estudio.

Coordenadas UTM	
Punto Inicial	Punto Final
Intersección Cl. Santa Clara – Cl. Desamparados	Intersección Cl. Hatunrumiyoc – Cl. Choquechaka
Este: 19 L - 177112.33 m E Norte: 8503377.39 m S	Este: 19 L – 177860.94 m E Norte: 8503875.78 m S

Fuente: Elaboración propia.

Figura 7

Intersecciones semaforizadas de la zona de estudio.

Calle Herrajes – Calle Sunturwasi



Calle Santa Clara - Calle Concebidayoc.



Fuente: Elaboración propia.



Figura 8

Intersección semaforizada de Calle Mantas – Av. El Sol.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 9

Segmentos urbanos de la zona de estudio.

Plaza San Francisco.



Calle Surturwasi.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 10

Calle peatonal Hatunrumiyoc.



Fuente: Elaboración propia.

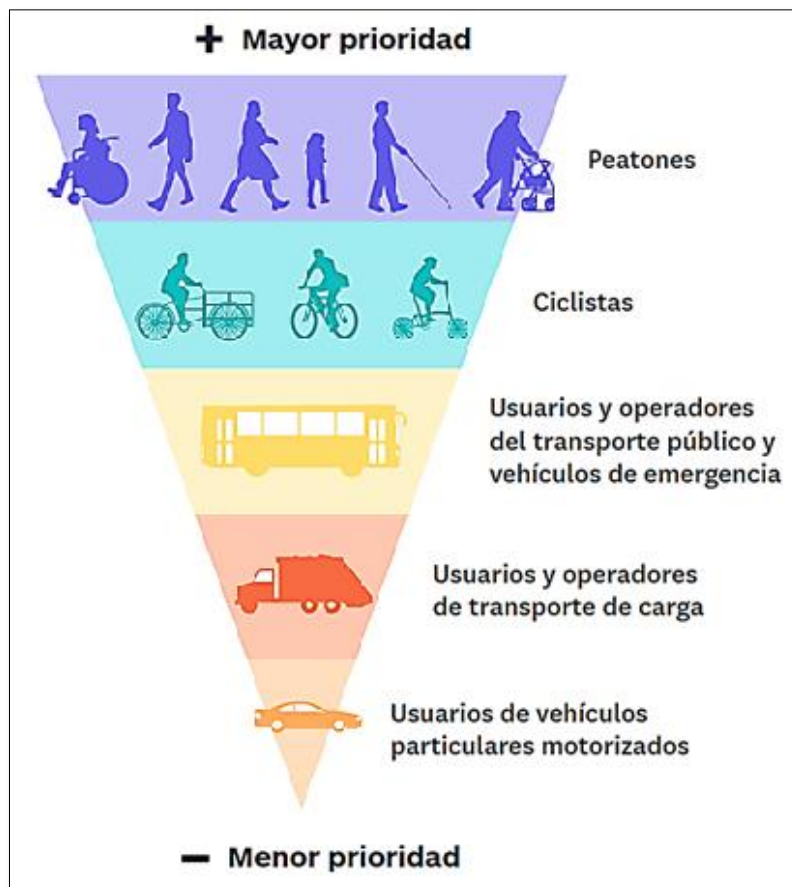
2.2.2. Nivel de servicio (NDS)

2.2.2.1. Jerarquía de la movilidad urbana

Como expresa el Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo (2013), la jerarquía de la movilidad urbana da prioridad alta a peatones (especialmente a PMR, niños, adultos mayores, etc.), mientras a vehículos motorizados da una prioridad baja. Promoviendo de esta manera una reducción en la contaminación hacia el medio ambiente y un beneficio social.

Figura 11

Pirámide de la movilidad.



Fuente: Tomado del Manual de calles. Diseño vial para ciudades mexicanas. (s.f.).

2.2.2.2. Espacio público

Empleando las palabras de Salazar (2013), el espacio público es el lugar de todos y para todos, está formado por las áreas destinadas a la circulación libre de peatones y vehículos (plazas, avenidas, pasajes, calles, bibliotecas públicas, hospitales, parques, jardines, etc.) Su calidad, accesibilidad y seguridad son necesarios para los niños, mujeres gestantes y PMR.



2.2.2.3. El peatón

La Dirección General de Tráfico (2014) y NZ Transport Agency (2009), declara que un peatón es la persona que viaja por la ciudad, lo puede hacer caminando, corriendo, manejando un vehículo no motorizado de pequeñas ruedas (cochecito para bebe, patinetas) o con ruedas grandes (silla de ruedas con o sin motor) y con otros usuarios más.

La NZ Transport Agency (2009) clasifica a los peatones según lo que empleen para desplazarse como se ve en la siguiente tabla:

Figura 12

Muestra los subgrupos dentro de cada categoría.

Tipos de peatones por la manera de movilizarse.	
Empleando los pies	Peatón común Peatón corredor Peatón adulto Peatón joven Peatón con discapacidad visual Peatón anciano Peatón con un perro guía. Peatón con discapacidad sensorial Peatón con bastón
Empleando vehículos de ruedas pequeñas	Peatón sobre patines en línea Peatón sobre patines de cuatro ruedas. Peatón sobre Skateboards Peatón sobre Scooter Peatón con coche de bebé.
Empleando vehículos de ruedas grandes (PMR).	Peatón con scooters de movilidad Peatón con sillas de ruedas manuales. Peatón con sillas de ruedas eléctricas. Peatón con andador.

Fuente: Esta tabla ha sido traducido de NZ Transport Agency. (2009). Pedestrian planning and design guide.



Figura 13

Peatón en scooter de movilidad y un vehículo adaptado para movilizarse.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 14

Peatón empujando una carreta y otro caminando con bastón.



Fuente: Elaboración propia.

2.2.2.3.1. Peatón con movilidad reducida (PMR).

El Instituto de Desarrollo Urbano (2011), nos dice que son peatones con algún tipo de discapacidad (auditiva, motora/física, visual o mental) que requiere ayuda permanente o temporal para movilizarse por la ciudad y clasificándolos en cuatro grupos de acuerdo a la dificultad con la que transitan:

2.2.2.3.1.1. Usuarios ambulantes

El Instituto de Desarrollo Urbano (2011) menciona que son peatones con movilidad limitada por usar aparatos ortopédicos, muletas, bastones y caminadores al encontrar escaleras, rampas estrechas, ausencia de vados peatonales, entre ellos encontramos a:

- Peatones amputados o con alguna extremidad enyesada.
- Mujeres embarazadas y personas de la tercera edad.
- Peatones con carga pesada, peatones empujando un coche de bebe, una maleta de viaje, un carrito de mercado, etc.

2.2.2.3.1.2. Usuarios en silla de ruedas

Según el Instituto de Desarrollo Urbano (2011), dice que son peatones que tienen como único medio de transporte una silla de ruedas porque el transporte público no está acondicionado para su movilidad o no cuentan con los medios económicos suficientes para un transporte en taxi a diario, e incluso algunos necesitan la ayuda de otra persona para moverse. Estos peatones a diario se enfrentan con escaleras, rampas con pendiente muy elevada, veredas deterioradas, lugares estrechos y con el temor de caer de la silla de ruedas.

2.2.2.3.1.3. Usuarios sensoriales

El Instituto de Desarrollo Urbano (2011), sostiene que son las personas que tienen algún tipo de discapacidad visual o auditiva, estos peatones a diario se enfrentan con:

- Huecos, desniveles, elementos extraños en veredas.
- Indiferencia de algunas personas.
- Falta de dispositivos acústicos para indicar cuando el semáforo está en verde o rojo.

Figura 15

Peatones con movilidad reducida.



Fuente: Elaboración propia.

2.2.2.3.1.4. Usuarios con síndrome

Los habitantes de la ciudad del Cusco se ven sometidos a una carga ambiental y de estrés por el tráfico vehicular principalmente en el CHC afectando su salud.

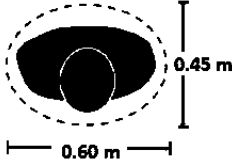
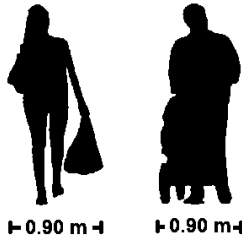

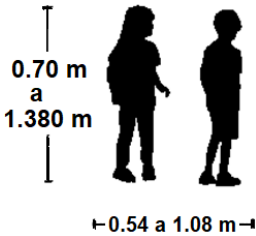
- **Persona con trastorno de pánico:** Personas con temor de cruzar una calle por haber sufrido un accidente de tránsito. (Instituto de Desarrollo Urbano, 2011, p24).
- **Persona con trastorno de vértigo:** Personas que se sienten incómodas al pasar por un puente peatonal por tener temor a las alturas por consiguiente transitan a nivel del piso y utilizando el paso de cebra. (Instituto de Desarrollo Urbano, 2011, p24).

2.2.2.4. Espacio físico requerido para diferentes tipos de peatones.


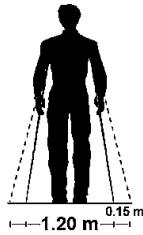
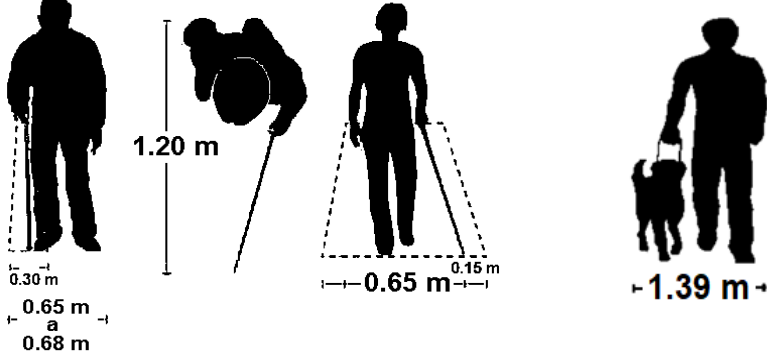
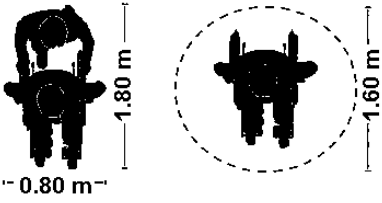
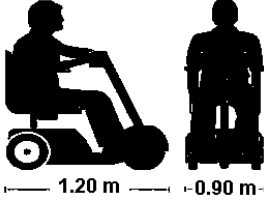
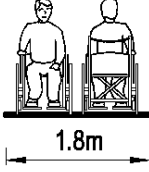
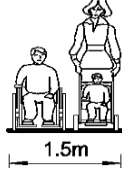
El NZ Transport Agency (2009), expresa que se debe tener presente el siguiente cuadro al momento de diseñar la infraestructura peatonal:

Figura 16

Medidas antropométricas para peatones

Características de los tipos de peatones	Medidas antropométricas
Un adulto quieto, ocupa un ancho de 0.45 m por 0.60 m de largo. (Banco Interamericano de Desarrollo, s.f.).	
Un adulto desplazándose con carga o con coche para bebe requiere un ancho de 0.90 m. por 1.50 m a 2.00 m de longitud (Banco Interamericano de Desarrollo, s.f.).	
La persona que transporta mercadería en una carretilla necesita mínimo entre 1.50 m y 2.50 m de longitud. (Banco Interamericano de Desarrollo, s.f.).	Los niños de 6 a 12 años requieren un ancho de 0.54 m a 1.08 m y una altura de 0.70 m a 1.38 m. (Banco Interamericano de Desarrollo, s.f.).
	



Peatón con andadera	Peatón con muletas
 <p style="text-align: center;">0.60 m</p>	 <p style="text-align: center;">1.20 m 0.15 m</p>
Personas con alguna discapacidad	
 <p style="text-align: center;">0.30 m 1.20 m 0.65 m 0.15 m 1.39 m</p>	
Peatón en silla de ruedas	Peatón con scooter motorizado.
 <p style="text-align: center;">1.80 m 0.80 m</p>	 <p style="text-align: center;">1.20 m 0.90 m</p>
<p>Si dos peatones en silla de ruedas quieren pasar, se necesita un ancho libre de 1.80 metros. (NZ Transport Agency, 2009).</p>	<p>Un coche para bebe y una silla de ruedas requieren un ancho libre de 1.50 m. (NZ Transport Agency, 2009).</p>
 <p style="text-align: center;">1.8m</p>	 <p style="text-align: center;">1.5m</p>

Fuente: Adaptado de Manual de calles. Diseño vial para ciudades mexicanas. (s.f.) y traducido de NZ Transport Agency. (2009). Pedestrian planning and design guide.

2.2.2.5. Infraestructuras peatonales

2.2.2.5.1. Veredas

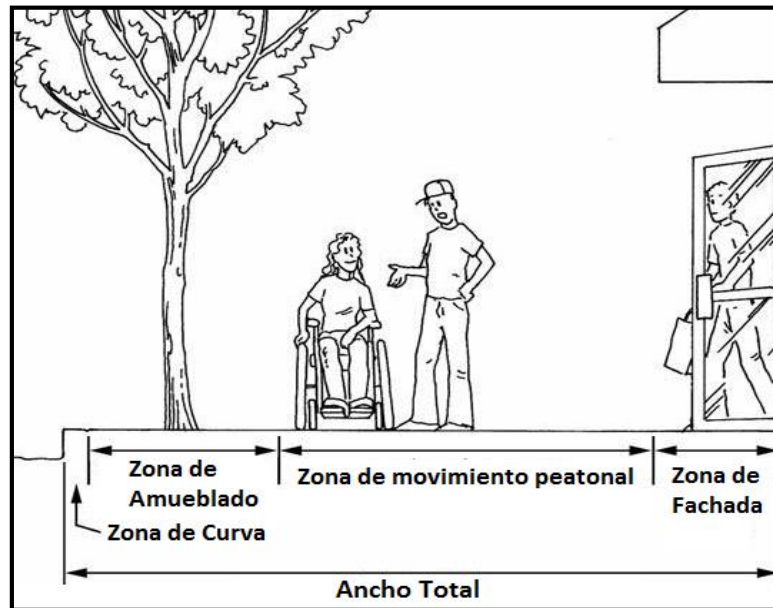
Como señala Stradi (2015), las veredas están formadas por cuatro diferentes zonas: zona de fachada del edificio, la zona peatonal, la zona de jardinera/muebles y la zona de bordillo. Las veredas son estructuras de concreto que sirven para el tránsito de diferentes tipos de peatones en nuestra ciudad y se ubica al lado derecho de las vías. Además, debe de cumplir con:



- Accesible para todos los usuarios principalmente para los PMR.
- Buen ancho efectivo.
- Brindar seguridad y comodidad.
- Ser continuo y enlazarse con el resto de la infraestructura peatonal.

Figura 17

Zonas de una vereda.



Fuente: Adaptado de Accessible sidewalks and street crossings: an informational guide (No. FHWA-SA-03-019). (2003).

2.2.2.5.1.1. Pendiente transversal y longitudinal de la vereda

En las veredas según Jerez y Torres (s.f.) la pendiente transversal máxima es 2% y la mínima es 1% mientras la pendiente longitudinal máxima es 8%, así el tránsito de peatones en silla de ruedas es cómodo.

2.2.2.5.1.2. Dimensiones mínimas en una vereda

Jerez y Torres (s.f.) afirman que, la altura máxima del bordillo debe ser 0.16 m y la altura mínima 0.10 m, pero para evitar que los vehículos invadan las veredas, deben tener una altura mínima de 0.14 m. En nuestra zona de estudio hay varios centros comerciales por consiguiente el Reglamento Nacional de Edificaciones (2021) dice que las veredas deben tener un ancho mínimo de 2.40 m en vías locales secundarias y en principales de 3.00 m.



2.2.2.5.2. Vados peatonales

Jerez y Torres (s.f.) expresa que el vado peatonal es un plano inclinado en la acera, facilita el acceso o salida de la vereda a PMR.

2.2.2.5.3. Islas de refugio o mediana

Según Lugmaña (2016), sirven para la acumulación de peatones hasta que puedan cruzar con seguridad la calzada, deben tener una altura entre 0,15 y 0,18 m por encima de la pista, así como un corredor a nivel de la autopista para PMR con un ancho libre de 1.50 m para dos sillas de ruedas y además deben tener barandas para sujetarse. Huaylinos (2015) menciona desde el punto de vista de su situación en la sección existen dos tipos básicos de medianas:

- Medianas centrales. - Separan sentidos opuestos de circulación.
- Medianas laterales. - Separan circulaciones del mismo sentido.

Figura 18

Mediana central (Mariscal Gamarra) y lateral (Av. 28 de julio).



Fuente: Elaboración propia.

2.2.2.5.4. Pasos peatonales en intersecciones semaforizadas

Según la Gerencia Municipal de Urbanismo (2000), en estas intersecciones la prioridad de paso entre caminantes y automóviles se controla con semáforos complementándose con pasos de cebra, islas de refugio, también en estas intersecciones los peatones lidian con los vehículos que giran a la derecha e izquierda y pasa por los pasos peatonales.

2.2.2.5.5. Pasos peatonales en intersecciones no semaforizadas

Según Doig (2010) son intersecciones sin semáforos, los peatones cruzan esta intersección corriendo para ganarle al automóvil o esperan bastante tiempo para cruzar sin riesgo o evitar algún accidente.

Figura 19

Paso peatonal en intersección no semaforizada e intersección semaforizada

(San Pedro-Santa Clara).

(Av. La Cultura-Calle Retiro).



Fuente: Elaboración propia.

2.2.2.5.6. Puentes peatonales

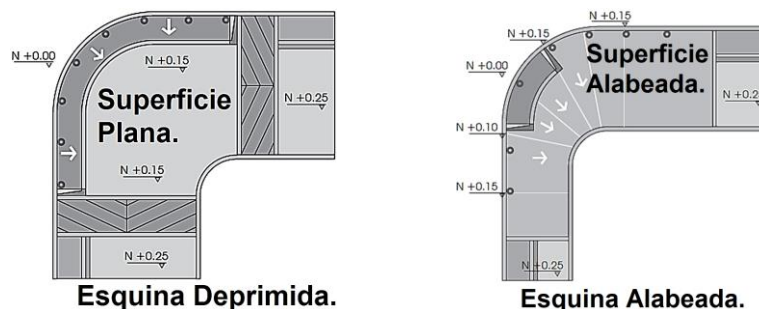
Lugmaña (2016) menciona que estas estructuras de concreto o acero permiten pasar de manera segura a los peatones y evitar que sufran algún accidente al cruzar la vía vehicular.

2.2.2.5.7. Esquina peatonal

Según Soto y Cabrera (2011), dicen que una esquina es una intersección perpendicular o en diagonal de dos o más vías peatonales (vereda).

Figura 20

Tipo de esquinas.



Fuente: Adaptado de la Guía Práctica de Movilidad Peatonal Urbana. (2011).

2.2.2.5.8. Rampas

Según Lugmaña (2016), las rampas son de gran ayuda para los PMR (por ejemplo, una madre con su coche de bebe), les sirve para descender a un túnel peatonal o ascender a un puente peatonal.



Figura 21

Rampa para subir a un puente peatonal y vado peatonal con agua y barro.

Av. La Cultura-Marcavalle



ESSALUD-Calle Micaela Bastidas



Fuente: Elaboración propia.

2.2.2.6. Variables de flujo peatonal

Guío (2011) manifiesta que se identifican dos tipos de variables en el estudio de la circulación peatonal:

- Las variables macroscópicas explican la circulación peatonal como un todo.
- Las variables microscópicas explican las interacciones entre los peatones y su comportamiento individual.

2.2.2.6.1 Variables macroscópicas

Según Guío (2011), las principales variables macroscópicas son:

- Volumen peatonal
- Velocidad de caminata
- Densidad y espacio peatonal

2.2.2.6.1.1 Volumen peatonal

Según Guío (2011), el volumen peatonal se refiere a la cantidad de viandantes que caminan por un punto o una sección transversal de una vía peatonal durante un lapso de tiempo determinado. Se expresa en personas, por hora o fracción de hora y por el ancho de la vía (pe/h/m) o (p/min/m). *Los conteos de personas se efectúan en tiempos menores a una hora, frecuentemente se miden cada 15 minutos*, para el volumen peatonal se considera el ancho de la sección transversal, expresada en metros.



2.2.2.6.1.2 Velocidad de caminata

Según el NZ Transport Agency (2009) afirma que, la velocidad con la que se desplaza la mayoría de los peatones fluctúa entre 0,8 m/s y 1,8 m/s, por consiguiente, así se puede especificar que una persona adulta con buena salud se moviliza a una velocidad de 1.5 m/s, los adultos mayores y PMR tienen una velocidad de 1.2 m/s.

El TRB (2016) declara que, la velocidad de caminata de los viandantes está influenciada por motivos de viajes, tipo de zona, condiciones climáticas, pendiente de la estructura peatonal (veredas, vados peatonales, rampas, etc.), edad del peatón, estado físico y mental del caminante, velocidad de los peatones, porcentaje de adultos mayores, etc. Por ejemplo:

- Cuando la edad de los peatones oscila entre 13 a 60 años su velocidad será 1.45 m/s pero si son peatones mayores de 60 años la velocidad será 1.3 m/s
- Cuando más del 20 % del total de peatones son adultos mayores, la velocidad de caminata del peatón será 0.9 m/s caso contrario será 1 m/s. Además, las pendientes superiores al 10% o más reducen la velocidad en 0.1 m/s.

2.2.2.6.1.3 Densidad y espacio peatonal

Guío (2011) expresa que la densidad es la relación entre la cantidad de viandantes que caben en un metro cuadrado en un determinado momento, se expresa en pe/m². Mientras que el espacio peatonal, es su inversa o sea es el área que cada peatón ocupa en un determinado instante y se expresa en m²/pe.

2.2.2.6.2 Variables microscópicas

En la opinión de Guío (2011), los variables microscópicas peatonales más importantes son:

- a) Elipse corporal
- b) Requerimiento de espacio adicional
- c) Ancho efectivo de caminata
- d) Formación de pelotones y grupos de peatones

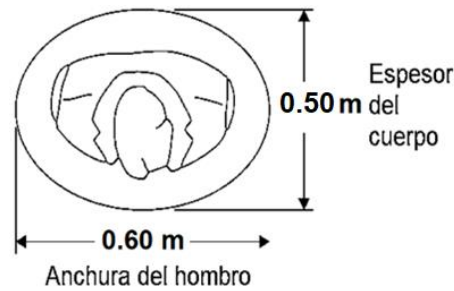
2.2.2.6.2.1 Elipse corporal

Como el TRB (2016) nos dice que, la elipse corporal tiene un ancho mínimo de 0.50 m y una longitud mínima de 0.60 m, con un área aproximada de 0.3 m², estas son las medidas mínimas y el espacio básico para un peatón sin moverse. Pero Guío (2011) dice que en la elipse corporal

debe de considerarse el movimiento de los brazos y la longitud de los pasos del peatón definiendo así un área peatonal de 0.75 m^2 .

Figura 22

Elipse del cuerpo del peatón.



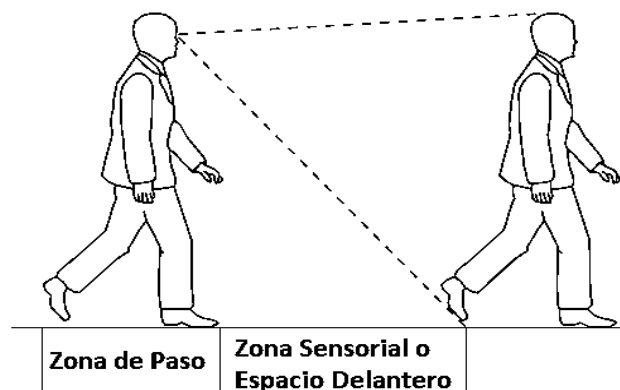
Fuente: TRB (2016).

2.2.2.6.2.2 Requerimiento de espacio adicional

El TRB (2016) nos expresa, que la velocidad del desplazamiento de un peatón y el número de peatones que pueden transitar por un punto en un determinado período de tiempo depende de la cantidad de espacio delantero, el cual está conformado por dos componentes que son la zona del paso y la zona sensorial.

Figura 23

Requisito de espacio para peatones.



Fuente: TRB (2016).

2.2.2.6.2.3 Ancho efectivo de caminata

Empleando las palabras del TRB (2016) dice que, el ancho efectivo es la porción transversal de una vía peatonal destinada al tránsito eficaz de peatones.

Figura 24

Ancho efectivo de una vereda de la Calle Suntuturwasi.



Fuente: Elaboración propia.

2.2.2.6.2.4 Formación de pelotones y grupos de peatones

Hay que tener presente la diferencia entre grupo de peatones y pelotón. Guío (2011) dice que el grupo de peatones son personas desplazándose en grupo compartiendo el viaje e interactuando voluntariamente uno con el otro de manera que su velocidad de tránsito es semejante, mientras que un pelotón, según Jerez y Torres (s.f.) son las personas que se desplazan en grupo compartiendo el viaje involuntariamente como efecto de la luz de un semáforo u otros factores.

2.2.2.7. Clasificación de los niveles de servicio



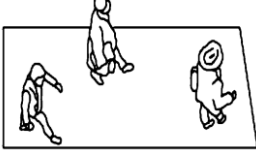
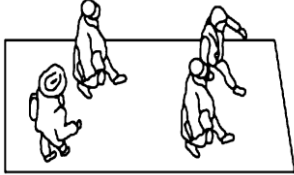
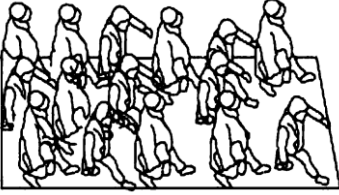
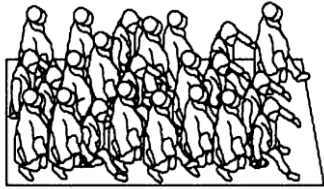
Tal como Guillén (2014) dice, es la medida de la calidad de servicio que presta la infraestructura peatonal en un determinado momento captado por el peatón. También el TRB (2016) clasifica los niveles de servicio utilizando las letras A, B, C, D, E y F, siendo la letra A, señal de la mejor calidad y la letra F, señal de la peor calidad. Según Orozco (2016), los niveles de servicio podemos clasificarlos según el tipo de flujo, de la siguiente forma:

2.2.2.7.1. Flujo continuo

Según Guillén (2014) expresa que, son áreas que cuentan con una estructura peatonal donde el desplazamiento de peatones se da sin ningún tipo de interferencias. Por ejemplo: aceras, puentes, túneles.

Figura 25

Niveles de servicio peatonal en veredas

Nivel de servicio A	
La velocidad de caminata depende de los peatones y se desplazan sin conflictos con otros peatones.	
Nivel de servicio B	
El peatón camina libremente a la velocidad de marcha que desee seleccionando una trayectoria cómoda para transitar debido a la presencia de otros.	
Nivel de servicio C	
El peatón transitar con velocidad normal, puede pasar a otros peatones que van en la misma dirección, en este nivel se pueden presentar algunos conflictos debido a que el peatón puede realizar algún cruce o se desplaza en dirección contraria.	
Nivel de servicio D	
La velocidad de marcha y el pasar a otros peatones son restringidos. Existe una alta probabilidad de conflicto debido a cruces o desplazamientos en sentidos contrarios con posibilidad de interacción y fricción entre peatones.	
Nivel de servicio E*	
Los peatones limitan su velocidad de marcha y no se pueden pasar a otros peatones por falta de espacio, en este nivel los cruces y movimientos en contra del flujo se presentan con gran dificultad.	
Nivel de servicio F*	
Los peatones tienen totalmente limitada su velocidad de marcha, existe constantemente contactos entre peatones, es imposible realiza cruces o movimientos en la dirección contraria.	

Nota. (*) En el caso de una intersección, el límite del nivel de servicio E-F es 13 ft²/p. Fuente:

Tomado del Highway Capacity Manual (2000).



2.2.2.7.2. Flujo discontinuo

Según Guillén (2014) manifiesta que, se da en intersecciones semaforizadas porque allí se produce dos flujos de peatones, algunos peatones esperan en la esquina la luz verde del semáforo para continuar su caminata, mientras otros peatones continúan su viaje en otro sentido sin interferencias, por ejemplo, en intersecciones semaforizadas.

Figura 26

Puntuación del NDS peatonal en intersecciones semaforizadas del HCM 2010 y 2016

NDS	Puntuación del nivel de servicio		Calidad
	HCM 2010	HCM 2016	
A	≤ 2.00	≤ 1.50	Excelente
B	$> 2.00 - 2.75$	$> 1.50 - 2.50$	Bueno
C	$> 2.75 - 3.50$	$> 2.50 - 3.50$	Moderado
D	$> 3.50 - 4.25$	$> 3.50 - 4.50$	Inferior
E	$> 4.25 - 5.00$	$> 4.50 - 5.50$	Malo
F	> 5.00	> 5.50	Peor

Fuente: Tomado del Highway Capacity Manual (2010) y del TRB (2016).

2.2.3. Intersección vial

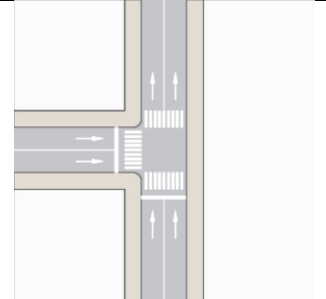
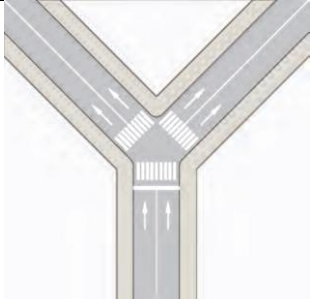
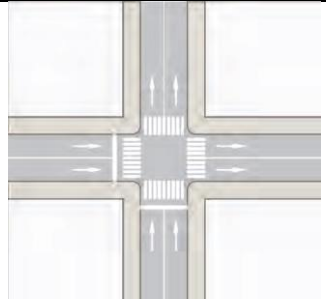
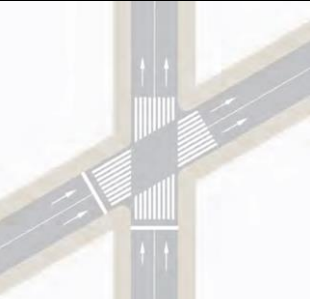

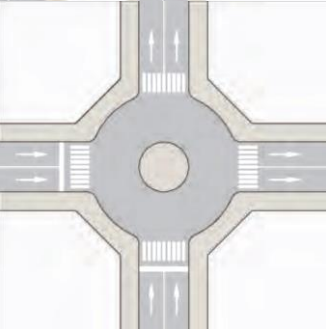
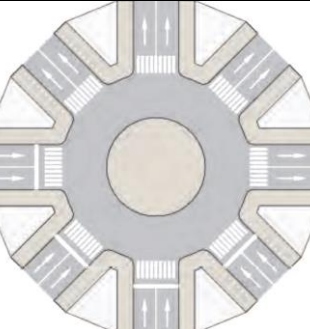
Según Corzo (2016), es el encuentro de dos o más vías donde el tráfico se mueve en diferentes direcciones. En el CHC existen varias intersecciones reguladas por semáforos debido a la gran cantidad de vehículos y peatones.

2.2.3.1. Tipología de intersecciones viales

Según el Banco Interamericano de Desarrollo (s.f.), propone una clasificación tomando en cuenta la cantidad de tramos de vía y el ángulo en que se encuentran (perpendiculares y oblicuas) por consiguiente tenemos las siguientes:

Figura 27

Tipología de intersecciones viales

Nro. de ramales	Intersecciones perpendiculares	Intersecciones oblicuas
3 Ramales	<p style="text-align: center;">En “T”</p> 	<p style="text-align: center;">En “Y”</p> 
	<p style="text-align: center;">En “Cruz”</p> 	<p style="text-align: center;">En “Equis”</p> 
<p style="text-align: center;">Ramales Múltiples Deben evitarse en medida de lo posible.</p>		<p style="text-align: center;">-</p>
<p style="text-align: center;">Rotondas</p>		

Fuente: Tomado del Manual de calles. Diseño vial para ciudades mexicanas. (s.f.).

2.2.3.2. Canalización de intersecciones viales

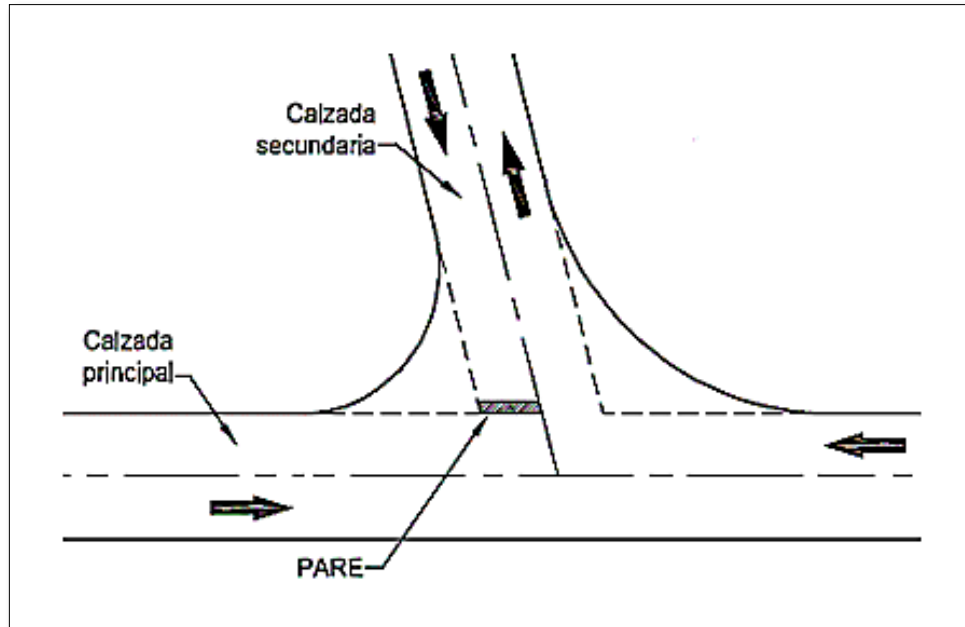
Según Bañón y Beviá (2000) se distinguen dos tipos principales de intersección:

- Intersecciones viales sin canalizar
- Intersecciones viales canalizadas (tienen mayor capacidad).

2.2.3.2.1. Intersecciones viales sin canalizar

Figura 28

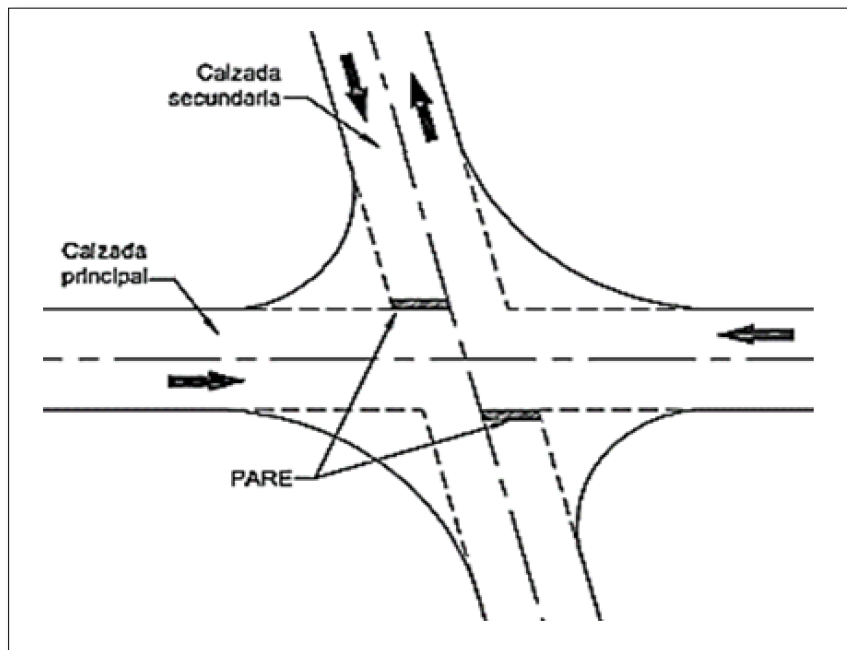
Intersección vial en "T" o "Y".



Fuente: Tomado del Manual de Diseño Geométrico de Carreteras. (2008).

Figura 29

Intersección vial en Cruz "+" o Equis "X".

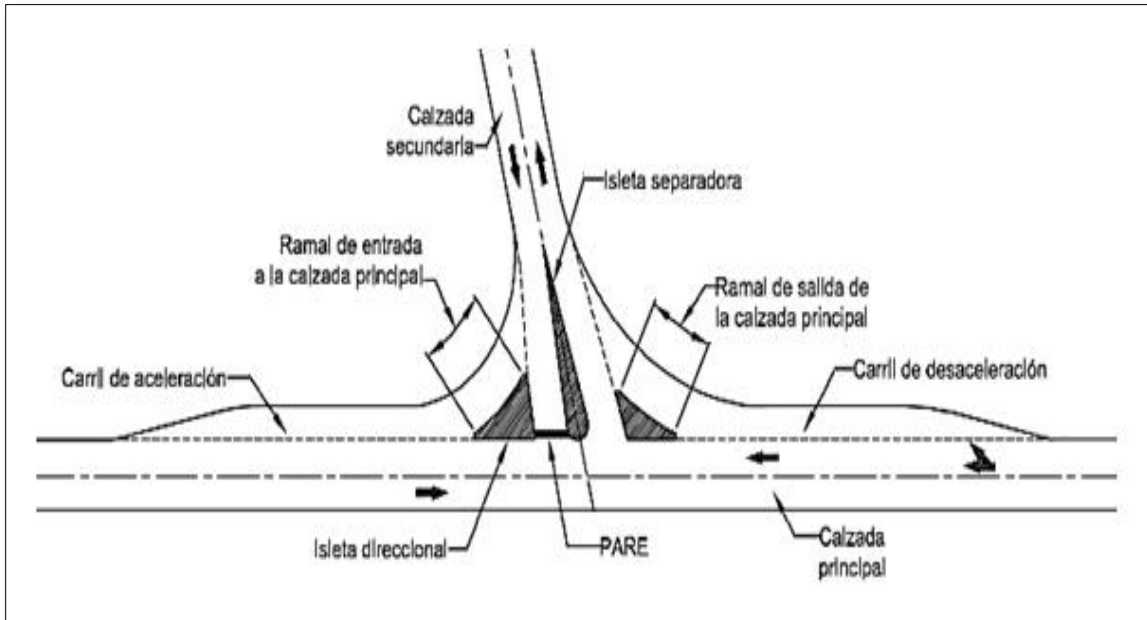


Fuente: Tomado del Manual de Diseño Geométrico de Carreteras. (2008).

2.2.3.2.2. Intersecciones viales canalizadas

Figura 30

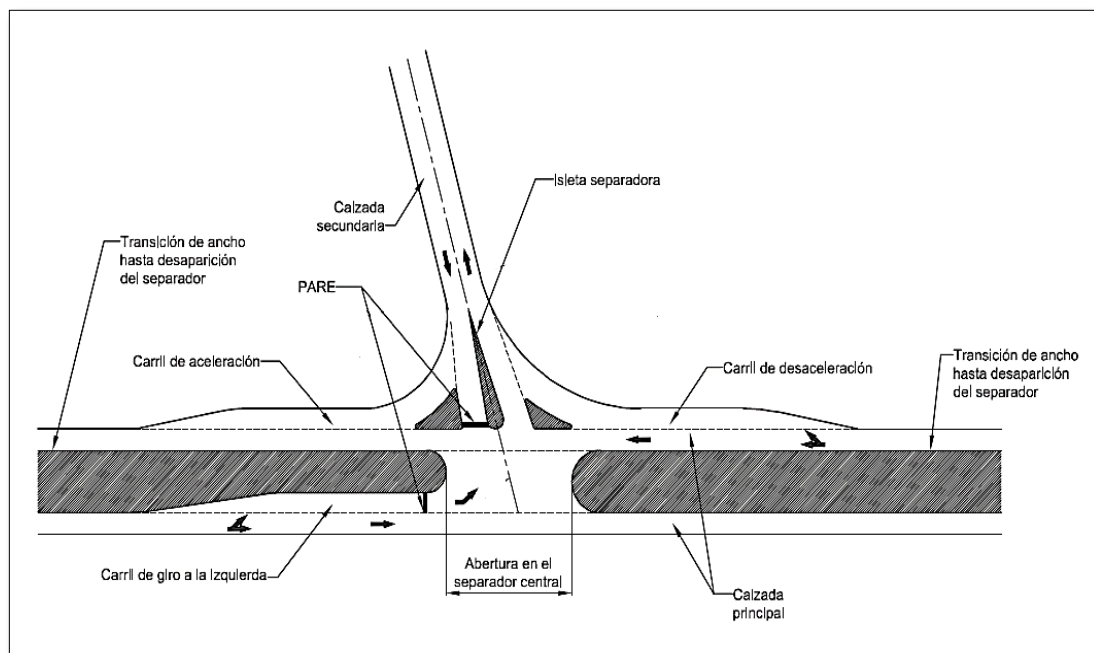
Intersección vial en "T" o "Y".



Fuente: Tomado del Manual de Diseño Geométrico de Carreteras. (2008).

Figura 31

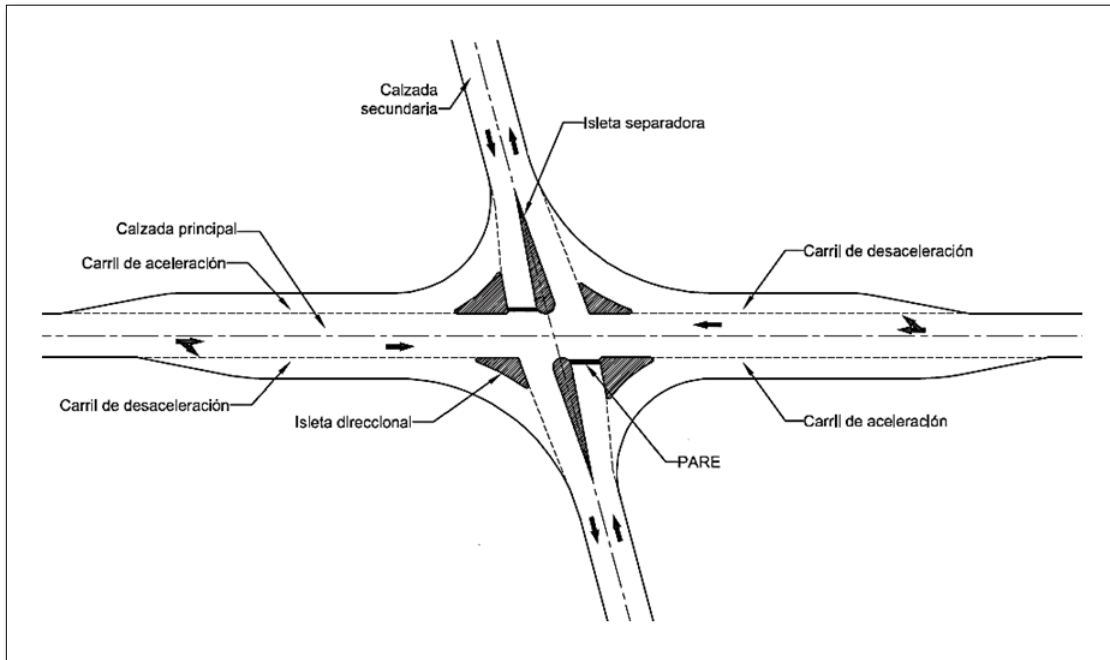
Intersección vial en "T" o "Y" con carril de giro y separador.



Fuente: Tomado del Manual de Diseño Geométrico de Carreteras. (2008).

Figura 32

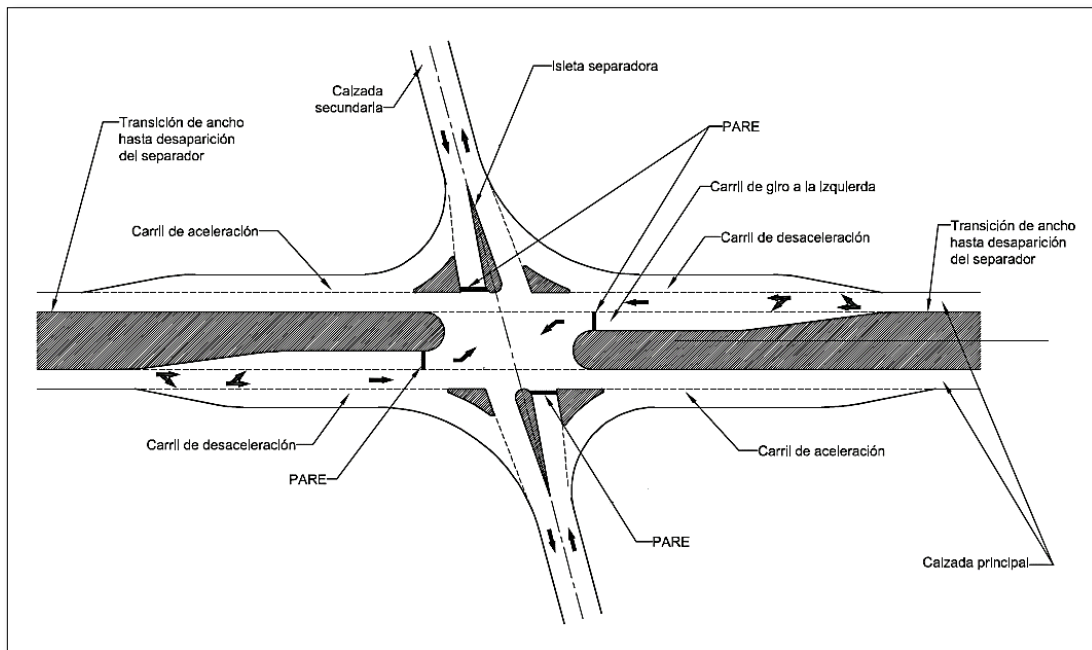
Intersección vial en cruz “+” o equis “X” con islas.



Fuente: Tomado del Manual de Diseño Geométrico de Carreteras. (2008).

Figura 33

Intersección vial en cruz “+” o equis “X” con islas y pistas para dar giro.



Fuente: Tomado del Manual de Diseño Geométrico de Carreteras. (2008).



2.2.3.3. Tipos de movimientos en una intersección

Según Bañón y Beviá (2000), en intersecciones semaforizadas se debe tener presente la disposición de los cuatro tipos de movimientos de giro dentro de la secuencia de fases:

- a) De paso.
- b) Giro permitido.
- c) Giro protegido.
- d) Giro sin oposición.

a) De paso. - El vehículo mantiene la dirección que lleva antes de pasar la intersección.

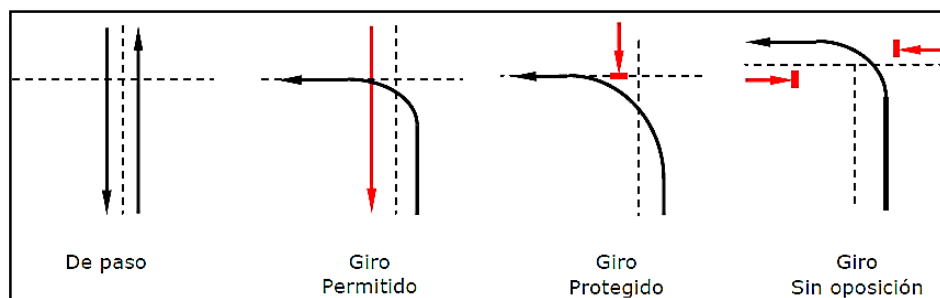
b) Giro permitido. - Cuando un vehículo tiene que atravesar un flujo vehicular o peatonal en sentido opuesto. Si el vehículo gira a la izquierda y al mismo tiempo hay movimiento de tráfico vehicular o peatonal en sentido opuesto se considerará un giro permitido, ahora si el vehículo gira a la derecha y paralelamente hay un flujo de peatones se considera un giro permitido.

c) Giro protegido. - Clavijo (2016) argumenta, estos giros protegidos son aquellos que mientras se realiza este giro, los demás movimientos en la intersección están obligados a cederle el paso para evitar que se generen conflictos. Solo los giros a la izquierda requieren de una fase exclusiva.

d) Giro sin oposición. - En esta clase de giro, el tipo de intersección o sentido del flujo vehicular no permiten que se genere conflictos o interferencias con el tráfico vehicular, los giros sin oposición se dan en intersecciones de tipo "T" que trabajan con dos fases diferentes para cada dirección o en vías de sentido único. Este tipo de giro no requiere una fase exclusiva.

Figura 34

Tipos de movimientos en una intersección vial.



Fuente: Manual de carreteras. Volumen I: elementos y proyecto. Caminos I. (2000).



2.2.3.4. Intersecciones semaforizadas (IS)

En estas intersecciones los semáforos se emplean para limitar periódicamente el tránsito del flujo vehicular o peatonal en una dirección, permitiendo el paso de otro flujo vehicular o peatonal en la otra dirección. (Otero, 2015).

2.2.3.4.1. Semáforos

Según la Secretaría de Movilidad de Medellín (s.f.) dice que los semáforos son dispositivos de control de tránsito situados en intersecciones viales para regular la circulación de vehículos, bicicletas y peatones a través de las indicaciones de luces de color rojo, amarillo y verde. Los semáforos tienen las siguientes funciones:

- Permitir el paso de una corriente vehicular mientras prohíbe el paso de la otra corriente vehicular en otra dirección.
- Mantener una circulación continua.
- Controlar la circulación por carriles.
- Reducir el número de accidentes de tránsito.
- Ordenar el tránsito peatonal y vehicular.

2.2.3.4.2. Tipos de semáforos en la zona de estudio

a) **Semáforo Vehicular.** – El diseño operacional de semáforos (2015) dice que, son utilizados en las intersecciones para detener o continuar con el tránsito vehicular. Tienen tres faros circulares que indican lo siguiente:

- **Verde.** - Los vehículos deben avanzar.
- **Ámbar o amarillo.** - Precaución.
- **Rojo.** - Los vehículos deben detenerse

Figura 35

Semáforo vehicular y peatonal.

Av. Sol – Calle Mantas Av. Garcilaso – Calle Micaela Bastidas



Fuente: Elaboración propia.

- b) **Semáforos direccionales.** - Indica el momento apropiado y la dirección a la que puede dirigirse el vehículo que puede ser al frente, a la derecha o izquierda tiene la forma de una flecha de color verde, amarillo y rojo. (Diseño operacional de semáforos, 2015).
- c) **Semáforo peatonal:** Según diseño operacional de semáforos (2015), controla y regula el tránsito de viandantes y está compuesto por dos faros uno de color rojo o verde con un contador en su interior y otro con una figura de un peatón caminando o quieto.

2.2.3.5. Intersecciones no semaforizadas

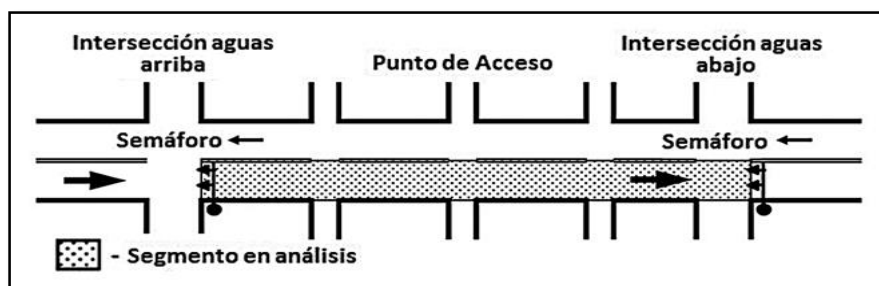
Según Otero (2015) dice que son intersecciones que no necesitan un dispositivo electrónico(semáforo) para controlar el tránsito vehicular y peatonal que se presenta allí y es debido a que la intersección no lo requiere porque su canalización, geometría y distribución de la calzada tiene la suficiente señalización.

2.2.4. Segmento urbano(SU)

Según el TRB (2016), un segmento urbano está formado por un enlace y sus puntos límites que operan como una sola unidad. El punto simboliza una intersección semaforizada y se ubica en los extremos límite del enlace, un enlace es una porción de calle urbana entre dos intersecciones semaforizadas.

Figura 36

Segmento urbano (área sombreada).



Fuente: TRB (2016).

2.2.4.1. Descripción de los elementos de entrada en el segmento urbano

2.2.4.1.1. Características del tráfico

a) Flujo vehicular de demanda en la intersección

Según el TRB (2016) lo define como, la cantidad de vehículos que llegan a la intersección durante el tiempo de estudio, dividido por la duración del tiempo de análisis.



b) Flujo vehicular en puntos de acceso

Según el TRB (2016) lo define como, la cantidad de vehículos que llegan a la intersección de puntos de acceso durante el tiempo de estudio, dividido entre el tiempo de análisis. El punto de acceso debe de ser activo, es decir que debe de tener un flujo de entrada mínimo de 10 veh/h durante el tiempo de estudio. Si el segmento urbano tuviera varios puntos de acceso inactivos, pero tienen una influencia significativa sobre el flujo vehicular entonces se tomará un punto de acceso equivalente.

c) Flujo vehicular en el segmento

Según el TRB (2016) es la cantidad de vehículos que transitan a lo largo del segmento urbano durante el tiempo de estudio, dividido entre el tiempo de análisis.

Para medir el flujo vehicular en un segmento urbano ubicamos un punto representativo que podría estar entre dos puntos de acceso o entre un punto de acceso y la intersección límite, este flujo debe medirse en varias ubicaciones y calcular un promedio.

2.2.4.1.2. Diseño geométrico

a) Número de carriles en la intersección

Según el TRB (2016) es la cantidad de carriles exclusivos para cada movimiento vehicular en la intersección límite.

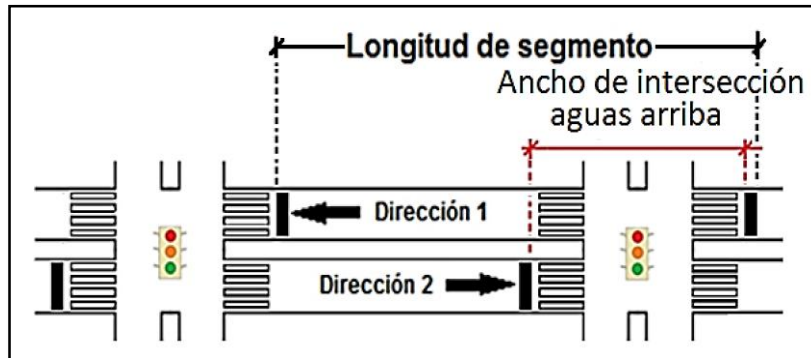
b) Ancho de intersección límite aguas arriba

Según el TRB (2016) es el ancho efectivo de la calle que cruza, se aplica a la intersección aguas arriba para una dirección dada de viaje y se mide a lo largo de la línea central del segmento urbano entre líneas de pare.

En una calle bidireccional, es la distancia entre la línea de parada (o ceda el paso) para los dos segmentos opuestos.

Figura 37

Ancho de intersección límite aguas arriba para calle bidireccional.

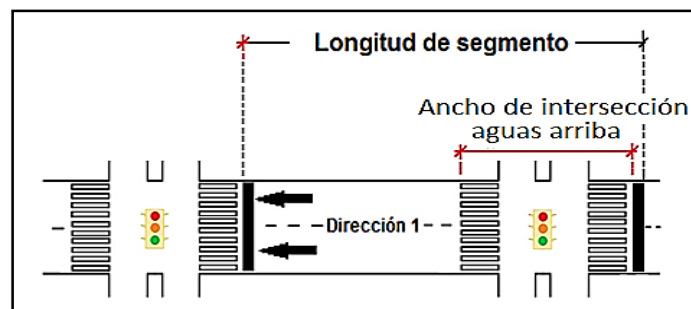


Fuente: Elaboración propia.

En una calle unidireccional, es la distancia desde la línea de parada hasta el lado más alejado del carril de tráfico.

Figura 38

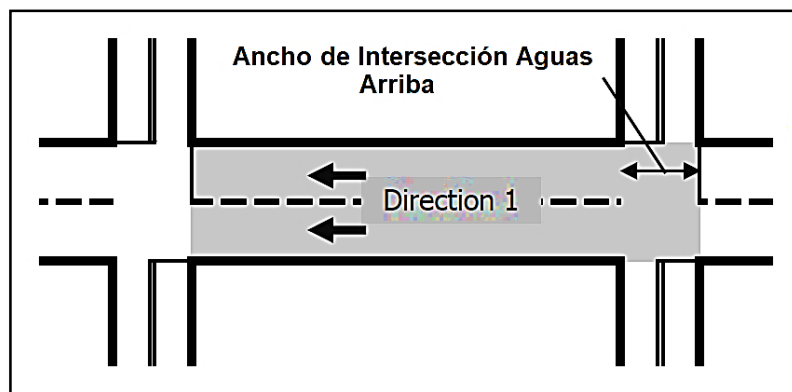
Ancho de intersección límite aguas arriba para calle unidireccional.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 39

Ancho de intersección límite aguas arriba para calle unidireccional.

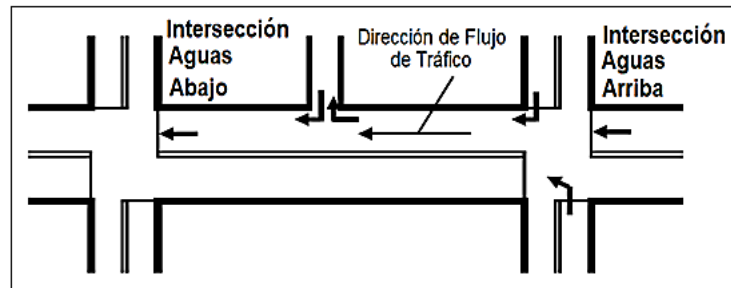


Fuente: Tomado del Highway Capacity Manual (2010).



Figura 40

Intersecciones aguas abajo y aguas arriba.



Fuente: Tomado del Highway Capacity Manual (2010).

c) Longitud de bahía de giro en la intersección limite

Según el TRB (2016) es la longitud del área destinada exclusivamente al giro de vehículos a la derecha o izquierda, se mide paralelamente al eje de la vía. Si la bahía está formada por pistas de diferentes longitudes entonces se toma una longitud promedio de las pistas de la bahía.

d) Número de carriles directos del segmento

Según el TRB (2016) es el número de carriles vehiculares existentes a lo largo de todo el segmento urbano se especifica por separado para cada dirección de viaje. Aquí no se incluyen los carriles de bahías exclusivas de giro.

e) Número de carriles en puntos de acceso

Según el TRB (2016), se refiere al número de carriles vehiculares ubicados en las intersecciones no semaforizadas para cada movimiento vehicular. La cantidad de carriles en estos puntos de acceso se determina de la misma manera que para las intersecciones semaforizadas.

f) Longitud de bahía de giro en puntos de acceso

Según el TRB (2016), se refiere a la longitud de la bahía que almacena vehículos que giran por el punto de acceso.

g) Longitud de segmento

De acuerdo con el TRB (2016) es la distancia ubicada entre las líneas de parada de las intersecciones semaforizadas limítrofes que definen el segmento urbano. Se mide desde la línea de parada (o ceda el paso) o el equivalente funcional en la dirección de desplazamiento del sujeto por la línea central de la calle, si es diferente en las dos direcciones de viaje, se usa una

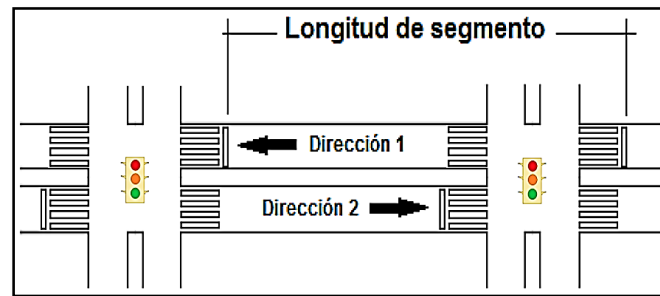


distancia promedio. Si el segmento es de tráfico vehicular bidireccional entonces se tomará una longitud promedio entre los segmentos.

Longitud del enlace = Longitud del segmento - ancho de la intersección del límite aguas arriba

Figura 41

Longitud de segmento.



Fuente: Elaboración propia.

h) Longitud de mediana restrictiva

Como dice el TRB (2016), es la extensión de la calle que tiene mediana restrictiva, medida de esquina a esquina a lo largo del eje central de la calle. Esta medida no incluye las aberturas de la mediana en la calle.

i) Proporción de segmento con solera

Como expresa el TRB (2016), es la porción de longitud del segmento urbano con solera al lado derecho, este valor se calcula para cada dirección de viaje a lo largo del segmento. Se calcula midiendo la longitud de la calle desde el principio de la sección transversal con solera hasta el fin de la sección transversal con solera, dividida entre la longitud del enlace. Pero hay que tener presente que la longitud de los vados vehiculares no debe de restar esta medida.

j) Número de aproximaciones de puntos de acceso en el segmento

Tal como expresa el TRB (2016) dice que es el número de entradas vehiculares en puntos de acceso, independiente de la demanda de tránsito que ingresa al acceso. Este número es calculado separadamente para cada lado del segmento y debe ser igual o superior al número de puntos de acceso activos.



Valor predeterminado: Si no se conoce el número de puntos de acceso, utilizamos la siguiente ecuación:

$$N_{ap,s} = 0.5 \frac{D_a L}{5,280}$$

donde:

- $N_{ap,s}$: Número de aproximaciones al punto de acceso en el lado derecho en la dirección de viaje en cuestión (puntos).
- D_a : Densidad de puntos de acceso en el segmento (puntos/mi).
- L : Longitud del segmento (pies).

Se puede determinar un número predeterminado de puntos de acceso a partir de la densidad de puntos de acceso predeterminados obtenida de la siguiente tabla:

Tabla 2

Valores predeterminados de densidad de puntos de acceso

Tipo de área	Tipo de mediana	Densidad de punto de acceso predeterminada (puntos/mi) por límite de velocidad (mi/h)						
		25	30	35	40	45	50	55
Urbano	Restrictiva	62	50	41	35	30	26	22
	Otro	73	61	52	46	41	37	33
Suburbano o rural	Restrictiva	40	27	19	12	7	3	0
	Otro	51	38	30	23	18	14	11

Fuente: Traducido de TRB (2016).

Proporción del segmento con estacionamiento en la calle

Según el TRB (2016), es la proporción resultante de la división entre la longitud de estacionamiento vehicular (paralelo o en ángulo) disponible al lado derecho del segmento entre la longitud del tramo urbano. Esta proporción se calcula para cada dirección de viaje a lo largo del segmento.

2.2.4.1.3. Otros datos

2.2.4.1.3.1. Duración del período de análisis

Según el TRB (2016) la duración del periodo de análisis será de 15 minutos a 1 hora para la evaluación del desempeño.

Análisis Operacional. - Según el TRB (2016), para un análisis operacional se emplea un periodo de análisis de 15 minutos. Cualquier período de 15 minutos de interés puede evaluarse con la metodología.

2.2.4.1.3.2. Velocidad límite

Empleando las palabras del TRB (2016) la velocidad límite puede ser usada convenientemente para estimar la velocidad de viaje. La metodología asume que la señalización de la velocidad límite es:

- a) Coherente con las calles vecinas al segmento de análisis.
- b) Coherente con las normas legales especificadas para velocidades limite.

2.2.5. Metodologías para hallar el NDS peatonal en la zona de estudio

Para el desarrollo del presente trabajo de investigación se empleó cuatro metodologías.

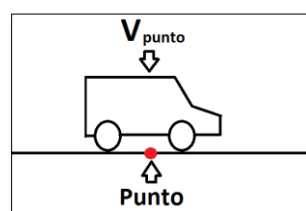
2.2.5.1. Metodología para determinar la velocidad vehicular percentil 85 en el SU

2.2.5.1.1. Definición de velocidad de punto de un vehículo

Según Reyes y Cárdenas (2007) dice que, es la velocidad de cualquier vehículo en movimiento tomada en un punto fijo o sección transversal de una vía.

Figura 42

Velocidad de punto de un vehículo.



Fuente: Elaboración propia.

2.2.5.1.2. Pasos para calcular la velocidad vehicular percentil 85 en medio del SU

Como plantea Reyes y Cárdenas (2007) los pasos son los siguientes:

Paso 1: Registro de velocidades de punto

Primero se registran las velocidades de punto de cierta cantidad de vehículos escogidos al azar en Km/h, redondeándolas al kilómetro por hora más cercano, estas velocidades se ordenan de menor a mayor como se muestra en la siguiente tabla:



Figura 43

Distribución de velocidades de punto

Velocidades (Km/h)	Número de Vehículos Observados
Velocidad 1	Cantidad de vehículos observado 1
Velocidad 2	Cantidad de vehículos observado 2
Velocidad 3	Cantidad de vehículos observado 3
...	...
Velocidad m	Cantidad de vehículos observado n

Fuente: Tomado de Ingeniería de Tránsito. Fundamentos y Aplicaciones. (2007).

Paso 2: Elaborar la tabla de distribuciones de frecuencia de velocidad de punto

Usando la siguiente tabla hallaremos el valor de “N” teniendo como dato el valor de “n” (cantidad de vehículos).

n= Número total de observaciones en la muestra (tamaño de la muestra)

N= Número de intervalos de clase (número de grupos).

Figura 44

Número de intervalos de clase por tamaño de muestra

Tamaño de muestra n	Número de intervalos N
50 - 100	7 - 8
100 - 1,000	10 - 11
1,000 - 10,000	14 - 15
10,000 - 100,000	17 - 18
Mayor de 100,000	$1 + 3,3\text{Log}_{10}(n)$

Fuente: Tomado de Ingeniería de Tránsito. Fundamentos y Aplicaciones. (2007).

Luego se calcula la amplitud total y el ancho del intervalo de clase con las siguientes formulas:

$$\text{Amplitud total} = \text{Medición velocidad máxima} - \text{Medición velocidad mínima}$$

$$\text{Ancho del intervalo de clase} = \frac{\text{Amplitud total}}{N}$$

El ancho del intervalo de clase se expresa en Km/h, si el caso lo amerita el ancho del intervalo de clase se puede redondear al valor más cercano.



Columna 1: Intervalo de clase.

Según Reyes y Cárdenas (2007) dice que los intervalos de clase están definidos por grupos de velocidad en incrementos del “ancho del intervalo de clase” expresados en Km/h, de modo que el primer intervalo (velocidad mínima - ancho del intervalo de clase/2; velocidad mínima + ancho del intervalo de clase/2) contenga la menor velocidad y en el último intervalo (velocidad máxima - ancho del intervalo de clase/2; velocidad máxima + ancho del intervalo de clase/2) contenga la mayor velocidad.

Columna 2: Punto medio: V_i

El punto medio resulta con la siguiente formula:

$$\text{Punto medio} = \left(\frac{\text{límite inferior} + \text{límite superior}}{2} \right); [\text{Km/h}]$$

Figura 45

Distribuciones de frecuencia de velocidad de punto

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)		(6)	(7)	(8)
Intervalo de Clase Grupos de Velocidad	Punto Medio	Frecuencia Observada		Frecuencia Acumulada		$(\text{Col } 2)^2$	Col3*Col2	Col3*Col6
		Abs.	Relat.	Abs.	Relat.			
(km/h)	V_i (km/h)	f_i	$\frac{f_i}{n}100$ (%)	f_{i_a}	$\frac{f_{i_a}}{n}100$ (%)	V_i^2	$f_i V_i$	$f_i V_i^2$
-								
-								
-								
-								
-								
-								
Totales-Σ								

Fuente: Tomado de Análisis estadístico de la calidad de flujo vehicular del tramo de carretera entre los distribuidores de tráfico de el guabo. (2017).

Columna 3: Frecuencia observada absoluta: f_i

Según Reyes y Cárdenas (2007) dice, es la cantidad de vehículos cuya velocidad fluctúa entre el límite inferior y el límite superior de cada Intervalo de Clase (grupo de velocidad) y la suma de las frecuencias observadas absolutas de todos los grupos debe ser igual a “n”.



Columna 4: Frecuencia observada relativa: $\frac{f_i}{n} 100$

Según Reyes y Cárdenas (2007) dice que es la frecuencia observada absoluta dividida entre “n” el tamaño de la muestra, todo esto multiplicado por 100, expresada en porcentaje y la suma de todas las frecuencias relativas debe ser igual a 100.

Columna 5: Frecuencia acumulada absoluta y relativa: f_{i_a} y $\frac{f_{i_a}}{n} (100)$

La frecuencia acumulada absoluta se calcula con la siguiente formula:

$$f_{i_a} = \sum_{i=1}^{\text{Número de intervalo}} f_i$$

La frecuencia acumulada relativa se calcula con la siguiente formula:

$$\text{Frecuencia acumulada relativa} = \frac{f_{i_a}}{n} (100)$$

Columnas 6, 7 y 8:

En estas columnas se realizan cálculos complementarios, indicados en sus cabeceras.

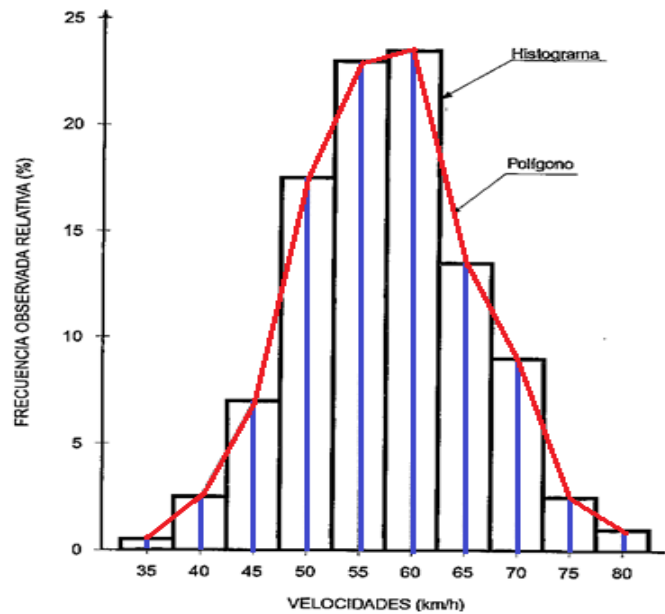
Paso 3: Representación gráfica de los datos de velocidad puntual

Para la representación gráfica de los datos de velocidad de punto se empleó el histograma de frecuencias y el polígono de frecuencias.

Para construir el histograma de frecuencias empleamos los datos de la columna 2 (punto medio) y columna 4 (frecuencia observada relativa) de la tabla de distribución de frecuencias y para construir el polígono de frecuencias se unirán los puntos medios de la cubierta de los rectángulos del histograma formando un gráfico de línea.

Figura 46

Histograma y polígono de frecuencias de velocidades de punto.



Fuente: Tomado de Ingeniería de tránsito: fundamentos y aplicaciones. (2007).

Paso 4: Valores representativos

Para describir apropiadamente las características de la distribución de velocidad puntual de un flujo vehicular son los siguientes:

4.1. Velocidad media de punto: \bar{V}_t

Se calcula de la siguiente manera:

$$\bar{V}_t = \frac{\sum_{i=1}^N (f_i V_i)}{n} = \frac{\Sigma(\text{Columna 7})}{n}$$

4.2. Desviación estándar: S

Se calcula de la siguiente formula:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N [f_i (V_i - \bar{V}_t)^2]}{n - 1}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (f_i V_i^2) - \frac{[\sum_{i=1}^N (f_i V_i)]^2}{n}}{n - 1}} = \sqrt{\frac{\Sigma(\text{Columna 8}) - \frac{[\Sigma(\text{Columna 7})]^2}{n}}{n - 1}}$$

4.3. Error estándar de la media: E

Se calcula con la siguiente expresión:

$$E = \frac{S}{\sqrt{n}}$$



4.4. Tamaño apropiado de la muestra: n

La siguiente expresión matemática nos ayudara a calcularlo:

$$n = \left(\frac{KS}{e}\right)^2$$

donde:

- e = Error permitido en la estimación de la velocidad media de todo el tránsito, el error fluctúa de ± 8 km/h a ± 1.5 km/h o menos.
- K= Número de desviaciones estándar correspondiente al nivel de confiabilidad deseado.

Los valores de la constante K y sus respectivos niveles de confiabilidad se indican en la siguiente tabla.

Figura 47

Constante correspondiente al nivel de confiabilidad

Constante K	Nivel de confiabilidad (%)
1.00	68.3
1.50	89.6
1.64	90.0
1.96	95.0
2.00	95.5
2.50	98.8
2.58	99.0
3.00	99.7

Fuente: Tomado de Ingeniería de tránsito: fundamentos y aplicaciones. (2007).

Paso 5: Determinar la velocidad vehicular percentil 85(P₈₅)

Según Reyes y Cárdenas (2007) la velocidad vehicular percentil 85 es la mayor velocidad adoptada por los conductores para desplazarse de manera segura y cómoda por una vía y se utiliza para determinar los límites de velocidad en conexión con los dispositivos de control del tránsito en dicha vía, o sea el 85 % de los conductores eligen conducir a esta velocidad o a menos velocidad.

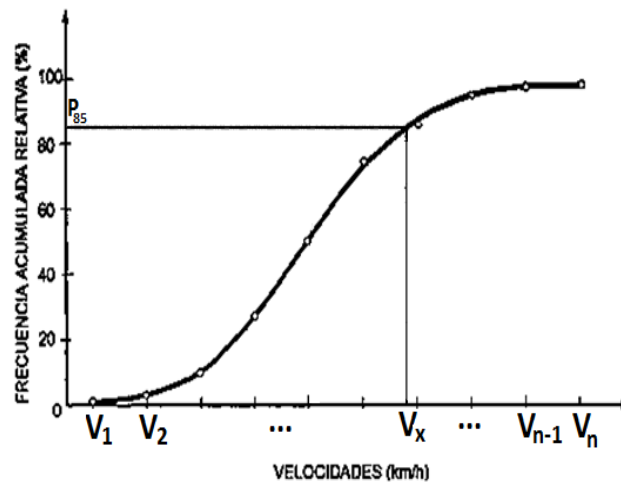
La velocidad vehicular percentil 85 es la velocidad cuando la frecuencia acumulada relativa vale 85% (Columna 5), caso contrario la velocidad vehicular percentil 85 se calcula interpolando los valores de la columna 5 (frecuencia acumulada relativa) y los valores extremos superiores de la columna 1 (intervalo de clase) de la tabla de distribuciones de frecuencia de velocidad puntual, ya que la columna 5 representa al porcentaje de vehículos que viajan a una



determinada velocidad o por debajo de esta velocidad. Mediante el grafico de la *ojiva porcentual* también podemos hallar la velocidad vehicular percentil 85 como se visualiza en el siguiente gráfico.

Figura 48

Curva de frecuencias observada y acumulada de velocidades de punto.



Fuente: Tomado de Ingeniería de tránsito: fundamentos y aplicaciones. (2007).



2.2.5.2. Metodología para calcular el tiempo de movimiento vehicular en el SU.

Según el Manual (2010) se calcula con los pasos siguientes:

Paso 1: Determinar elementos de entrada

Según el Manual (2010), los elementos de entrada se describen en la siguiente tabla:

Figura 49

Elementos de entrada.

Categoría de datos	Ubicación	Elementos de entrada
Características del tráfico	Intersección	Flujo vehicular de demanda
	Segmento	Flujo vehicular en puntos de acceso
		Flujo vehicular en el segmento
Diseño geométrico	Intersección	Número de carriles en la intersección
		Ancho de intersección aguas arriba
		Longitud de bahía de giro
	Segmento	Número de carriles del segmento
		Longitud de segmento
		Longitud de mediana restrictiva
		Proporción de segmentos con solera
		Puntos de acceso
Otros datos	Segmento	Duración del periodo de análisis
		Velocidad límite
		Distancia entre intersecciones semaforizadas

Fuente: Tomado de Highway Capacity Manual (2010).

Paso 2: Determinar el tiempo de movimiento vehicular.

1. Velocidad de flujo libre

Es la velocidad promedio de los vehículos que transitan por el segmento en condiciones de bajo volumen y sin retraso debido a la presencia de vehículos o dispositivos de tránsito. Esta velocidad se calcula con la siguiente ecuación:

$$S_f = S_{fo} * f_L$$

con:

- S_f : Velocidad de flujo libre (mi/h).

a) Velocidad de flujo libre base

Según Manual (2010) es la velocidad de flujo libre en segmentos largos, se calcula de la siguiente manera:



$$S_{f0} = S_0 + f_{CS} + f_A$$

con:

- S_{f0} : Velocidad de flujo libre base (mi/h)
- S_0 : Velocidad constante (mi/h)
- f_{CS} : Factor de ajuste para sección transversal (mi/h)
- f_A : Factor de ajuste para puntos de acceso (mi/h)

b) Velocidad constante

Se calcula con la siguiente formula:

$$S_0 = 25.6 + 0.47 * S_{pl}$$

con:

- S_{pl} : Velocidad limite (mi/h)

c) Factor de ajuste para sección transversal

Se calcula con la siguiente formula:

$$f_{cs} = 1.5 * p_m - 0.47 * p_{curb} - 3,7 * p_{curb} * p_m$$

con:

- p_m : Proporción del segmento con mediana restrictiva (decimal)
- p_{curb} : Proporción del segmento con solera del lado derecho (decimal)

Figura 50

Factor de ajuste para sección transversal

Velocidad límite (mi/h)	Velocidad Constante S_0 mi/h	Tipo de mediana	Porcentaje con mediana restrictiva (%)	Ajuste para sección transversal f_{cs} (mi/h)	
				Sin solera	Con solera
25	37.4	Restrictiva	20	0.3	-0.9
30	39.7		40	0.6	-1.4
35	42.1		60	0.9	-1.8
40	44.4		80	1.2	-2.2
45	46.8		100	1.5	-2.7
50	49.1	No restrictiva	No aplica	0	-0.5
55	51.5	Sin mediana	No aplica	0	-0.5

Fuente: Tomado de Highway Capacity Manual (2010).

d) Factor de ajuste para puntos de acceso

Se calcula con la siguiente formula:



$$f_A = -0.078 * \frac{D_a}{N_{th}}$$

con:

- D_a : Densidad de puntos de acceso en el segmento (puntos/mi).
- N_{th} : Número de pistas del segmento en la dirección de viaje.

e) Densidad de puntos de acceso en el segmento

$$D_a = 5280 * \frac{(N_{ap,s} + N_{ap,o})}{L - W_i}$$

con:

- D_a : Densidad de puntos de acceso en el segmento (puntos/mi)
- N_{th} : Número de pistas del segmento en la dirección de viaje
- $N_{ap,s}$: Número de puntos de acceso por el lado derecho en la dirección de viaje.
- $N_{ap,o}$: Número de puntos de acceso por el lado izquierdo en la dirección opuesta de viaje.
- W_i : Ancho de intersección semaforizada aguas arriba (ft)
- L : Longitud de segmento (ft).

Figura 51

Factor de ajuste para puntos de acceso.

Densidad de puntos de acceso, D_a (puntos/mi)	Ajuste para puntos de acceso por pista f_a (mi/h)			
	1 pista	2 pista	3 pista	4 pista
0	0	0	0	0
2	-0.2	-0.1	-0.1	0
4	-0.3	-0.2	-0.1	-0.1
10	-0.8	-0.4	-0.3	-0.2
20	-1.0	-0.8	-0.5	-0.4
40	-3.1	-1.6	-1	-0.8
60	-4.7	-2.3	-1.6	-1.2

Fuente: Tomado de Highway Capacity Manual (2010).

f) Ajuste por espaciamento de señales

Se emplea la siguiente ecuación:

$$f_L = 1.02 - 4.7 * \left(\frac{S_{fo}^{-19.5}}{\max(L_s, 400)} \right) \leq 1,0$$

con:

- f_L : Factor de ajuste por espaciamento de señales (Adimensional)
- S_{fo} : Velocidad de flujo libre base (mi/h)



- L_s : Distancia entre intersecciones semaforizadas adyacentes (ft)

2. Factor de ajuste por proximidad entre vehículos

Se calcula con la siguiente ecuación:

$$f_v = \frac{2}{1 + \left(1 - \frac{V_m}{52.8 * N_{th} * S_f}\right)^{0.21}}$$

con:

- f_v : Factor de ajuste por proximidad
- V_m : Razón de flujo de demanda en el segmento (veh/h)
- N_{th} : Número de pistas del segmento en la dirección de viaje
- S_f : Velocidad de flujo libre (mi/h).

3. Demora debido al giro de vehículos a la derecha e izquierda

Esta demora se produce cuando un vehículo gira desde la calle principal a un punto de acceso (intersección no semaforizada ubicado dentro del segmento), produciendo una demora en los vehículos que se encuentran detrás de él, y que no giraran reduciendo su velocidad por la espera. Esta demora se vuelve significativa si en todo el trayecto del segmento existen varios puntos de acceso y mucho giran por allí. Este retraso se multiplica por el número de puntos de acceso presentes en el segmento urbano.

Figura 52

Demora por giro de vehículos a la derecha o izquierda en un punto de acceso

Volumen en el segmento (veh/h/carril)	Demora según número de pistas (s/veh/punto)		
	1 pista	2 pistas	3 pistas
200	0.04	0.04	0.05
300	0.08	0.08	0.09
400	0.12	0.15	0.15
500	0.18	0.25	0.15
600	0.27	0.41	0.15
700	0.39	0.72	0.15

Fuente: Tomado de Highway Capacity Manual 2010.



3.1. Demora debido a giros a la derecha

La demora resultante se calcula con:

$$d_{ap,r} = 0.67 * d_{t/r} * \frac{P_{RT}}{1 - P_{LT} - P_{RT}}$$

donde:

- $d_{ap,r}$: Demora media vehicular debido a giros a la derecha, s/veh
- $d_{t/r}$: Demora vehicular por maniobra de giro a la derecha, s/veh
- P_{RT} : Proporción de vehículos girando a la derecha en la corriente de tránsito
- P_{LT} : Proporción de vehículos girando a la izquierda en la corriente de tránsito

Las siguientes formulas ayudaran a determinar la demora debido a giros a la derecha.

a) Calcular la velocidad mínima para el primer vehículo en seguimiento, u_m :

$$u_m = 1.47 * S_f - r_d (H_1 - h_{\Delta < h < H_1}) \geq u_{rt}$$

con:

$$h_{\Delta < h < H_1} = \frac{1}{\lambda} + \frac{\Delta - H_1 * e^{-\lambda(H_1 - \Delta)}}{1 - e^{-\lambda(H_1 - \Delta)}}$$

$$H_1 = \frac{1.47 * S_f - u_{rt}}{r_d} + t_c + \frac{L_v}{1.47 * S_f} > \Delta$$

$$\lambda = \frac{1}{\frac{1}{q_n} - \Delta}$$

$$q_n = \frac{v_a}{3600 * n}$$

con:

- u_m : Velocidad mínima del primer vehículo que es retrasado, ft/s
- u_{rt} : Velocidad de giro a la derecha, ft/s
- $h_{\Delta < h < H_1}$: Tiempo de espaciamiento medio de los intervalos entre Δ y H_1 , s/veh
- Δ : Tiempo de espaciamiento mínimo vehicular (usar 1,5 s), s/veh
- H_1 : Tiempo de espaciamiento máximo que puede tener el primer vehículo en seguimiento y aún incurrir en demora, s/veh
- r_d : Razón de desaceleración (usar 6,7 ft/s²), ft/s²
- t_c : Tiempo de despeje del vehículo girando a la derecha (usar 0,6 s).
- L_v : Espaciamiento vehicular medio en una cola de detención (usar 25 $\frac{ft}{veh}$), $\frac{ft}{veh}$
- λ : Parámetro de velocidad de flujo, veh/s
- q_n : Flujo de pista exterior, veh/s
- v_a : Flujo en la aproximación al punto de acceso, veh/h



- n: Número de pistas en la aproximación al punto de acceso.

La velocidad de giro a la derecha u_{rt} puede ser sensible a la geometría del punto de acceso, esta puede variar de 15 a 25 ft/s para radios de giro que varían de 20 a 60 ft respectivamente.

Una velocidad de giro de 20 ft/s se puede utilizar cuando no se dispone de información para hacer una estimación más precisa.

b) Calcular la demora del primer vehículo en seguimiento, d_1 :

$$d_1 = \frac{(1.47 * S_f - u_m)^2}{2(1.47 * S_f)} * \left(\frac{1}{r_d} + \frac{1}{r_a} \right)$$

Con:

- d_1 : Demora condicional del primer vehículo en seguimiento, s
- r_a : Razón de aceleración (usar 3,5 ft/s²), ft/s².

c) Calcular la demora del segundo vehículo en seguimiento, d_2 .

$$d_2 = d_1 - (h_{\Delta < h < H_2} - \Delta)$$

Con:

$$h_{\Delta < h < H_2} = \frac{1}{\lambda} + \frac{\Delta - H_2 * e^{-\lambda(H_2 - \Delta)}}{1 - e^{-\lambda(H_2 - \Delta)}}$$

$$H_2 = d_1 + \Delta$$

Con:

- d_2 : Demora condicional del segundo vehículo en seguimiento, s

d) Calcular la demora del tercer y los subsiguientes vehículos, d_i ($i = 3, 4, \dots$).

$$d_i = d_{i-1} - (h_{\Delta < h < H_i} - \Delta)$$

Con:

$$h_{\Delta < h < H_i} = \frac{1}{\lambda} + \frac{\Delta - H_i * e^{-\lambda(H_i - \Delta)}}{1 - e^{-\lambda(H_i - \Delta)}}$$

$$H_i = d_{i-1} + \Delta$$

Con:

- d_i : Demora condicional del i-ésimo vehículo en segundo ($i = 2, 3, 4, \dots$), s



Este punto se debe repetir para el tercero y los subsiguientes vehículos hasta que la demora calculada para el vehículo i sea inferior a 0,1 segundos. En general, este criterio de demora se cumple para los primeros dos o tres vehículos.

e) Calcular la proporción de vehículos girando a la derecha en la pista derecha P_R .

$$P_R = P_{RT} * n \leq 1.0$$

con:

- P_R : Proporción de vehículos girando a la derecha en la pista derecha

f) Calcular la demora vehicular por maniobra de giro a la derecha, $d_{t/r}$.

La demora vehicular para los dos primeros vehículos se determina utilizando la siguiente:

$$d_{t/r} = d_1 (1 - e^{-\lambda(H_1 - \Delta)})(1 - P_R) + d_2 (1 - e^{-\lambda(H_1 - \Delta)}) (1 - e^{-\lambda(H_2 - \Delta)}) (1 - P_R)^2$$

Si tres o más vehículos son retrasados, entonces se debe agregar un término adicional a la ecuación anterior para cada vehículo subsecuente, en esta situación, la ecuación se aplica a todos los vehículos retrasados:

$$d_{t/r} = \sum_{i=1}^{\infty} \left[d_i * \prod_{j=1}^i (1 - e^{-\lambda(H_j - \Delta)}) * (1 - P_R)^i \right]$$

3.2. Demora debido a giros a la izquierda

Los procedimientos anteriores junto con las fórmulas, también sirven para calcular la demora debido a giros a la izquierda, y viceversa.

4. Demora ocasionada por otros factores

Según el Manual (2010), la velocidad de un vehículo dentro de un segmento urbano puede verse reducido por otros factores como paraderos, estacionamientos, rompemuelleres, etc. No obstante, la metodología presente solo considerará procedimientos para calcular la demora causada por los vehículos que giran a la derecha o izquierda.

5. Tiempo de movimiento vehicular en medio del segmento

Según el Manual (2010) se calcula con la siguiente ecuación:

$$t_R = \frac{6 - l_1}{0.0025L} f_x + \frac{3600L}{5280S_f} f_v + \sum_{i=1}^{N_{ap}} d_{ap,i} + d_{other}$$



Con:

$$f_x = \begin{cases} 1; & \text{Para movimientos controlados por semáforo o señales de PARE.} \\ 0; & \text{Para movimiento no controlado.} \\ \text{Mínimos } (V_{th}/C_{th}; 1) & \text{para movimientos controlados por ceda el paso.} \end{cases}$$

con:

- t_R : Tiempo en movimiento en el segmento (s).
- l_1 : Tiempo de puesta en marcha (s).

$$l_1 = \begin{cases} 2 \text{ (s); si es semaforizada} \\ 2.5 \text{ (s); si es pare o ceda el paso} \end{cases}$$

- L : Longitud del segmento (ft).
- f_x : Factor de ajuste según el tipo de control de la intersección.
- v_{th} : flujo de vehículos llegando a la intersección (veh/h).
- c_{th} : número máximo de vehículos que pueden llegar en la intersección (Veh/h).
- N_{ap} : número de puntos de accesos con influencia en el tiempo en movimiento en el segmento, $N_{ap} = N_{ap,s} + p_{ap,lt}N_{ap,o}$, (puntos).
- $N_{ap,s}$: Número de puntos de acceso en el lado derecho de la dirección de viaje, (puntos).
- $N_{ap,o}$: Número de puntos de acceso en el lado derecho opuesto a la dirección de viaje, (puntos).
- $p_{ap,lt}$: Proporción de $N_{ap,o}$ accesible con un giro a la izquierda desde la dirección sujeta de viaje
- $d_{ap,i}$: Demora debido a giros a la izquierda y derecha desde la calle hasta los puntos de acceso a la intersección i , (s/veh).
- d_{other} : Demora debido a otras fuentes a lo largo del segmento, (s/veh).

2.2.5.3. Metodología para calcular el NDS peatonal en una IS (versión HCM 2010).

Según el Manual (2010) los pasos son los siguientes:

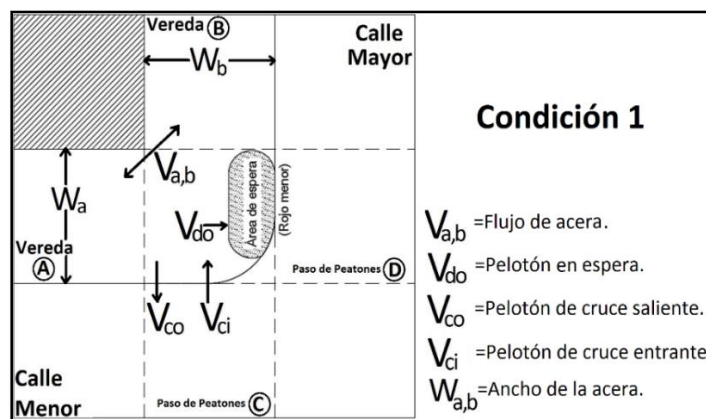
2.2.5.3.1. Condiciones de flujo

Hay dos condiciones de flujo.

a) **Condición 1.** - Los transeúntes cruzan la calle menor y otros transeúntes esperan en la esquina para cruzar la calle mayor.

Figura 53

Condición 1: Cruce de la calle menor.

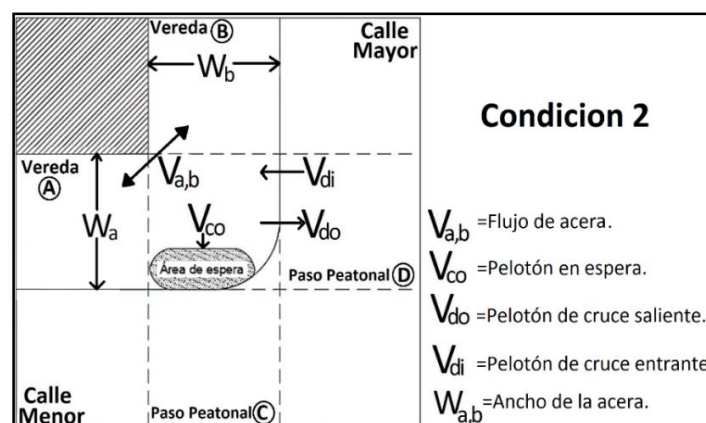


Fuente: Traducido de Highway Capacity Manual (2010).

b) **Condición 2.** - Los transeúntes cruzan la calle mayor y otros transeúntes esperan en la esquina para cruzar la calle menor.

Figura 54

Condición 2: Cruce de la calle mayor.



Fuente: Traducido de Highway Capacity Manual (2010).



2.2.5.3.2. Tiempo efectivo de caminata

En intersecciones semaforizadas los peatones frecuentemente inician su caminata segundos antes que aparezca la indicación de caminar, generalmente durante la indicación intermitente de no caminar, la estimación de este tiempo adicional de caminata es de 4 segundos.

Las condiciones para estimar el tiempo efectivo de caminata son:

Si el servicio a los peatones es:

(a) Activado con una señal peatonal y la fase verde intermitente o ámbar no está habilitada, entonces:

$$g_{walk} = Walk + 4$$

(b) Activado con una señal peatonal, entonces:

$$g_{walk} = Walk + 4$$

(c) Activado con una señal peatonal verde y una fase verde intermitente o ámbar habilitado, entonces:

$$g_{walk} = D_p - Y - R_c - PC + 4$$

Caso contrario (si no existe señales peatonales)

$$g_{walk} = D_p - Y - R_c$$

Con

- g_{Walk} = Tiempo efectivo de caminata (s),
- Walk = Indicación de caminar (s),
- PC = Fase verde (s),
- D_p = Duración de la fase (s),
- Y = Fase ámbar (s), y
- R_c = Fase roja de despeje (s).

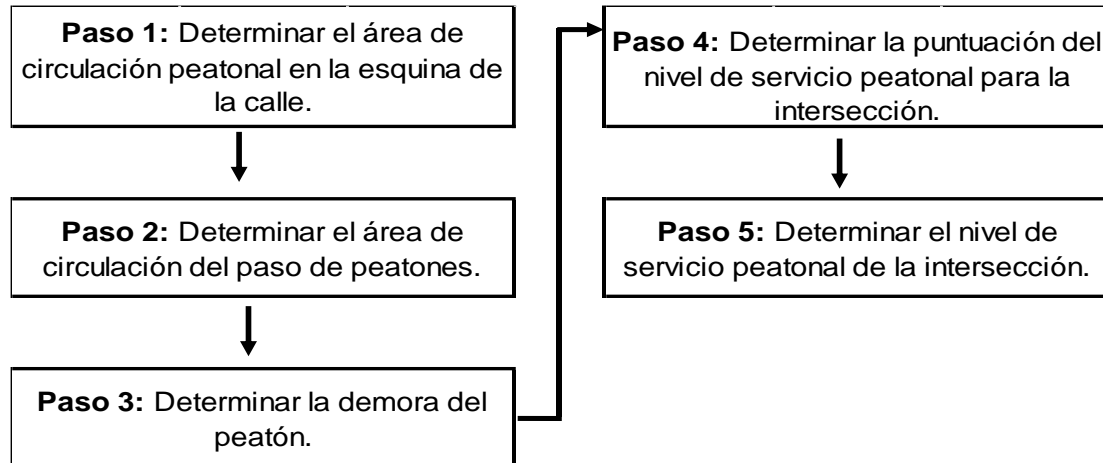


2.2.5.3.3. Pasos para determinar el NDS peatonal en IS (versión HCM 2010)

Según el Manual (2010), se utiliza los pasos siguientes:

Figura 55

Pasos para calcular los NDS peatonal en intersecciones semaforizadas.



Fuente: Traducido de Highway Capacity Manual (2010).

Paso 1: Determinar el área de circulación peatonal en la esquina de la calle.

a) Calcular el espacio - tiempo disponible

Se calcula con la siguiente ecuación:

$$TS_{corner} = C (W_a W_b - 0.215 R^2)$$

donde

- TS_{corner} = Espacio - tiempo disponible en la esquina (ft²-s).
- C = Longitud de ciclo (s).
- W_a = Ancho total de la acera A (ft).
- W_b = Ancho total de la acera B (ft).
- R = Radio de la curva de la esquina (ft).

Si el radio del bordillo de la esquina es mayor que W_a o W_b , entonces la variable R debe ser igual al ancho más pequeño de W_a o W_b .

b) Calcular el tiempo de espera en el área de retención

Es el tiempo que esperan los peatones para cruzar la calle cuando salen de la esquina en estudio, suponiendo que las llegadas de transeúntes se distribuyen uniformemente durante el ciclo.



Para la condición 1:

$$Q_{tdo} = \frac{N_{do} (C - g_{walk,mi})^2}{2C}$$

Con

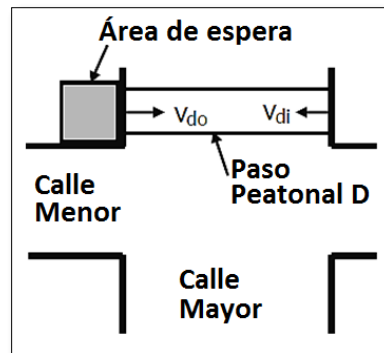
$$N_{do} = \frac{V_{do}}{3600} C$$

Con:

- Q_{tdo} = Tiempo total empleado por los peatones que esperan cruzar la calle mayor durante un ciclo (p.s).
- N_{do} = Número de peatones que llegan a la esquina en cada ciclo para cruzar la calle mayor (p).
- $g_{Walk,mi}$ = Tiempo efectivo de caminata para la fase de la calle menor (s)
- C = Longitud de ciclo (s).
- V_{do} = Flujo de peatones que llegan a la esquina para cruzar la calle mayor (p/h).

Figura 56

Configuración del paso de peatones D.



Fuente: Tomado del Highway Capacity Manual (2010).

Si el servicio a los peatones es:

- (a) Activado con una señal peatonal y la fase verde intermitente o ámbar no está habilitada, entonces:

$$g_{Walk, mi} = Walk_{mi} + 4$$

- (b) Activado con una señal peatonal, entonces:

$$g_{Walk, mi} = Walk_{mi} + 4$$



(c) Activado con una señal peatonal verde y una fase verde intermitente o ámbar habilitado, entonces:

$$g_{Walk, mi} = D_{p, mi} - Y_{mi} - R_{c, mi} - PC_{mi} + 4$$

Caso contrario (si no existen señales peatonales)

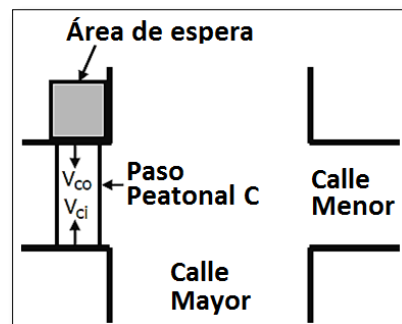
$$g_{Walk, mi} = D_{p, mi} - Y_{mi} - R_{c, mi}$$

Con

- $g_{walk,mi}$ = Tiempo efectivo de caminata de la calle menor (s).
- $Walk_{mi}$ = Indicación de caminar de la calle menor (s).
- PC_{mi} = Fase verde de la calle menor (s).
- $D_{p,mi}$ = Duración de la fase de la calle menor (s).
- Y_{mi} = Fase ámbar de la calle menor (s).
- $R_{c_{mi}}$ = Fase roja de despeje de la calle menor (s).

Figura 57

Configuración del paso de peatones C.



Fuente: Tomado del Highway Capacity Manual (2010).

En la Condición 2, las ecuaciones anteriores se repiten para calcular el tiempo del área de espera para los peatones que esperan cruzar la calle menor Q_{tco} . En este caso, el término subíndice "do" se sustituye con el término "co" para denotar a los peatones que llegan a la esquina para cruzar en el paso peatonal C. Del mismo modo, el término subíndice "mi" se reemplazan con "mj" para denotar el tiempo de la señal variables asociadas a la fase de servicio de la calle mayor a través del movimiento.

c) Calcular la circulación espacio - tiempo.

Se calcula con la fórmula siguiente:

$$TS_c = TS_{corner} - [5(Q_{tdo} + Q_{tco})]$$



Con

- TS_c : Espacio - tiempo disponible para peatones circulantes (ft^2 -s).

d) Calcular el área de circulación peatonal en la esquina de la calle

Se calcular con la siguiente ecuación:

$$M_{corner} = \frac{TS_c}{4 * N_{tot}}$$

Con

$$N_{tot} = \frac{V_{ci} + V_{co} + V_{di} + V_{do} + V_{a,b}}{3600} C$$

Con

- M_{corner} = Área de circulación de la esquina por peatón (ft^2/p).
- N_{tot} = Número total de peatones circulantes que llegan a cada ciclo (p).
- V_{ci} = Flujo de peatones que llegan a la esquina después de cruzar la calle menor (p/h).
- V_{co} = Flujo de peatones que llegan a la esquina para cruzar la calle menor (p/h).
- V_{di} = Flujo de peatones que llegan a la esquina después de cruzar la calle principal (p/h).
- V_{do} : Flujo de peatones que llegan a la esquina para cruzar la calle principal (p/h).
- $V_{a,b}$ = Flujo de peatones que viajan por la esquina de la acera A hasta la B, o viceversa (p/h).

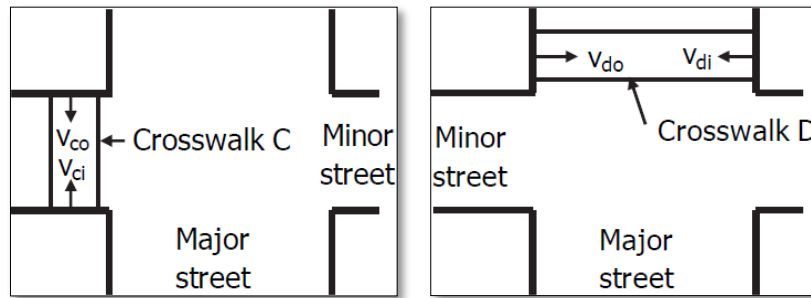
Paso 2: Determinar el área de circulación del paso de peatones

Este paso describe un procedimiento para evaluar el rendimiento de un paso peatonal. Se repite para cada paso peatonal de interés.

El procedimiento a seguir describe la evaluación del paso peatonal "D" en la figura (es decir, cruce peatonal en la calle principal). El procedimiento se repite para evaluar el paso peatonal "C" la figura. Para la segunda aplicación, las letras del subíndice "do" y "di" se reemplazan con las letras "co" y "ci", respectivamente, para indicar a los peatones asociados con el paso de peatones C. Del mismo modo, la letra "d" del subíndice se reemplaza con la letra "c" para indicar la longitud y el ancho del cruce peatonal "C". Además, las letras del subíndice "mi" se reemplaza por "mj" para indicar variables de la señal asociadas con la fase del movimiento calle principal.

Figura 58

Representación de los pasos peatonal “D” y “C”.



Fuente: Tomado del Highway Capacity Manual (2010).

a) Velocidad de marcha establecida

La velocidad media de los peatones caminando S_p es necesaria para evaluar el desempeño en las esquinas y los pasos peatonales.

Las investigaciones indican que la velocidad al caminar está influenciada por la edad del peatón y la pendiente de la vereda. Por consiguiente, si más del 20% de todos los peatones que transitan por la vereda del segmento son mayores de 65 años, se recomienda una velocidad promedio de caminata de 3.3 ft/s, caso contrario la velocidad promedio de caminata será 4.0 ft/s para la evaluación de intersecciones. Además, una pendiente de más de 10% reduce la velocidad al caminar en 0.3 ft/s.

b) Calcular el espacio-tiempo disponible

Se calcula de la siguiente manera:

$$TS_{cw} = L_d W_d g_{walk,mi}$$

Con:

- TS_{cw} : Espacio - tiempo disponible (ft²-s).
- L_d : Longitud del paso de peatones D (ft).
- W_d : Ancho efectivo del paso de peatones D (ft).
- $g_{walk,mi}$: Tiempo efectivo de caminata para la fase de la calle secundaria (s).

c) Calcular el espacio – tiempo efectivo disponible

Se puede calcular de la siguiente manera:

$$TS^*_{cw} = TS_{cw} - TS_{tv}$$

$$TS_{tv} = 40N_{tv}W_d$$

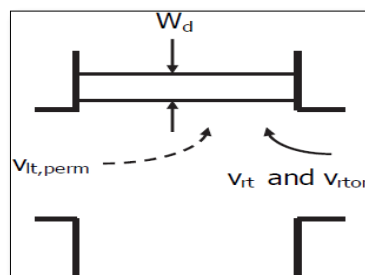
$$N_{tv} = \frac{V_{lt,perm} + V_{rt} - V_{rtor}}{3600} C$$

Con:

- TS^*_{cw} = Tiempo-espacio disponible para el cruce de peatones ($ft^2 - s$).
- TS_{tv} = Tiempo-espacio ocupado por vehículos que giran ($ft^2 - s$).
- N_{tv} = Número de vehículos que giran durante la fase verde y la fase verde intermitente (veh).
- $V_{lt,perm}$ = Flujo de vehículos que giran a la izquierda permitida (veh/h).
- V_{rt} = Flujo de vehículos que giran a la derecha (veh/h).
- V_{rtor} = Flujo de vehículos que giran a la derecha durante la fase rojo (veh/h).

Figura 59

Representación de los movimientos de vehículos.



Fuente: Tomado del Highway Capacity Manual (2010).

Los vehículos que giran a la derecha o izquierda son los que reciben una indicación de luz verde al mismo tiempo que los peatones para cruzar el paso peatonal por consiguiente existe una interferencia entre transeúntes y vehículos.

d) Calcular el tiempo de servicio peatonal

Este tiempo es el tiempo transcurrido que se inicia con la salida del primer transeúnte desde la esquina hasta la llegada del último transeúnte al otro lado del paso peatonal.

- Si el ancho del paso peatonal W_d es mayor que 10 ft, entonces:

$$t_{ps, do} = 3.2 + \frac{L_d}{S_p} + 2.7 \frac{N_{ped, do}}{W_d}$$



- Si el ancho del paso peatonal W_d es menor o igual a 10 ft, entonces:

$$t_{ps, do} = 3.2 + \frac{L_d}{S_p} + 0.27 \frac{N_{ped,do}}{W_d}$$

Con

$$N_{ped,do} = N_{do} \frac{C - g_{walk,mi}}{C}$$

Con

- $t_{ps,do}$ = Tiempo de servicio para los peatones que llegan a la esquina para cruzar la calle principal (s).
- $N_{ped,do}$ = Número de peatones esperando en la esquina para cruzar la calle principal (p).

$N_{ped,o}$ nos indica la cantidad de viandantes que pasan en grupo durante la fase verde. También se usa $N_{ped, di}$ para calcular en la otra dirección del desplazamiento en el mismo cruce peatonal (usando N_{di}). Finalmente $t_{ps, do}$ calcula el tiempo de servicio para los peatones que llegan a la esquina después de haber esperado en la otra esquina antes de cruzar la calle principal $t_{ps, di}$ (usando $N_{ped,di}$).

e) Calcular el tiempo de ocupación del paso de peatones

Se calcula con las siguientes ecuaciones:

$$T_{occ} = t_{ps,do} N_{do} + t_{ps,di} N_{di}$$

Con

$$N_{di} = \frac{V_{di}}{3600} C$$

Con

- T_{occ} = Tiempo de ocupación del paso peatonal (s).
- N_{di} = Número de peatones que llegan a la esquina de cada ciclo después de haber cruzado la calle principal (p).

f) Calcular el área de circulación peatonal del paso de peatones

Se emplea la siguiente ecuación para calcular:

$$M_{cw} = \frac{TS_{cw}^*}{T_{occ}}$$

Con

- M_{cw} : Área de circulación peatonal del paso de peatones para cada peatón (ft²/p).



Paso 3: Determinar la demora del peatón

En este paso calcularemos el rendimiento de un paso peatonal en una intersección semaforizada, primero se evaluará el paso peatonal “D” (paso de peatones por la calle principal), para evaluar el paso peatonal “C”, el termino del subíndice “mi” se sustituye con “mj”. El retraso peatonal (tiempo de espera para poder cruzar la calle principal) se calcula con la siguiente ecuación:

$$d_p = \frac{(C - g_{walk,mi})^2}{2C}$$

Con

- d_p : Demora peatonal (s/p).
- C: Duración del ciclo (s).
- g_{walk} : Tiempo efectivo de caminata para la fase de la calle secundaria (s).

Este retraso peatonal es aplicable por igual en ambas direcciones del paso peatonal y nos es útil para evaluar a los peatones acerca del cumplimiento de la indicación de la señal. Si el valor de la demora peatonal es superior a 30 s/p posiblemente los peatones no obedezcan la indicación de la señal. Pero si el valor de la demora peatonal es inferior al 10 s/p es bastante probable que los peatones cumplan con la indicación de la señal.

Paso 4: Determinar la puntuación del NDS peatonal de la intersección

Primero evaluaremos el paso peatonal “D” (paso peatonal que cruza la calle principal). Se repiten los pasos para evaluar el paso peatonal “C” reemplazando la letra “d” del subíndice con la letra “c” para indicar la longitud y el ancho del paso peatonal “C”. Además, los términos de subíndice “mj” se reemplazan con “mi” para denotar las variables asociadas con la calle menor.

Utilizando las siguientes formulas determinaremos la puntuación del NDS peatonal en la intersección $I_{p,int}$:

$$I_{p,int} = 0.5997 + F_w + F_v + F_s + F_{delay}$$

$$F_w = 0.681 (N_d)^{0.514}$$

$$F_v = 0.00569 \left(\frac{V_{rtor} + V_{lt,perm}}{4} \right) - N_{rtci}, (0.0027 n_{15,mj} - 0.1946)$$

$$F_s = 0.00013 n_{15,mj} S_{85,mj}$$

$$F_{delay} = 0.0401 \ln(d_{p,d})$$

$$n_{15,mj} = \frac{0.25}{N_d} \sum_{i \in m_d} V_i$$

Con



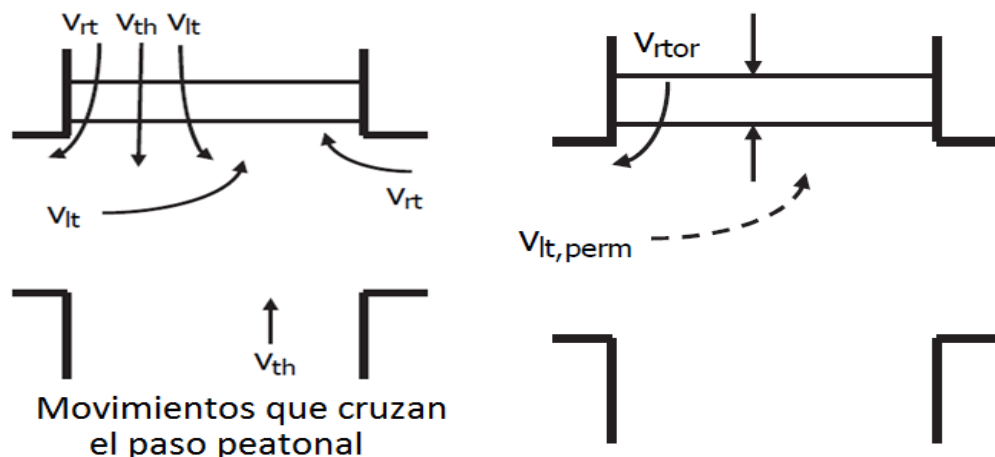
- $I_{p,int}$ = Puntuación del NDS peatonal para la intersección semaforizada.
- F_w = Factor de ajuste de la sección transversal.
- F_v = Factor de ajuste del volumen de vehículos motorizados.
- F_s = Factor de ajuste de la velocidad de los vehículos motorizados.
- F_{delay} = Factor de ajuste del retraso peatonal.
- $\ln(x)$ = Logaritmo natural de x .
- N_d = Número de carriles que cruzan el paso peatonal D (carriles).
- $N_{rtci,d}$ = N° de islas de canalización de giro a la derecha a lo largo del cruce peatonal D .
- $n_{15,mj}$ = N° de vehículos viajando por la calle principal durante un período de 15 minutos (veh/carril).
- $S_{85,mj}$ = Velocidad vehicular percentil 85 en medio del segmento de la calle principal (mi/h).
- $d_{p,d}$ = Demora peatonal por cruzar el paso peatonal D (s/p).
- V_i = Flujo de demanda vehicular para el movimiento i (veh/h).
- m_d = Número de todos los movimientos de automóviles que cruzan el paso peatonal D .

El flujo vehicular $v_{lt,perm}$ representa el giro a la izquierda que recibe una indicación verde y giran mientras los peatones cruzan el paso peatonal., el flujo v_{rtor} representa un giro a través del paseo peatonal. La puntuación del NDS peatonal es aplicable para ambas direcciones de viaje a lo largo del cruce peatonal.

La variable N_{rtci} representa la “cantidad de islas de canalización a la derecha”.

Figura 60

Representación de los movimientos de los vehículos.



Fuente: Tomado del Highway Capacity Manual (2010).



Paso 5: Determinar el NDS peatonal de la intersección

Aquí se describe como hallar el NDS de un cruce peatonal para esto se requiere la puntuación del NDS para peatones del paso 4 y lo comparamos con los umbrales de la siguiente tabla:

Figura 61

Criterios de NDS para el modo Peatón.

Nivel de servicio	Puntuación del Nivel de Servicio
A	≤ 2.00
B	$> 2.00 - 2.75$
C	$> 2.75 - 3.50$
D	$> 3.50 - 4.25$
E	$> 4.25 - 5.00$
F	> 5.00

Fuente: Tomado del Highway Capacity Manual (2010).

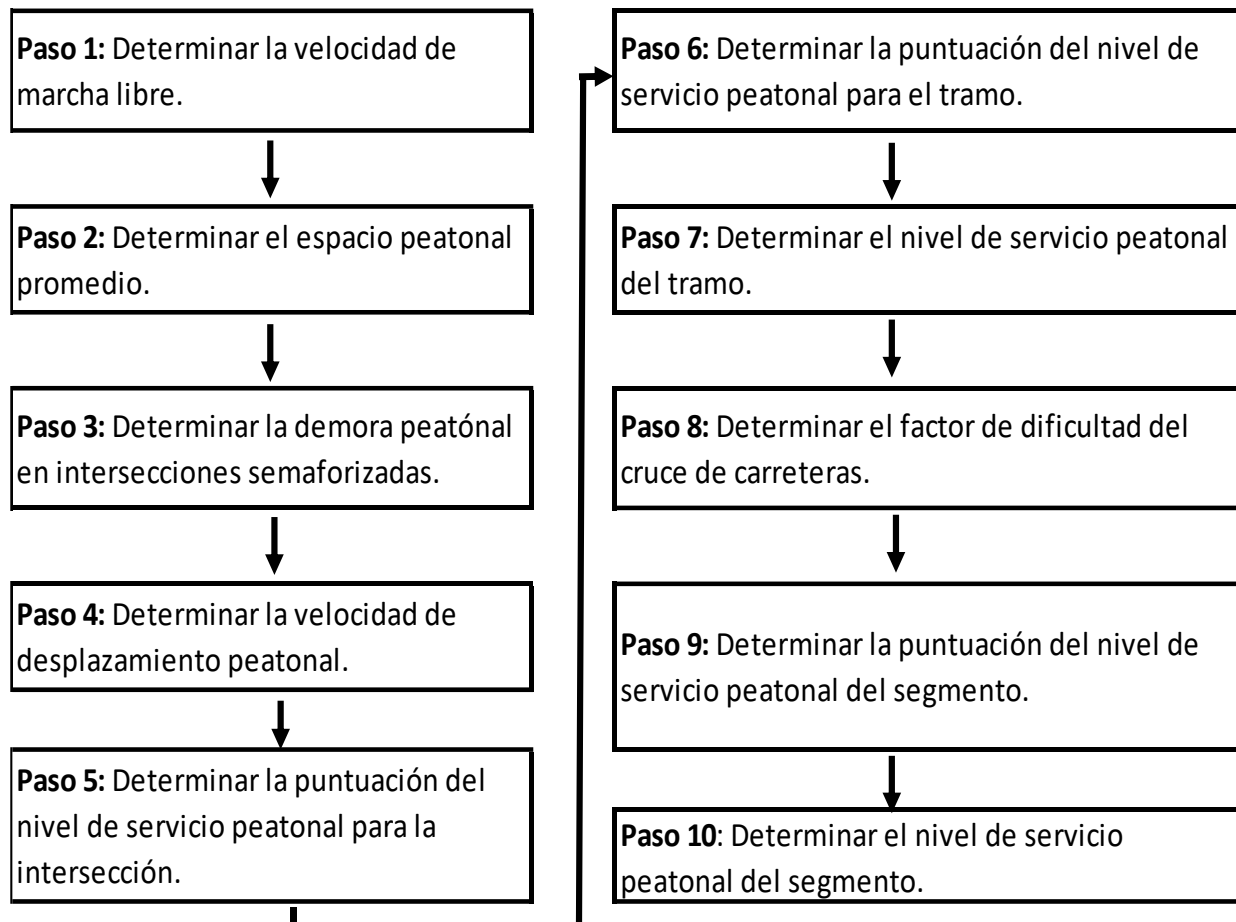


2.2.5.4. Metodología para calcular el NDS peatonal en un SU (versión HCM 2010).

Según el Manual (2010), los pasos son los siguientes:

Figura 62

Pasos para determinar el NDS peatonal de tramos urbanos.



Fuente: Tomado del Highway Capacity Manual (2010).

Paso 1: Determinar la velocidad de marcha libre.

Según el Manual (2010), la velocidad libre del peatón (S_{pf}) nos ayuda a identificar los conflictos y desvíos entre peatones, esta velocidad está influenciada por la edad del caminante, por consiguiente:



Si (Cantidad_Peatones_mayores_de_65_años < 20% Total_peatones)

{

Velocidad_libre_del_peatón (S_{pf}): = 4.4 ft/s

}

Caso contrario (Cantidad_Peatones_mayores_de_65_años ≥ 20% Total_peatones)

{

Velocidad_libre_del_peatón (S_{pf}): = 3.3 ft/s

}

Además, una pendiente superior al 10%, reduce la velocidad libre en 0.3 ft/s.

Paso 2: Determinar el espacio peatonal promedio

a) Calcular el ancho efectivo de la acera

Restando al ancho total de la vereda, el ancho de los objetos fijos, la distancia tímida de objetos verticales se llega a obtener el ancho efectivo de una vereda, el mismo que calculamos de la manera siguiente:

$$W_E = W_T - W_{O,i} - W_{O,o} - W_{s,i} - W_{s,o} \geq 0.0$$

$$W_{s,i} = \text{máx.} (W_{buf}, 1.5)$$

$$W_{s,o} = 3 * p_{window} + 2 * p_{building} + 1.5 p_{fence}$$

$$W_{O,i} = \omega_{O,i} - W_{s,i} \geq 0.0$$

$$W_{O,o} = \omega_{O,o} - W_{s,o} \geq 0.0$$

Con

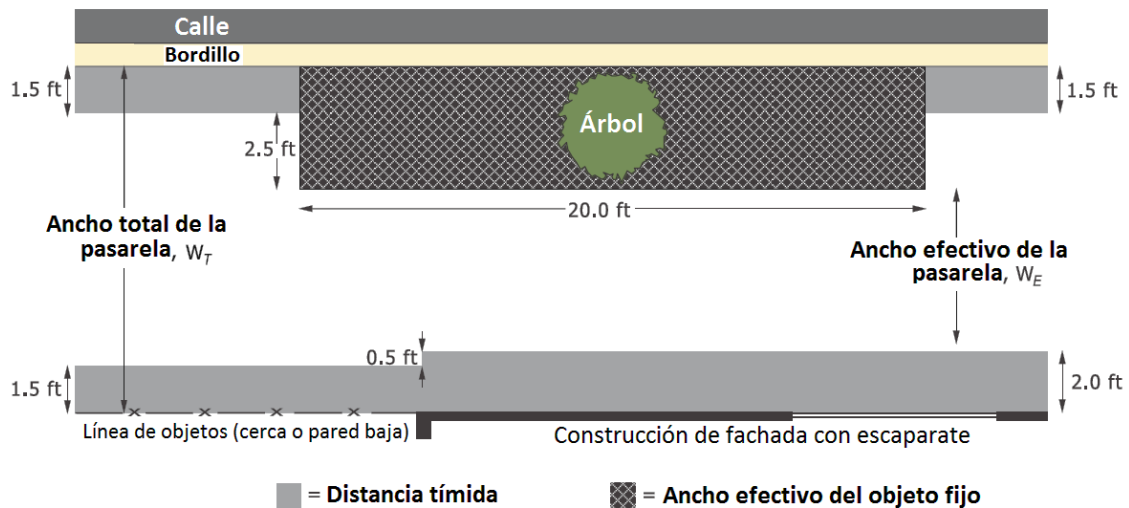
- W_E : Ancho efectivo de la acera (ft).
- W_T : Ancho total de la acera (ft).
- $W_{O,i}$: Ancho efectivo ajustado del objeto fijo en el interior de la acera (ft).
- $W_{O,o}$: Ancho efectivo ajustado del objeto fijo en el exterior de la acera (ft).
- $W_{s,i}$: Distancia tímida en el interior (lado del bordillo) de la acera (ft).
- $W_{s,o}$: Distancia tímida en el exterior de la acera (ft).
- W_{buf} : Ancho del búfer entre la calzada y la acera (ft).
- p_{window} : Proporción de la longitud de la acera adyacente a una ventana (decimal).
- $p_{building}$: Proporción de la longitud de la acera adyacente a la fachada de un edificio (decimal).
- p_{fence} : Proporción de la longitud de la acera adyacente a una cerca o muro bajo (decimal).



- $\omega_{o,i}$: Ancho efectivo del objeto fijo en el interior de la acera (ft).
- $\omega_{o,o}$: Ancho efectivo del objeto fijo en el exterior de la acera (ft).

Figura 63

Ajustes de ancho para objetos fijos.



Fuente: Tomado del Highway Capacity Manual (2010).

Objetos fijos. - Algunos ejemplos.

- **Continuos.** - Un muro o una fachada sobresaliente de una edificación.
- **Discontinuos.** - Casetas para llamadas, postes de alumbrado públicos, arboles, bancos o paraderos.

Distancia tímida:

- En el interior de la vereda es de 1.5 ft medidos desde el límite con el bordillo caso contrario se mide desde el borde exterior de la carretera pavimentada.
- Parte exterior de la vereda es de 1.5 ft.
- Si hay una cerca, una pared baja, un edificio es de 2 ft.
- Si hay una puerta, ventana de una tienda, escaparate es 3 ft y en otros casos 0 ft.

b) Calcular el flujo peatonal por unidad de ancho

Se calcula con la siguiente formula:

$$v_p = \frac{v_{ped}}{60W_E}$$

Con:



- v_p = Flujo de peatones por unidad de ancho (p/ft/min).
- v_{ped} = Flujo de peatones en la acera considerada (caminando en ambas direcciones) (p/h).
- W_E = Ancho efectivo de la acera (ft).

c) Calcular la velocidad promedio del peatón

Se calcula con la siguiente formula:

$$S_p = (1 - 0.00078 v_p^2) S_{pf} \geq 0.5 S_{pf}$$

Con:

- S_p = Velocidad promedio del peatón (ft/s).
- S_{pf} = Velocidad libre del peatón (ft/s).
- V_p = Flujo peatonal por unidad de ancho (p/ft/min).

d) Calcular el espacio peatonal

Se calcula con la siguiente formula:

$$A_p = 60 \frac{S_p}{V_p}$$

Con:

- A_p : Espacio peatonal (ft²/p).

Paso 3: Determinar la demora peatonal en intersecciones semaforizadas.

Según el Manual (2010), la demora peatonal en intersecciones semaforizadas son las siguientes:

- Demora peatonal por transitar paralelamente al segmento urbano, d_{pp} .
- Demora peatonal por cruzar la intersección más próxima, d_{pc} .
- Demora peatonal por esperar un espacio para cruzar el segmento en una ubicación no controlada d_{pw}

Paso 4: Determinar la velocidad de desplazamiento peatonal.

La velocidad de desplazamiento peatonal se calcula utilizando la siguiente formula:

$$S_{Tp,seg} = \frac{L}{\frac{L}{S_p} + d_{pp}}$$

Con

- $S_{Tp,seg}$ = Velocidad de desplazamiento peatonal (ft/s).
- L = Longitud del segmento (ft).



- S_p = Velocidad promedio del peatón (ft/s).
- d_{pp} = Demora peatonal por andar de manera paralela al segmento (s/p).

En términos generales, la velocidad de desplazamiento peatonal se aproxima a 4 ft/s o más. Sin embargo, una velocidad de 2 ft/s o menos es poco aconsejable.

Paso 5: Determinar la puntuación del NDS peatonal de la intersección.

La puntuación del NDS peatonal para la intersección $I_{p,int}$ se calcula previamente.

Paso 6: Determinar la puntuación del NDS peatonal del tramo.

La puntuación del NDS peatonal del segmento $I_{p,link}$ se calcula con la formula siguiente:

$$I_{p,link} = 6.0468 + F_w + F_v + F_s$$

$$F_w = -1.2276 \ln(W_v + 0.5W_1 + 50p_{pk} + W_{buf} f_b + W_{aA} f_{sw})$$

$$F_v = 0.0091 \frac{V_m}{4 N_{th}}$$

$$F_s = 4 \left(\frac{S_R}{100} \right)^2$$

Con

- $I_{p,link}$ = Puntuación del NDS para el tramo.
- F_w = Factor de ajuste de la sección transversal.
- F_v = Factor de ajuste del volumen del vehículo motorizado.
- F_s = Factor de ajuste de la velocidad del vehículo motorizado.
- $\ln(x)$ = Logaritmo natural de x.
- W_v = Ancho total efectivo del exterior a través de los carriles, carriles para bicicletas y arcén(berma) en función del tráfico(ft).
- W_1 = Ancho efectivo del carril bici y arcén(berma) combinados(ft).
- p_{pk} = Proporción del estacionamiento de la calle ocupado (decimal).
- W_{buf} = Ancho de búfer entre la calzada y la acera disponible (0 si la acera no existe) (ft).
- f_b = Coeficiente del área de búfer; igual a 5.37 para cualquier barrera continua de al menos 3 ft de altura que se encuentre entre la acera y el borde exterior de la carretera; de lo contrario, se usa 1.
- W_{aA} = Anchura de acera disponible; igual a 0 ft si no existe aceras o $W_{aA} = W_T - W_{buf}$ si la acera existe. (ft).
- W_{aA} = Ajuste de la anchura de acera disponible $W_{aA} = \min(W_{aA}; 10)$ (ft).
- f_{sw} = Coeficiente de ancho de la acera $f_{sw} = 6 - 0.3W_{aA}$.



- v_m = Velocidad de flujo de segmento medio (direcciona l más cercano a la acera sujeto) (veh/h).
- N_{th} = Número de carriles en el segmento en la dirección de viaje considerada (carriles).
- S_R = Velocidad de funcionamiento del vehículo motorizado $S_R = \frac{3600 L}{5280 t_R}$ (mi/h).
- t_R : Tiempo de recorrido del vehículo motorizado en el segmento (s).

Las ecuaciones de las dos primeras filas se consideran en secuencia para determinar el ancho efectivo del carril exterior y del hombro W_v .

Figura 64

Variables para la puntuación del NDS peatonal para el tramo

Condición	Variable cuando la condición es satisfecha	Variable cuando la condición no es satisfecha
$p_{pk} = 0$	$W_t = W_{ol} + W_{bl} + W_{os}^*$	$W_t = W_{ol} + W_{bl}$
$v_m > 160$ veh/h o calle dividida	$W_v = W_t$	$W_v = W_t(2 - 0.005v_m)$
$p_{pk} < 0.25$ o el estacionamiento está marcado.	$W_1 = W_{bl} + W_{os}^*$	$W_1 = 10$

Notas:

W_t = Ancho total efectivo del exterior a través de los carriles, carriles para bici y arcén(berma) pavimentado (ft).

W_{ol} = Ancho del exterior a través del carril (ft).

W_{os}^* = Ajuste del ancho del arcén(berma) exterior pavimentado; si un bordillo está presente $W_{os}^* = W_{os} - 1.5 \geq 0$, en el caso contrario $W_{os}^* = W_{os}$ (ft).

W_{os} = Ancho del arcén(berma) pavimentado (ft).

W_{bl} = Ancho del carril para bicicletas = 0.0 si el carril para bicicletas no se proporciona (ft).

Fuente: Tomado del Highway Capacity Manual (2010).

Podríamos considerar como coeficiente de ancho del búfer a objeto verticales repetitivos (por ejemplo, árboles o bolardos) si forman una barrera continua con una altura mínima de 3 pies y tienen una distancia de separación máxima promedio de 20 pies. Cuando existen vehículos estacionados o la presencia de una barrera física entre peatones y vehículos que se movilizan por la vía se incrementa la calidad de servicio percibido, por otro lado, volúmenes y velocidades vehiculares altos disminuyen la calidad de servicio.

Si el segmento tiene una vereda discontinua, entonces la vereda debe ser subdividido en subsegmentos y cada subsegmento debe evaluarse independientemente, un subsegmento inicia y acaba en cada ruptura de la vereda. Para hallar el NDS peatonal de toda la vereda utilizaremos los siguientes cálculos:



a) Para calcular el espacio peatonal promedio ponderado

Utilizaremos la siguiente ecuación:

$$A_{p,F} = \frac{\sum_{i=1}^m L_i}{\sum_{i=1}^m \frac{L_i}{A_{p,i}}}$$

Donde:

- $A_{p,F}$ = Espacio peatonal de la instalación (ft²/p).
- L_i = Longitud del segmento i (pies).
- m = Número de subsegmentos en la instalación
- $A_{p,i}$ = Espacio peatonal del subsegmento i (ft²/p).

b) Para calcular la puntuación del NDS peatonal promedio ponderado

Se utiliza la siguiente ecuación:

$$I_{p,F} = \frac{\sum_{i=1}^m I_{p,seg,i} L_i}{\sum_{i=1}^m L_i}$$

Donde:

- $I_{p,F}$ = Puntuación de NDS peatonal para la instalación.
- $I_{p,seg,i}$ = Puntuación del NDS peatonal del subsegmento i.

La puntuación del NDS peatonal I_p , de un tramo con varios subsegmentos se calcula como el promedio ponderado de las puntuaciones de los subsegmentos, donde el peso para cada puntuación es la longitud del subsegmento que representada. Si el subsegmento no tiene vereda, el ancho de la zona de influencia y el ancho efectivo valen 0 pies.

Paso 7: Determinar el NDS peatonal del tramo.

Se necesita la puntuación del NDS y el espacio peatonal para calcular el NDS peatonal del tramo urbano.

Paso 8: Determinar el factor de dificultad del cruce de carreteras

Este factor mide la dificultad que percibe el peatón al cruzar la calle ubicada entre las intersecciones límite.

- **Primera opción de cruce.** - Ocurre cuando el peatón cruza el segmento por un cruce de peatones señalizado o por una intersección señalizada.

- **Segunda opción de cruce.** - Ocurre cuando el peatón cruza el segmento en una ubicación no controlada. Si el cruce es legal en el segmento, entonces cruzara cuando se preste un espacio aceptable en la corriente de automóviles.

De estas dos opciones se utiliza la de menor demora para calcular el factor de dificultad del cruce de carreteras.

a) Calcular el retardo de desvío

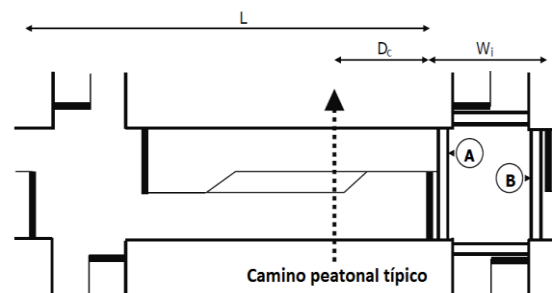
La distancia al lugar de cruce más cercano D_c se basa en uno de los enfoques.

El primer enfoque: Se utiliza si hay un camino peatonal reconocible.

- Desvío del peatón a la intersección límite más cercana.
- Desvío del peatón al paso peatonal más cercano.

Figura 65

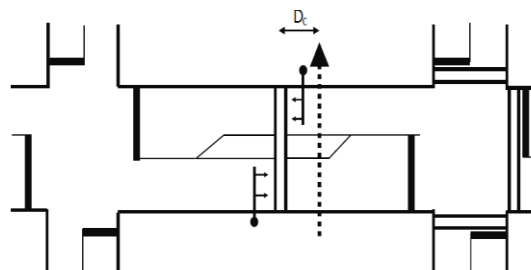
Desvío del peatón a la intersección límite más cercana.



Nota: D_c , se mide desde el lugar del cruce hasta la intersección semaforzada. Fuente: Tomado del Highway Capacity Manual (2010).

Figura 66

Desvío del peatón al paso peatonal del segmento.



Nota: D_c , se mide desde la ubicación del paso peatonal hasta la ubicación del cruce ilegal de peatones. Fuente: Tomado del Highway Capacity Manual (2010).

La distancia D_c es un valor de entrada proporcionado por el analista.



El segundo enfoque: Se utiliza si los peatones cruzan el segmento uniformemente. Aquí la distancia D_c es igual a un tercio de la distancia entre las intersecciones semaforizadas más cercanos que rodean el segmento.

La distancia de desvío hasta la intersección semaforizada más cercana es:

$$D_d = 2 D_c$$

Con:

- D_d = Distancia de desvío (ft).
- D_c = Distancia hasta la intersección señalizada más cercana (ft).

La demora que resulta de este desvío se calcula empleado la siguiente ecuación:

$$d_{pd} = \frac{D_d}{S_p} + d_{pc}$$

Con:

- d_{pd} = Demora de desvío peatonal (s/p).
- D_d = Distancia de desvío (ft).
- S_p = Velocidad promedio del peatón (pies/s).
- d_{pc} = Demora del peatón cuando cruza a la intersección señalizada más cercana (s/p).

b) Calcular el factor de dificultad de cruce

Se emplea la siguiente formula:

$$F_{cd} = 1 + \frac{0.10d_{px} - (0.318I_{p,link} + 0.220I_{p,int} + 1.606)}{7.5}$$

Con

- F_{cd} = Factor de dificultad de cruce.
- d_{px} = Demora de cruce $d_{px} = \min (d_{pd}; d_{pw}; 60)$ (s/p).
- d_{pd} = Demora de desvío peatonal (s/p).
- d_{pw} = Demora de espera peatonal (s/p).
- $I_{p,link}$ = Puntuación del NDS peatonal del segmento.
- $I_{p,int}$ = Puntuación del NDS peatonal de la intersección.

Para los cálculos siguientes:

- Si F_{cd} es menor a 0.80, entonces $F_{cd} = 0.80$.
- Si F_{cd} es mayor a 1.20, entonces $F_{cd} = 1.20$.

En la determinación de la demora de cruce no se incluye la demora de espera peatonal d_{pw} , [es decir, $d_{px} = \min (d_{pd}, 60)$] cuando el cruce en medio del segmento es ilegal.



Paso 9: Determinar la puntuación del NDS peatonal del segmento.

Se utiliza la siguiente formula:

$$I_{p, seg} = F_{cd} (0.38 I_{p, link} + 0.220 I_{p, int} + 1.606)$$

Con:

- $I_{p, seg}$ = Puntuación del NDS peatonal del tramo.

Paso 10: Determinar el NDS peatonal del segmento.

Utilizando la puntuación del NDS peatonal y el espacio peatonal promedio se determina el NDS peatonal del segmento empleando la siguiente tabla. Si no existe una acera y los peatones caminan por la calle, el concepto de espacio peatonal no se aplica y otra metodología se empleará.

Tabla 3

NDS peatonal en segmentos urbanos(ft²/p).

Nivel de servicio peatonal	Nivel de servicio por espacio peatonal promedio (ft ² /p)					
	>60	>40 – 60	>24 – 40	>15 – 24	>8.0*–15	≤ 8.0*
≤ 2.00	A	B	C	D	E	F
>2.00 – 2.75	B	B	C	D	E	F
>2.75 – 3.50	C	C	C	D	E	F
>3.50 – 4.25	D	D	D	D	E	F
>4.25 – 5.00	E	E	E	E	E	F
> 5.00	F	F	F	F	F	F

Nota: (*) En situaciones de flujo cruzado, el umbral del NDS E/F es 13 ft²/p. Fuente: Tomado de Highway Capacity Manual (2010).

2.2.5.5. Metodología para calcular el NDS peatonal en una IS (versión HCM 2016).

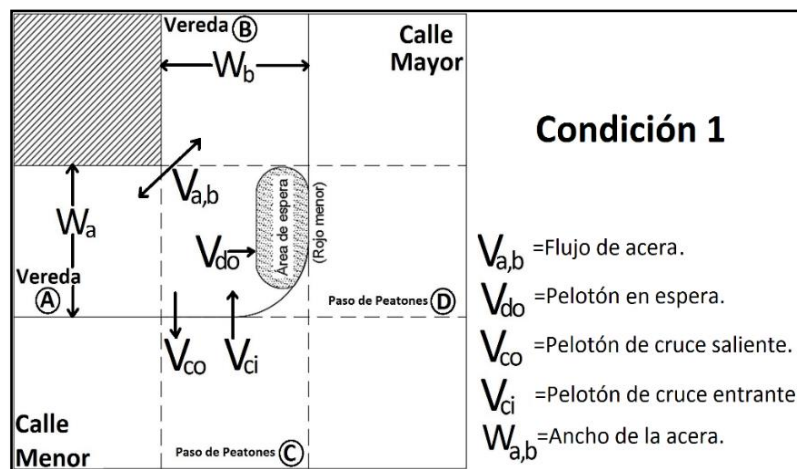
Según el TRB (2016) los pasos son los siguiente:

2.2.5.5.1. Condiciones de flujo

a) **Condición 1.** - Los transeúntes cruzan la calle menor y otros transeúntes esperan en la esquina para cruzar la calle mayor.

Figura 67

Condición 1: Cruce de la calle menor.

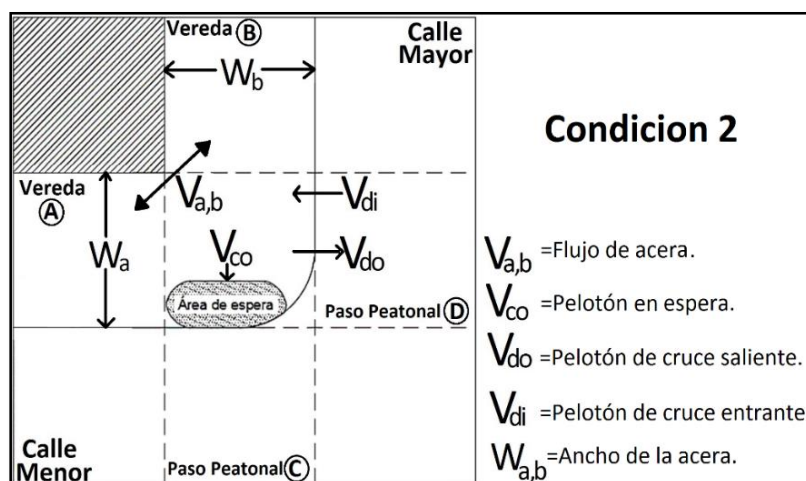


Fuente: Traducido de TRB (2016).

b) **Condición 2.** - Los transeúntes cruzan la calle mayor y otros transeúntes esperan en la esquina para cruzar la calle menor.

Figura 68

Condición 2: Cruce de la calle mayor.



Fuente: Traducido de TRB (2016).

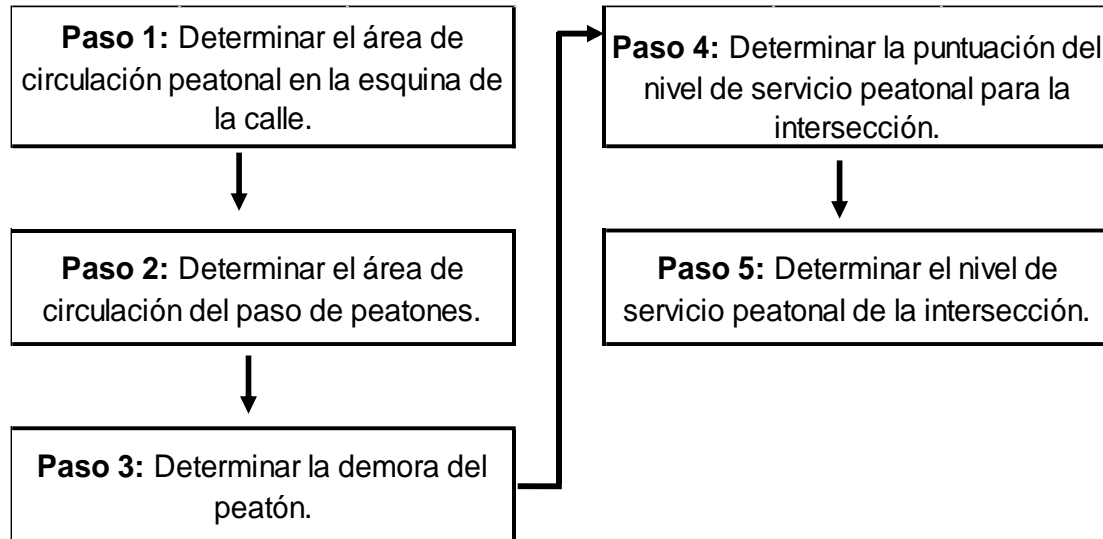


2.2.5.5.2. Pasos para determinar el NDS peatonal en IS (versión HCM 2016)

Según el TRB (2016), se utiliza los pasos siguientes:

Figura 69

Pasos para calcular los NDS peatonal en intersecciones semaforizadas.



Fuente: Traducido de TRB (2016).

Paso 1: Determinar el área de circulación peatonal en la esquina de la calle.

a) Calcular el espacio - tiempo disponible

Se calcula con la siguiente ecuación:

$$TS_{corner} = C (W_a W_b - 0.215 R^2)$$

Con

- TS_{corner} = Espacio - tiempo disponible en la esquina (ft²-s).
- C = Longitud de ciclo (s).
- W_a = Ancho total de la acera A (ft).
- W_b = Ancho total de la acera B (ft).
- R = Radio de la curva de la esquina (ft).

Si el radio del bordillo de la esquina es mayor que W_a o W_b , entonces la variable R debe ser igual al ancho más pequeño de W_a o W_b .

b) Calcular el tiempo de espera en el área de retención

Es el tiempo que esperan los peatones para cruzar la calle cuando salen de la esquina en estudio, suponiendo que las llegadas de transeúntes se distribuyen uniformemente durante el ciclo.

Para la condición 1: Cruce de calles menores

$$Q_{tdo} = \frac{N_{do} (C - g_{walk,mi})^2}{2C}$$

Con

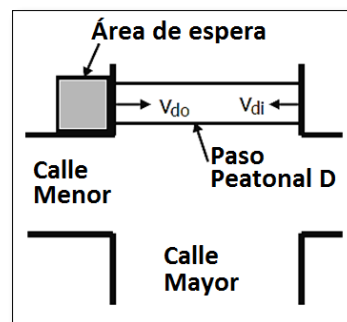
$$N_{do} = \frac{V_{do}}{3600} C$$

Con:

- Q_{tdo} = Tiempo total empleado por los peatones que esperan cruzar la calle mayor durante un ciclo (p.s).
- N_{do} = Número de peatones que llegan a la esquina en cada ciclo para cruzar la calle mayor (p).
- $g_{Walk,mi}$ = Tiempo efectivo de caminata para la fase de la calle menor (s)
- C = Longitud de ciclo (s).
- V_{do} = Flujo de peatones que llegan a la esquina para cruzar la calle mayor (p/h).

Figura 70

Configuración del paso de peatones D.



Fuente: Tomado del TRB (2016).

En intersecciones semaforizadas los peatones frecuentemente inician su caminata segundos antes que aparezca la indicación de caminar, generalmente durante la indicación intermitente de no caminar, la estimación de este tiempo adicional de caminata es de 4 segundos. Las condiciones para estimar el tiempo efectivo de caminata son:

Si el servicio a los peatones es:

(b) Activado con una señal peatonal y la fase verde intermitente o ámbar no está habilitada, entonces:

$$g_{Walk, mi} = Walk_{mi} + 4$$

(b) Activado con una señal peatonal, entonces:

$$g_{Walk, mi} = Walk_{mi} + 4$$

(c) Activado con una señal peatonal verde y una fase verde intermitente o ámbar habilitado, entonces:

$$g_{Walk, mi} = D_{p, mi} - Y_{mi} - R_{c, mi} - PC_{mi} + 4$$

Caso contrario (si no existen señales peatonales)

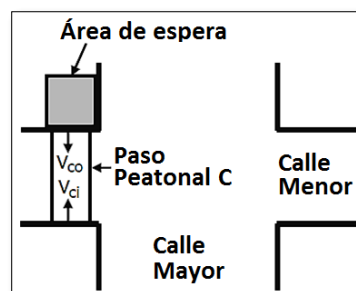
$$g_{Walk, mi} = D_{p, mi} - Y_{mi} - R_{c, mi}$$

Con

- $g_{walk,mi}$ = Tiempo efectivo de caminata de la calle menor (s).
- $Walk_{mi}$ = Indicación de caminar de la calle menor (s).
- PC_{mi} = Fase verde de la calle menor (s).
- $D_{p,mi}$ = Duración de la fase de la calle menor (s).
- Y_{mi} = Fase ámbar de la calle menor (s).
- $R_{c,mi}$ = Fase roja de despeje de la calle menor (s).

Figura 71

Configuración del paso de peatones C.



Fuente: Tomado del TRB (2016).

En la Condición 2, las ecuaciones anteriores se repiten para calcular el tiempo del área de espera para los peatones que esperan cruzar la calle menor Q_{tco} . En este caso, el termino subíndice "do"



se sustituye con el término "co" para denotar a los peatones que llegan a la esquina para cruzar en el paso peatonal C. Del mismo modo, el término subíndice "mi" se reemplazan con "mj" para denotar el tiempo de la señal variables asociadas a la fase de servicio de la calle mayor a través del movimiento.

c) Calcular la circulación espacio - tiempo.

Se calcula con la fórmula siguiente:

$$TS_c = TS_{corner} - [5(Q_{tdo} + Q_{tco})]$$

Con

- TS_c : Espacio - tiempo disponible para peatones circulantes (ft^2 -s).

d) Calcular el área de circulación peatonal en la esquina de la calle

Se calcula con la siguiente ecuación:

$$M_{corner} = \frac{TS_c}{4 * N_{tot}}$$

Con

$$N_{tot} = \frac{V_{ci} + V_{co} + V_{di} + V_{do} + V_{a,b}}{3600} C$$

Con

- M_{corner} = Área de circulación de la esquina por peatón (ft^2/p).
- N_{tot} = Número total de peatones circulantes que llegan a cada ciclo (p).
- V_{ci} = Flujo de peatones que llegan a la esquina después de cruzar la calle menor (p/h).
- V_{co} = Flujo de peatones que llegan a la esquina para cruzar la calle menor (p/h).
- V_{di} = Flujo de peatones que llegan a la esquina después de cruzar la calle principal (p/h).
- V_{do} : Flujo de peatones que llegan a la esquina para cruzar la calle principal (p/h).
- $V_{a,b}$ = Flujo de peatones que viajan por la esquina de la acera A hasta la B, o viceversa (p/h).

Paso 2: Determinar el área de circulación del paso de peatones

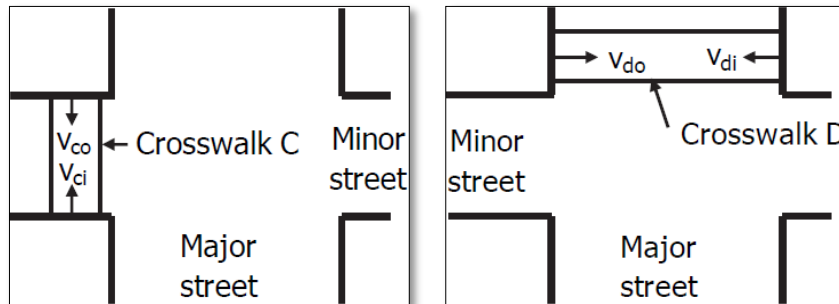
Este paso describe un procedimiento para evaluar el rendimiento de un paso peatonal. Se repite para cada paso peatonal de interés.

El procedimiento a seguir describe la evaluación del paso peatonal "D" en la figura (es decir, cruce peatonal en la calle principal). El procedimiento se repite para evaluar el paso peatonal "C" la figura. Para la segunda aplicación, las letras del subíndice "do" y "di" se reemplazan con las letras "co" y "ci", respectivamente, para indicar a los peatones asociados con el paso de

peatones C. Del mismo modo, la letra "d" del subíndice se reemplaza con la letra "c" para indicar la longitud y el ancho del cruce peatonal "C". Además, las letras del subíndice "mi" se reemplaza por "mj" para indicar variables de la señal asociadas con la fase del movimiento calle principal.

Figura 72

Representación de los pasos peatonal "D" y "C".



Fuente: Tomado del TRB (2016).

a) Velocidad de marcha establecida

La velocidad media de los peatones caminando S_p es necesaria para evaluar el desempeño en las esquinas y los pasos peatonales. Las investigaciones indican que la velocidad al caminar está influenciada por la edad del peatón y la pendiente de la vereda.

Si (Cantidad_Peatones_mayores_de_65_años < 20% Total_peatonos)

{

Velocidad_promedio_de_caminata (S_{pf}) := 4.0 ft/s

}

Caso contrario (Cantidad_Peatones_mayores_de_65_años ≥ 20% Total_peatonos)

{

Velocidad_promedio_de_caminata (S_{pf}) := 3.3 ft/s

}

Además, una pendiente superior al 10%, reduce la velocidad al caminar en 0.3 ft/s, para la evaluación de intersecciones.

b) Calcular el espacio-tiempo disponible

Se calcula de la siguiente manera:

$$TS_{cw} = L_d W_d g_{walk,mi}$$

Con:

- TS_{cw} : Espacio - tiempo disponible (ft^2 -s).
- L_d : Longitud del paso de peatones D (ft).
- W_d : Ancho efectivo del paso de peatones D (ft).
- $g_{walk,mi}$: Tiempo efectivo de caminata para la fase de la calle secundaria (s).

c) Calcular el espacio – tiempo efectivo disponible

Se puede calcular de la siguiente manera:

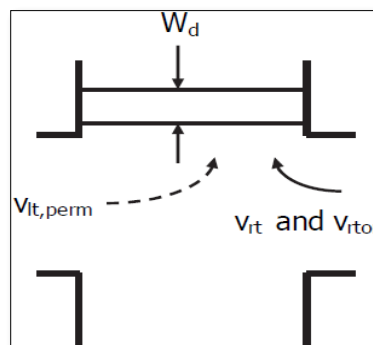
$$TS^*_{cw} = TS_{cw} - TS_{tv}$$
$$TS_{tv} = 40N_{tv}W_d$$
$$N_{tv} = \frac{V_{lt,perm} + V_{rt} - V_{rtor}}{3600} C$$

Con:

- TS^*_{cw} = Tiempo-espacio disponible para el cruce de peatones (ft^2 - s).
- TS_{tv} = Tiempo-espacio ocupado por vehículos que giran (ft^2 - s).
- N_{tv} = Número de vehículos que giran durante la fase verde y la fase verde intermitente (veh).
- $V_{lt,perm}$ = Flujo de vehículos que giran a la izquierda permitida (veh/h).
- V_{rt} = Flujo de vehículos que giran a la derecha (veh/h).
- V_{rtor} = Flujo de vehículos que giran a la derecha durante la fase rojo (veh / h).

Figura 73

Representación de los movimientos de vehículos.



Fuente: Tomado del TRB (2016).

Los vehículos que giran a la derecha o izquierda son los que reciben una indicación de luz verde al mismo tiempo que los peatones para cruzar el paso peatonal por consiguiente existe una interferencia entre transeúntes y vehículos.



d) Calcular el tiempo de servicio peatonal

Este tiempo es el tiempo transcurrido que se inicia con la salida del primer transeúnte desde la esquina hasta la llegada del último transeúnte al otro lado del paso peatonal.

- Si el ancho del paso peatonal W_d es mayor que 10 ft, entonces:

$$t_{ps, do} = 3.2 + \frac{L_d}{S_p} + 2.7 \frac{N_{ped,do}}{W_d}$$

- Si el ancho del paso peatonal W_d es menor o igual a 10 ft, entonces:

$$t_{ps, do} = 3.2 + \frac{L_d}{S_p} + 0.27 \frac{N_{ped,do}}{W_d}$$

Con

$$N_{ped,do} = N_{do} \frac{C - g_{walk,mi}}{C}$$

Con

- $t_{ps,do}$ = Tiempo de servicio para los peatones que llegan a la esquina para cruzar la calle principal (s).
- $N_{ped,do}$ = Número de peatones esperando en la esquina para cruzar la calle principal (p).

$N_{ped,o}$ nos indica la cantidad de viandantes que pasan en grupo durante la fase verde. También se usa $N_{ped, di}$ para calcular en la otra dirección del desplazamiento en el mismo cruce peatonal (usando N_{di}). Finalmente $t_{ps, do}$ calcula el tiempo de servicio para los peatones que llegan a la esquina después de haber esperado en la otra esquina antes de cruzar la calle principal $t_{ps, di}$ (usando $N_{ped,di}$).

e) Calcular el tiempo de ocupación del paso de peatones

Se calcula con las siguientes ecuaciones:

$$T_{occ} = t_{ps,do} N_{do} + t_{ps,di} N_{di}$$

Con

$$N_{di} = \frac{V_{di}}{3600} C$$

Con

- T_{occ} = Tiempo de ocupación del paso peatonal (s).
- N_{di} = Número de peatones que llegan a la esquina de cada ciclo después de haber cruzado la calle principal (p).



f) Calcular el área de circulación peatonal del paso de peatones

Se emplea la siguiente ecuación para calcular:

$$M_{cw} = \frac{TS_{cw}^*}{T_{occ}}$$

Con

- M_{cw} : Área de circulación peatonal del paso de peatones para cada peatón (ft^2/p).

Paso 3: Determinar la demora del peatón

En este paso calcularemos el rendimiento de un paso peatonal en una intersección semaforizada, primero se evaluará el paso peatonal “D” (paso de peatones por la calle principal), para evaluar el paso peatonal “C”, el termino del subíndice “mi” se sustituye con “mj”. El retraso peatonal (tiempo de espera para poder cruzar la calle principal) se calcula con la siguiente ecuación:

$$d_p = \frac{(C - g_{walk,mi})^2}{2C}$$

Con

- d_p : Demora peatonal (s/p).
- C: Duración del ciclo (s).
- g_{walk} : Tiempo efectivo de caminata para la fase de la calle secundaria (s).

Este retraso peatonal es aplicable por igual en ambas direcciones del paso peatonal y nos es útil para evaluar a los peatones acerca del cumplimiento de la indicación de la señal. Si el valor de la demora peatonal es superior a 30 s/p posiblemente los peatones no obedezcan la indicación de la señal. Pero si el valor de la demora peatonal es inferior al 10 s/p es bastante probable que los peatones cumplan con la indicación de la señal.

Paso 4: Determinar la puntuación del NDS peatonal de la intersección

Primero evaluaremos el paso peatonal “D” (paso peatonal que cruza la calle principal). Se repiten los pasos para evaluar el paso peatonal “C” reemplazando la letra “d” del subíndice con la letra “c” para indicar la longitud y el ancho del paso peatonal “C”. Además, los términos de subíndice “mj” se reemplazan con “mi” para denotar las variables asociadas con la calle menor.

Utilizando las siguientes formulas determinaremos la puntuación del NDS peatonal en la intersección $I_{p,int}$:

$$I_{p,int} = 0.5997 + F_w + F_v + F_s + F_{delay}$$



$$F_w = 0.681 (N_d)^{0.514}$$

$$F_v = 0.00569 \left(\frac{v_{rtor} + v_{lt,perm}}{4} \right) - N_{rtci}, (0.0027 n_{15,mj} - 0.1946)$$

$$F_s = 0.00013 n_{15,mj} S_{85,mj}$$

$$F_{delay} = 0.0401 \ln(d_{p,d})$$

$$n_{15,mj} = \frac{0.25}{N_d} \sum_{i \in m_d} V_i$$

Con

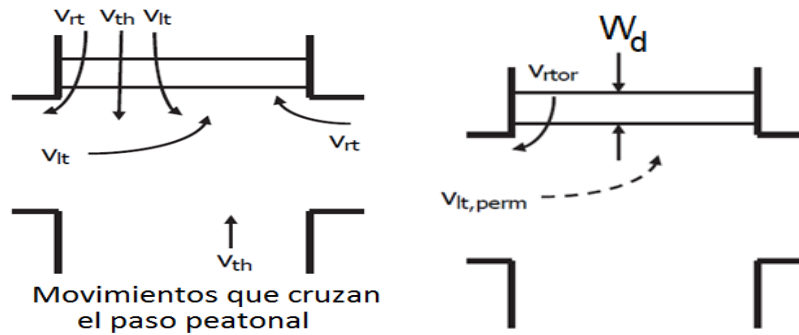
- $I_{p,nt}$ = Puntuación del NDS peatonal para la intersección semaforizada.
- F_w = Factor de ajuste de la sección transversal.
- F_v = Factor de ajuste del volumen de vehículos motorizados.
- F_s = Factor de ajuste de la velocidad de los vehículos motorizados.
- F_{delay} = Factor de ajuste del retraso peatonal.
- $\ln(x)$ = Logaritmo natural de x.
- N_d = Número de carriles que cruzan el paso peatonal D (carriles).
- N_{rtci}, d = N° de islas de canalización de giro a la derecha a lo largo del cruce peatonal D.
- $n_{15, mj}$ = N° de vehículos viajando por la calle principal durante un período de 15 minutos (veh/carril).
- $S_{85, mj}$ = Velocidad vehicular percentil 85 en medio del segmento de la calle principal (mi/h).
- d_p, d = Demora peatonal por cruzar el paso peatonal D (s/p).
- V_i = Flujo de demanda vehicular para el movimiento i (veh/h).
- md = Número de todos los movimientos de automóviles que cruzan el paso peatonal D.

El flujo vehicular $v_{lt, perm}$ representa el giro a la izquierda que recibe una indicación verde y giran mientras los peatones cruzan el paso peatonal., el flujo v_{rtor} representa un giro a través del paseo peatonal. La puntuación del NDS peatonal es aplicable para ambas direcciones de viaje a lo largo del cruce peatonal.

La variable N_{rtci} representa la “cantidad de islas de canalización a la derecha”, es un número entero con un valor de 0, 1 o 2.

Figura 74

Representación de los movimientos de los vehículos.



Fuente: Tomado del TRB (2016).

Paso 5: Determinar el NDS peatonal de la intersección

Aquí se describe como hallar el NDS de un cruceo peatonal para esto se requiere la puntuación del NDS para peatones del paso 4 y lo comparamos con los umbrales de la siguiente tabla:

Figura 75

Criterios de NDS para peatones en intersecciones semaforizadas.

Nivel de servicio	Puntuación del nivel de servicio
A	≤ 1.50
B	$> 1.50 - 2.50$
C	$> 2.50 - 3.50$
D	$> 3.50 - 4.50$
E	$> 4.50 - 5.50$
F	> 5.50

Fuente: Tomado del TRB (2016).

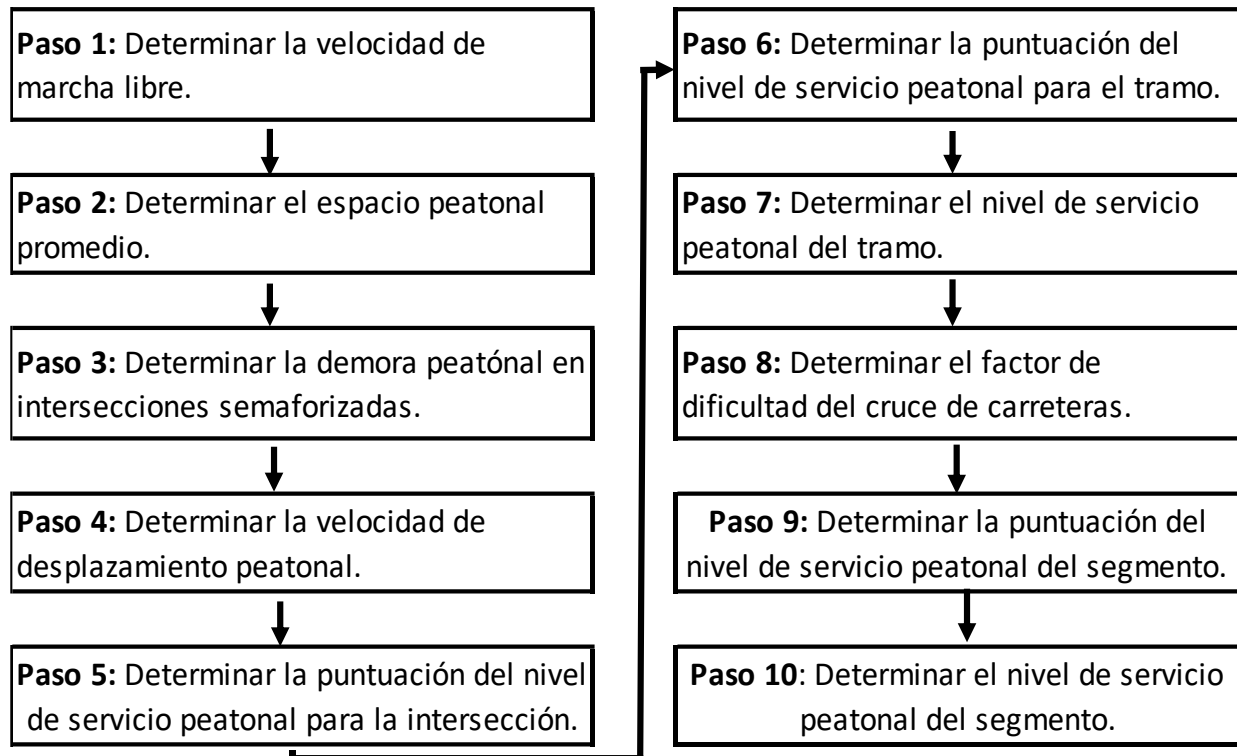


2.2.5.6. Metodología para calcular el NDS peatonal en un SU (versión HCM 2016).

Según el TRB (2016), los pasos son los siguientes:

Figura 76

Pasos para determinar el NDS peatonal en tramos urbanos.



Fuente: Tomado del TRB (2016).

Paso 1: Determinar la velocidad de marcha libre.

Según el TRB (2016), la velocidad libre del peatón (S_{pf}) nos ayuda a identificar los conflictos y desvíos entre peatones, esta velocidad está influenciada por la edad del caminante, por consiguiente:

Si (Cantidad_Peatones_mayores_de_65_años < 20% Total_peatonos)

{

Velocidad_libre_del_peatón (S_{pf}): = 4.4 ft/s

}

Caso contrario (Cantidad_Peatones_mayores_de_65_años \geq 20% Total_peatonos)

{

Velocidad_libre_del_peatón (S_{pf}): = 3.3 ft/s

}



Además, una pendiente superior al 10%, reduce la velocidad libre del peatón en 0.3 ft/s.

Paso 2: Determinar el espacio peatonal promedio

La cantidad de espacio entre peatones y los objetos fijos en una acera influyen en los peatones. El espacio peatonal promedio evalúa el desempeño de la acera en el segmento.

a) Calcular el ancho efectivo de la acera

Restando al ancho total de la vereda, el ancho de los objetos fijos, la distancia tímida de objetos verticales se llega a obtener el ancho efectivo de una vereda, el mismo que calculamos de la siguiente manera:

$$W_E = W_T - W_{O,i} - W_{O,o} - W_{s,i} - W_{s,o} \geq 0.0$$

$$W_{s,i} = \text{máx.} (W_{buf}, 1.5)$$

$$W_{s,o} = 3 * p_{window} + 2 * p_{building} + 1.5 p_{fence}$$

$$W_{O,i} = \omega_{O,i} - W_{s,i} \geq 0.0$$

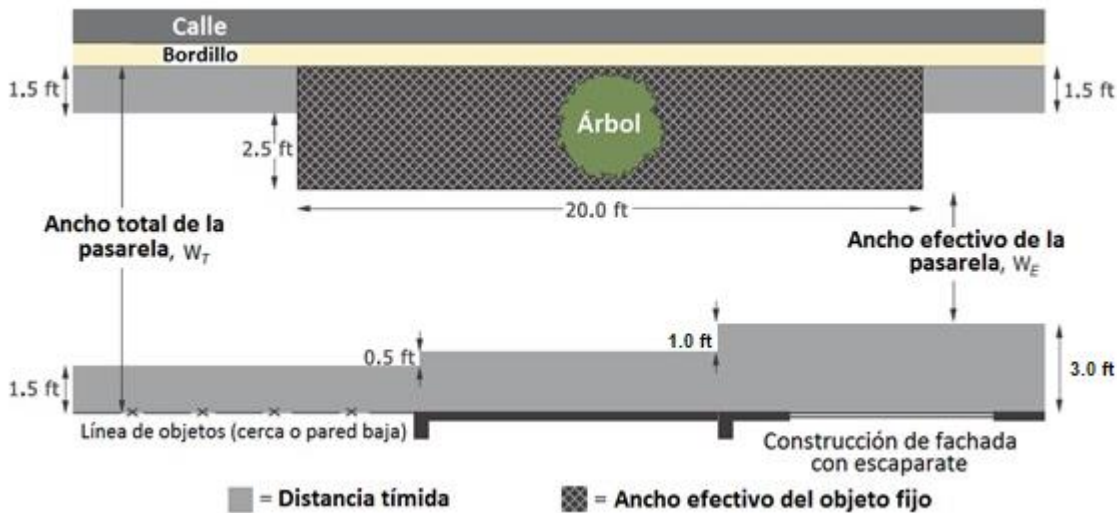
$$W_{O,o} = \omega_{O,o} - W_{s,o} \geq 0.0$$

Con

- W_E : Ancho efectivo de la acera (ft).
- W_T : Ancho total de la acera (ft).
- $W_{O,i}$: Ancho efectivo ajustado del objeto fijo en el interior de la acera (ft).
- $W_{O,o}$: Ancho efectivo ajustado del objeto fijo en el exterior de la acera (ft).
- $W_{s,i}$: Distancia tímida en el interior (lado del bordillo) de la acera (ft).
- $W_{s,o}$: Distancia tímida en el exterior de la acera (ft).
- W_{buf} : Ancho del búfer entre la calzada y la acera (ft).
- p_{window} : Proporción de la longitud de la acera adyacente a una ventana (decimal).
- $p_{building}$: Proporción de la longitud de la acera adyacente a la fachada de un edificio (decimal).
- p_{fence} : Proporción de la longitud de la acera adyacente a una cerca o muro bajo (decimal).
- $\omega_{O,i}$: Ancho efectivo del objeto fijo en el interior de la acera (ft).
- $\omega_{O,o}$: Ancho efectivo del objeto fijo en el exterior de la acera (ft).

Figura 77

Ajustes de ancho para objetos fijos.



Fuente: TRB (2016).

Objetos fijos. - Algunos ejemplos.

- **Continuos.** - Un muro o una fachada sobresaliente de una edificación.
- **Discontinuos.** - Casetas para llamadas, postes de alumbrado públicos, arboles, bancos o paraderos.

Distancia tímida:

- En el interior de la vereda es de 1.5 ft medidos desde el límite con el bordillo caso contrario se mide desde el borde exterior de la carretera pavimentada.
- Parte exterior de la vereda es de 1.5 ft.
- Si hay una cerca, una pared baja, un edificio es de 2 ft.
- Si hay una puerta, ventana de una tienda, escaparate es 3 ft y en otros casos 0 ft.

b) Calcular el flujo peatonal por unidad de ancho

Se calcula con la siguiente formula:

$$v_p = \frac{v_{ped}}{60W_E}$$

Con:

- v_p = Flujo de peatones por unidad de ancho (p/ft/min).
- v_{ped} = Flujo de peatones en la acera considerada (caminando en ambas direcciones) (p/h).
- W_E = Ancho efectivo de la acera (ft).



c) Calcular la velocidad promedio del peatón

Se calcula con la siguiente formula:

$$S_p = (1 - 0.00078 v_p^2) S_{pf} \geq 0.5 S_{pf}$$

Con:

- S_p = Velocidad promedio del peatón (ft/s).
- S_{pf} = Velocidad libre del peatón (ft/s).
- V_p = Flujo peatonal por unidad de ancho (p/ft/min).

d) Calcular el espacio peatonal

Se calcula con la siguiente formula:

$$A_p = 60 \frac{S_p}{V_p}$$

Con:

- A_p : Espacio peatonal (ft²/p).

El espacio peatonal (A_p) lo utilizamos para hacer algunos juicios sobre el desempeño de la esquina de la intersección en estudio, utilizando esta tabla:

Tabla 4

Descripción cualitativa del espacio peatonal.

Espacio peatonal (ft ² /p)		Descripción
Flujo aleatorio	Flujo de pelotón	
>60	>530	Capacidad para moverse en el camino deseado, sin necesidad de alterar los movimientos.
>40 – 60	>90 - 530	Necesidad ocasional de ajustar la ruta para evitar conflictos.
>24 – 40	>40 - 90	Necesidad frecuente de ajustar la ruta para evitar conflictos.
>15 – 24	>23 – 40	Se restringe la velocidad y la capacidad de rebasar a los peatones más lentos.
>8 – 15	>11 – 23	Velocidad restringida, capacidad muy limitada para rebasar a peatones más lentos.
<= 8	<= 11	Velocidad severamente restringida, contacto frecuente con otros usuarios.

Fuente: TRB (2016).



Paso 3: Determinar la demora peatonal en intersecciones semaforizadas.

Según el TRB (2016), la demora peatonal en intersecciones semaforizadas son las siguientes:

- Demora peatonal por transitar paralelamente al segmento urbano, d_{pp} .
- Demora peatonal por cruzar la intersección más próxima, d_{pc} .
- Demora peatonal por esperar un espacio para cruzar el segmento en una ubicación no controlada, d_{pw} .

Paso 4: Determinar la velocidad de desplazamiento peatonal.

La velocidad de desplazamiento peatonal se calcula utilizando la siguiente formula:

$$S_{Tp,seg} = \frac{L}{s_p + d_{pp}}$$

Donde

- $S_{Tp,seg}$ = Velocidad de desplazamiento peatonal (ft/s).
- L = Longitud del segmento (ft).
- S_p = Velocidad promedia del peatón (ft/s).
- d_{pp} = Demora peatonal por andar de manera paralela al segmento (s/p).

En términos generales, la velocidad de desplazamiento peatonal se aproxima a 4 ft/s o más. Sin embargo, una velocidad de 2 ft/s o menos es poco aconsejable.

Paso 5: Determinar la puntuación del NDS peatonal de la intersección.

La puntuación del NDS peatonal para la intersección $I_{p,int}$ se calculara previamente.

Paso 6: Determinar la puntuación del NDS peatonal del tramo.

La puntuación del NDS peatonal del segmento $I_{p,link}$ se calcula con la formula siguiente:

$$I_{p,link} = 6.0468 + F_w + F_v + F_s$$
$$F_w = -1.2276 \ln(W_v + 0.5W_1 + 50p_{pk} + W_{buf} f_b + W_{afsw})$$
$$F_v = 0.0091 \frac{V_m}{4 N_{th}}$$
$$F_s = 4 \left(\frac{S_R}{100} \right)^2$$

Con

- $I_{p,link}$ = Puntuación del NDS para el tramo.
- F_w = Factor de ajuste de la sección transversal.
- F_v = Factor de ajuste del volumen del vehículo motorizado.
- F_s = Factor de ajuste de la velocidad del vehículo motorizado.



- $\ln(x)$ = Logaritmo natural de x .
- W_v = Ancho total efectivo del exterior a través de los carriles, carriles para bicicletas y arcén(berma) en función del tráfico(ft).
- W_l = Ancho total del arcén(berma), carril para bicicletas y carril de estacionamiento (ft).
- p_{pk} = Proporción del estacionamiento de la calle ocupado (decimal).
- W_{buf} = Ancho de búfer entre la calzada y la acera disponible (0 si la acera no existe) (ft).
- f_b = Coeficiente del área de búfer; igual a 5.37 para cualquier barrera continua de al menos 3 ft de altura que se encuentre entre la acera y el borde exterior de la carretera; de lo contrario, se usa 1.
- W_A = Anchura de acera disponible; igual a 0 ft si no existe aceras o $W_A = W_T - W_{buf}$ si la acera existe. (ft).
- W_T = Ancho total de la acera.
- W_{aA} = Ajuste de la anchura de acera disponible $W_{aA} = \min(W_A; 10)$ (ft).
- f_{sw} = Coeficiente de ancho de la acera $f_{sw} = 6 - 0.3W_{aA}$.
- v_m = Velocidad de flujo de segmento medio (direccional más cercano a la acera sujeto) (veh/h).
- N_{th} = Número de carriles en el segmento en la dirección de viaje considerada (carriles).
- S_R = Velocidad de funcionamiento del vehículo motorizado $S_R = \frac{3600 L}{5280 t_R}$ (mi/h).
- t_R : Tiempo de movimiento vehicular en el segmento (s).

Las ecuaciones de las dos primeras filas se consideran en secuencia para determinar el ancho efectivo del carril exterior y el arcén W_v .



Figura 78

Variables para la puntuación del NDS peatonal para el tramo urbano.

Condición	Variable cuando la condición es satisfecha	Variable cuando la condición no es satisfecha
$V_m > 160$ veh/h o $W_A > 0$ ft	$W_v = W_{ol} + W_{bl} + W_{os}^* + W_{pk}$	$W_v = (W_{ol} + W_{bl} + W_{os}^* + W_{pk}) * (2 - 0.005V_m)$
$p_{pk} > 0.25$ o $W_{bl} + W_{os}^* + W_{pk} \leq 10$	$W_l = W_{bl} + W_{os}^* + W_{pk}$	$W_l = 10$

Notas:

- W_{ol} = Ancho del carril exterior (ft).
- W_{os}^* = Ajuste del ancho del arcén(berma) exterior pavimentado; si un bordillo está presente $W_{os}^* = W_{os} - 1.5 \geq 0$, en el caso contrario $W_{os}^* = W_{os}$ (ft).
- W_{os} = Ancho del arcén(berma) exterior pavimentado (ft).
- W_{bl} = Ancho del carril para bicicletas = 0.0 si el carril para bicicletas no se proporciona (ft).
- W_{pk} = Ancho del carril de estacionamiento marcado (ft).

Fuente: Tomado del TRB (2016).

Podríamos considerar como coeficiente de ancho del búfer a objeto verticales repetitivos (por ejemplo, árboles o bolardos) si forman una barrera continua con una altura mínima de 3 pies y tienen una distancia de separación máxima promedio de 20 pies. Cuando existen vehículos estacionados o la presencia de una barrera física entre peatones y vehículos que se movilizan por la vía se incrementa la calidad de servicio percibido, por otro lado, volúmenes y velocidades vehiculares altos disminuyen la calidad de servicio.

Si el segmento tiene una vereda discontinua, entonces la vereda debe ser subdividida en subsegmentos y cada subsegmento debe evaluarse independientemente, un subsegmento inicia y acaba en cada ruptura de la vereda. Para hallar el NDS peatonal de toda la vereda utilizaremos los siguientes cálculos:

c) Para calcular el espacio peatonal promedio ponderado

Utilizaremos la siguiente ecuación:

$$A_{p,F} = \frac{\sum_{i=1}^m L_i}{\sum_{i=1}^m \frac{L_i}{A_{p,i}}}$$



Donde:

- $A_{p,F}$ = Espacio peatonal de la instalación (ft²/p).
- L_i = Longitud del segmento i (pies).
- m = Número de subsegmentos en la instalación.
- $A_{p,i}$ = Espacio peatonal del subsegmento i (ft²/p).

d) Para calcular la velocidad peatonal de la instalación

Se calcula usando la siguiente formula:

$$S_{Tp,F} = \frac{\sum_{i=1}^m L_i}{\sum_{i=1}^m \frac{L_i}{S_{Tp,seg,i}}}$$

Donde

- $S_{Tp,F}$ = Velocidad peatonal de la instalación (ft/s).
- $S_{Tp,seg,i}$ = Velocidad peatonal del subsegmento i (ft/s).

En general, una velocidad de desplazamiento de 4 ft/s o más se considera deseable y una velocidad de 2 ft/s o menos se considera indeseable.

e) Para calcular la puntuación del NDS peatonal promedio ponderado

Se utiliza la siguiente ecuación:

$$I_{p,F} = 0.75 * \left[\frac{\sum_{i=1}^m WTT_{p,i}}{\left(\frac{\sum_{i=1}^m L_i}{S_{Tp,F}} \right)} \right]^{\frac{1}{3}} + 0.125$$

Con

$$WTT_{p,i} = \left(\frac{L_i}{S_{Tp,seg,i}} \right) \left(\frac{I_{p,seg,i} - 0.125}{0.75} \right)^3$$

Donde:

- $I_{p,F}$ = Puntuación de NDS peatonal de la instalación.
- $WTT_{p,i}$ = Puntaje promedio NDS peatonal ponderado del subsegmento i.
- $I_{p,seg,i}$ = Puntuación del NDS peatonal del subsegmento i.

La puntuación del NDS peatonal I_p , de un tramo con varios subsegmentos se calcula como el promedio ponderado de las puntuaciones de los subsegmentos, donde el peso para cada puntuación es la longitud del subsegmento que representada. Si el subsegmento no tiene vereda, el ancho de la zona de influencia y el ancho efectivo valen 0 pies.



Paso 7: Determinar el NDS peatonal del tramo.

Se necesita la puntuación del NDS peatonal del paso 6 y el espacio peatonal para calcular el NDS peatonal del tramo urbano. Esta puntuación se compara con los umbrales del NDS peatonal basados en tramos en el lado derecho de la tabla del paso 10 de esta metodología.

Paso 8: Determinar el factor de dificultad del cruce de carreteras

Este factor mide la dificultad que percibe el peatón al cruzar la calle ubicada entre las intersecciones límite.

- **Primera opción de cruce.** - Ocurre cuando el peatón cruza el segmento por un cruce de peatones señalizado o por una intersección semaforizada.
- **Segunda opción de cruce.** - Ocurre cuando el peatón cruza el segmento en una ubicación no controlada. Si el cruce es legal en el segmento, entonces cruzara cuando se presente un espacio aceptable en la corriente de automóviles.

De estas dos opciones se utiliza la de menor demora para calcular el factor de dificultad del cruce de carreteras.

a) Calcular el retraso del desvío

La distancia al lugar de cruce más cercano D_c se basa en uno de los enfoques.

El primer enfoque: Se utiliza si hay un camino peatonal reconocible.

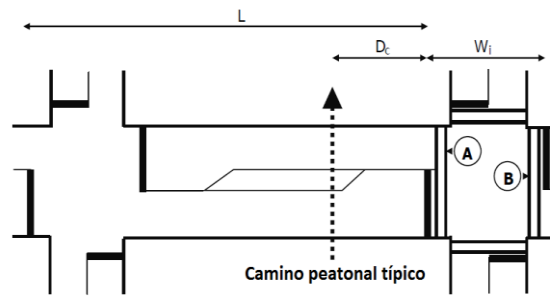
- c) Desvío del peatón a la intersección límite más cercana.
- d) Desvío del peatón al paso peatonal más cercano.

La distancia D_c es un valor de entrada proporcionado por el analista.

El segundo enfoque: Se utiliza si los peatones cruzan el segmento uniformemente. Aquí la distancia D_c es igual a un tercio de la distancia entre las intersecciones semaforizadas más cercanos que rodean el segmento.

Figura 79

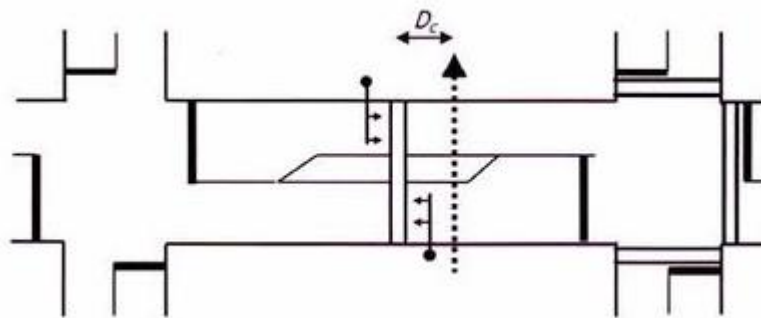
Desvío del peatón a la intersección límite más cercana.



Nota: D_c , se mide desde el lugar del cruce hasta la intersección semaforzada. Fuente: Tomado del TRB (2016).

Figura 80

Desvío del peatón al paso peatonal señalado del segmento medio.



Nota: D_c , se mide desde la ubicación del paso peatonal hasta la ubicación del cruce ilegal de peatones. Fuente: Tomado del TRB (2016).

La distancia de desvío hasta la intersección semaforzada más cercana es:

$$D_d = 2 D_c$$

Con:

- D_d = Distancia de desvío (ft).
- D_c = Distancia hasta la intersección señalizada más cercana (ft).

La demora que resulta de este desvío se calcula empleado la siguiente ecuación:

$$d_{pd} = \frac{D_d}{S_p} + d_{pc}$$

Con:

- d_{pd} = Demora de desvío peatonal (s/p).



- D_d = Distancia de desvío (ft).
- S_p = Velocidad promedio del peatón (pies/s).
- d_{pc} = Demora peatonal incurrido al cruzar el segmento en la intersección semaforizada más cercana (s/p).

b) Calcular el factor de dificultad de cruce

Se emplea la siguiente formula:

$$F_{cd} = 1 + \frac{0.10d_{px} - (0.318I_{p,link} + 0.220I_{p,int} + 1.606)}{7.5}$$

Con

- F_{cd} = Factor de dificultad de cruce.
- d_{px} = Demora de cruce $d_{px} = \min(d_{pd}; d_{pw}; 60)$ (s/p).
- d_{pd} = Demora de desvío peatonal (s/p).
- d_{pw} = Demora de espera peatonal (s/p).
- $I_{p,link}$ = Puntuación del NDS peatonal del tramo.
- $I_{p,int}$ = Puntuación del NDS peatonal de la intersección.

Para los cálculos siguientes:

- Si F_{cd} es menor a 0.80, entonces $F_{cd} = 0.80$.
- Si F_{cd} es mayor a 1.20, entonces $F_{cd} = 1.20$.

En la determinación de la demora de cruce no se incluye la demora de espera peatonal d_{pw} , [es decir, $d_{px} = \min(d_{pd}, 60)$] cuando el cruce en medio del segmento es ilegal.

Paso 9: Determinar la puntuación del NDS peatonal del segmento.

Se utiliza la siguiente formula:

$$I_{p,seg} = 0.75 * \left[\frac{(F_{cd} I_{p,link} + 1)^3 \frac{L}{S_p} + (I_{p,int} + 1)^3 d_{pp}}{\frac{L}{S_p} + d_{pp}} \right]^{\frac{1}{3}} + 0.125$$

donde:

- $I_{p,seg}$ = Puntuación del NDS peatonal del segmento.

Paso 10: Determinar el NDS peatonal del segmento.

Utilizando la puntuación del NDS peatonal y el espacio peatonal promedio se determina el NDS peatonal del segmento empleando la siguiente tabla. Si no existe una acera y los peatones



caminan por la calle, el concepto de espacio peatonal no se aplica y otra metodología se empleará.

Tabla 5

Criterios de NDS peatonal en segmentos y tramos urbanos(ft²/p).

Puntaje de NDS peatonal en segmentos	NDS en segmentos por espacio peatonal promedio (ft ² /p)						NDS Peatonal en tramos	
	> 60	>40-60	>24-40	>15-24	>8-15 ^a	≤ 8 ^a	Puntuación de NDS en tramos	NDS
≤ 2.00	A	B	C	D	E	F	≤ 1.50	A
> 2.00 – 2.75	B	B	C	D	E	F	> 1.50 – 2.50	B
> 2.75 – 3.50	C	C	C	D	E	F	> 2.50 – 3.50	C
> 3.50 – 4.25	D	D	D	D	E	F	> 3.50 – 4.50	D
> 4.25 – 5.00	E	E	E	E	E	F	> 4.50 – 5.50	E
> 5.00	F	F	F	F	F	F	> 5.50	F

Nota: ^a En situaciones de flujo cruzado, el umbral del NDS E/F es de 13 ft²/p. Fuente: Tomado de TRB (2016).

2.2.5.7. Metodología para determinar el NDS peatonal en calles peatonales

Según el Manual (2000) los pasos son los siguientes:

Paso 1: Determinar la velocidad de caminata de peatones

Según el Manual (2000), la velocidad de caminata de peatones depende del porcentaje de peatones mayores de 65 años presente en la zona de estudio, por consiguiente:

Si (Cantidad_Peatones_mayores_de_65_años < 20% Total_peatonales)

{

Velocidad_de_caminata = 1.2 m/s

}

Caso contrario (Cantidad_Peatones_mayores_de_65_años ≥ 20% Total_peatonales)

{

Velocidad_de_caminata = 1 m/s

}

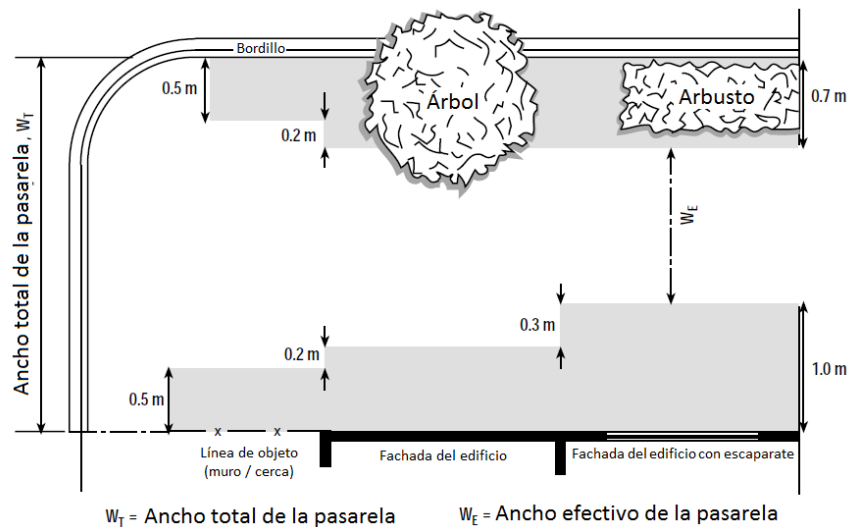
Además, una pendiente de más de 10%, reduce la velocidad de caminata en 0.1 m/s.

Paso 2: Determinar ancho efectivo del pasillo

El ancho efectivo de la pasarela es el área donde los peatones pueden transitar de manera segura y cómoda sin interferencia de objetos fijos en la pasarela. Este ancho efectivo se calcula con la siguiente ecuación:

Figura 81

Ajustes de ancho para obstáculos fijos.



Fuente: Tomado del Highway Capacity Manual (2000).

$$W_E = W_T - W_O$$

Con:

- W_E = Ancho efectivo de la pasarela (m).
- W_T = Ancho total de la pasarela (m).
- W_O = Suma de anchos y distancias tímidas de las obstrucciones en la pasarela (m).

Paso 3: Determinar NDS peatonal en pasarelas y aceras

Para calcular el NDS peatonal en pasarelas y aceras emplearemos la razón de flujo peatonal por unidad de ancho la misma que se determina con la siguiente ecuación:

$$V_P = \frac{V_{15}}{15 * W_E}$$

Con:

- V_P = Razón de flujo peatonal por unidad de ancho, (p/min/m).
- V_{15} = Flujo pico en 15 min (ambas direcciones), (p/15-min).
- W_E = Ancho efectivo de la pasarela, (m).



Tabla 6

NDS peatonal en pasillos y aceras

LOS	Espacio (m ² /p)	Tasa de flujo(p/min/m)	Velocidad (m/s)	Proporción (v/c)
A	> 5.6	≤ 16	>1.30	≤ 0.21
B	> 3.7 - 5.6	> 16 - 23	> 1.27 - 1.30	> 0.21 - 0.31
C	> 2.2 - 3.7	> 23 - 33	> 1.22 - 1.27	> 0.31 - 0.44
D	> 1.4 - 2.2	> 33 - 49	> 1.14 - 1.22	> 0.44 - 0.65
E	> 0.75 - 1.4	> 49 - 75	> 0.75 - 1.14	> 0.65 - 1.0
F	≤ 0.75	variable	≤ 0.75	variable

Fuente: Tomado del Highway Capacity Manual (2000).

Paso 4: Determinar NDS peatonal de pelotones en pasillos y aceras

Según El Manual (2010), un pelotón es un grupo de personas caminando juntos voluntariamente o involuntariamente debido a la geometría de la calle, acera u otros factores (por ejemplo, un paso de peatones).

Tabla 7

NDS peatonal para pelotón en pasillos y aceras

NDS	Espacio (m ² /p)	Tasa de flujo ^a (p/min/m)
A	> 49	≤ 1.6
B	> 8 - 49	> 1.6 - 10
C	> 4 - 8	> 10 - 20
D	> 2 - 4	> 20 - 36
E	> 1 - 2	> 36 - 59
F	≤ 1	> 59

Nota: a. Las tasas en la tabla representan tasas de flujo promedio durante un período de 5 a 6 minutos. Fuente: Tomado del Highway Capacity Manual (2000).

2.3. Hipótesis de la investigación

2.3.1. Hipótesis general

El nivel de servicio peatonal de algunos segmentos urbanos e intersecciones semaforizadas según las características dimensionales y volumen de tráfico en el área limitada por las calles de: Santa Clara, Plaza San Francisco, Marquez, Mantas, Sunturwasi y Hatunrumiyoc de la ciudad del Cusco, aplicando la metodología del HCM 2010 en el año 2019 es “D” y “E” respectivamente.



2.3.2. Sub hipótesis

Subhipótesis 1: La velocidad vehicular percentil 85 que influye en el nivel de servicio peatonal en los segmentos urbanos de la zona de estudio es menor a 30 Km/h (velocidad máxima límite).

Subhipótesis 2: El tiempo de movimiento vehicular que interviene en el nivel de servicio peatonal en los segmentos urbanos de la zona de estudio es directamente proporcional a la longitud del segmento urbano.

Subhipótesis 3: En todos los segmentos urbanos el porcentaje de peatones mayores de 65 años que influye en el nivel de servicio peatonal es menor al 20 % del total de peatones que caminan por la vereda de la zona de estudio.

Subhipótesis 4: El nivel de servicio peatonal de algunos pasos de cebra que están influenciados por su área peatonal es “D”.

Subhipótesis 5: Algunas veredas de los segmentos urbanos de la zona de estudio tienen un nivel de servicio peatonal “E”.

2.4. Definición de variables

2.4.1. Variables independientes

- **Variable independiente X1:**

X1: Volumen de tráfico

Descripción: Es la información sobre los conteos peatonales y vehiculares realizados el día y hora de máxima demanda peatonal en tramos urbanos, puntos de acceso e intersecciones semaforizadas de la zona de estudio.

- **Variable independiente X2:**

X2: Características dimensionales

Descripción: Información de medidas (áreas, anchos, etc.) de la infraestructura peatonal y vehicular.



- **Indicadores de variables independientes**

Tabla 8

Variables independientes y sus indicadores.

Variables independientes	Indicadores
Volumen de tráfico	Velocidad vehicular de punto. Flujo vehicular. Velocidad limite. Demoras. Cantidad de peatones.
Características dimensionales	Ancho efectivo de la acera. Distancia tímida de la acera. Ancho de objetos fijos. Ancho del paso peatonal. Longitud del paso peatonal. Área de la esquina peatonal.

Fuente: Elaboración propia.

2.4.2. Variables dependientes

- **Variable dependiente Y1:**

Y1: Nivel de servicio peatonal

Descripción: Según Guillén (2014) dice que, es la cuantificación de la calidad que ofrece una infraestructura peatonal percibido por el peatón en un momento determinado.

- **Indicadores de variables dependientes**

Tabla 9

Variables dependientes y sus indicadores.

Variables independientes	Indicadores
Nivel de servicio peatonal	Puntuación

Fuente: Elaboración propia.



2.4.3. Cuadro de operacionalización de variables

Tipo de variable	Nombre de variable	Definición	Nivel de la variable	Indicadores	Unidad del indicador	Metodología, instrumento.
Variable independiente	Volumen de tráfico	Describe las características del tráfico vehicular motorizado y peatonal del día y hora de máxima demanda peatonal en los segmentos urbanos de la zona de estudio.	Velocidad vehicular percentil 85.	Velocidad vehicular de punto.	veh/h	Ficha para conteo peatonal y vehicular. Registros fotográficos y de video.
			Tiempo de movimiento vehicular	- Flujo vehicular. - Velocidad límite. - Demoras	veh/h m s/veh/punto	
			Porcentaje de peatones mayores de 65 años.	Cantidad de peatones.	Número	
	Características dimensionales	Información de medidas de la infraestructura peatonal y vehicular.	Ancho de vereda	- Ancho efectivo de la acera. - Distancia tímida de la acera. - Ancho de objetos fijos.	m	Ficha para encuestas.
Área peatonal			- Ancho del paso peatonal. - Longitud del paso peatonal. - Área de la esquina peatonal.	m m m ²	Celular Odómetro	
Variable dependiente	Nivel de servicio peatonal	Según Guillén (2014) dice que, es la cuantificación de la calidad que ofrece una infraestructura peatonal percibido por el peatón en un momento determinado.	A B C D E F	Puntuación	Área/peatón (m ² /p)	Flexómetro Metodología del Highway Capacity Manual (HCM-2010) Distanciometro

Fuente: Elaboración propia.



Capítulo III: Metodología

3.1. Metodología de la investigación

3.1.1 Enfoque de la investigación

Según Hernández et al. (2014) dice que, la presente investigación es del tipo **cuantitativa** debido a que se inicia con una idea, se formulan problemas y objetivos de investigación, de los problemas se generan hipótesis y se determinan variables, para medir las variables se realizará una recolección de datos que posteriormente fueron analizados empleando métodos matemáticos, y finalmente se extrae conclusiones respecto a las hipótesis.

3.1.2. Nivel o alcance de la investigación

Según Hernández et al. (2014) dice, que el nivel de investigación es **descriptivo** porque se tomaron medidas (por ejemplo: longitud del segmento urbano, longitud y ancho de pasos peatonales, etc.), se recolectaron datos (por ejemplo: conteos peatonales y vehiculares, etc.) y finalmente se evaluó el NDS peatonal de veredas y pasos peatonales.

3.1.3. Método de investigación

Según Bernal (2010) dice, el método **hipotético-deductivo** se empleó para el desarrollo del presente trabajo de investigación debido a que en este trabajo se plantea una hipótesis general y cinco hipótesis específicas luego se procedió a comprobar si son verdaderas o no, deduciendo de ellas conclusiones a través del empleo de la metodología del Manual de Capacidad de Carreteras (HCM 2010 y 2016) y en el libro de Ingeniería de tránsito de Cal y Mayor. (2007).

3.2. Diseño de la investigación

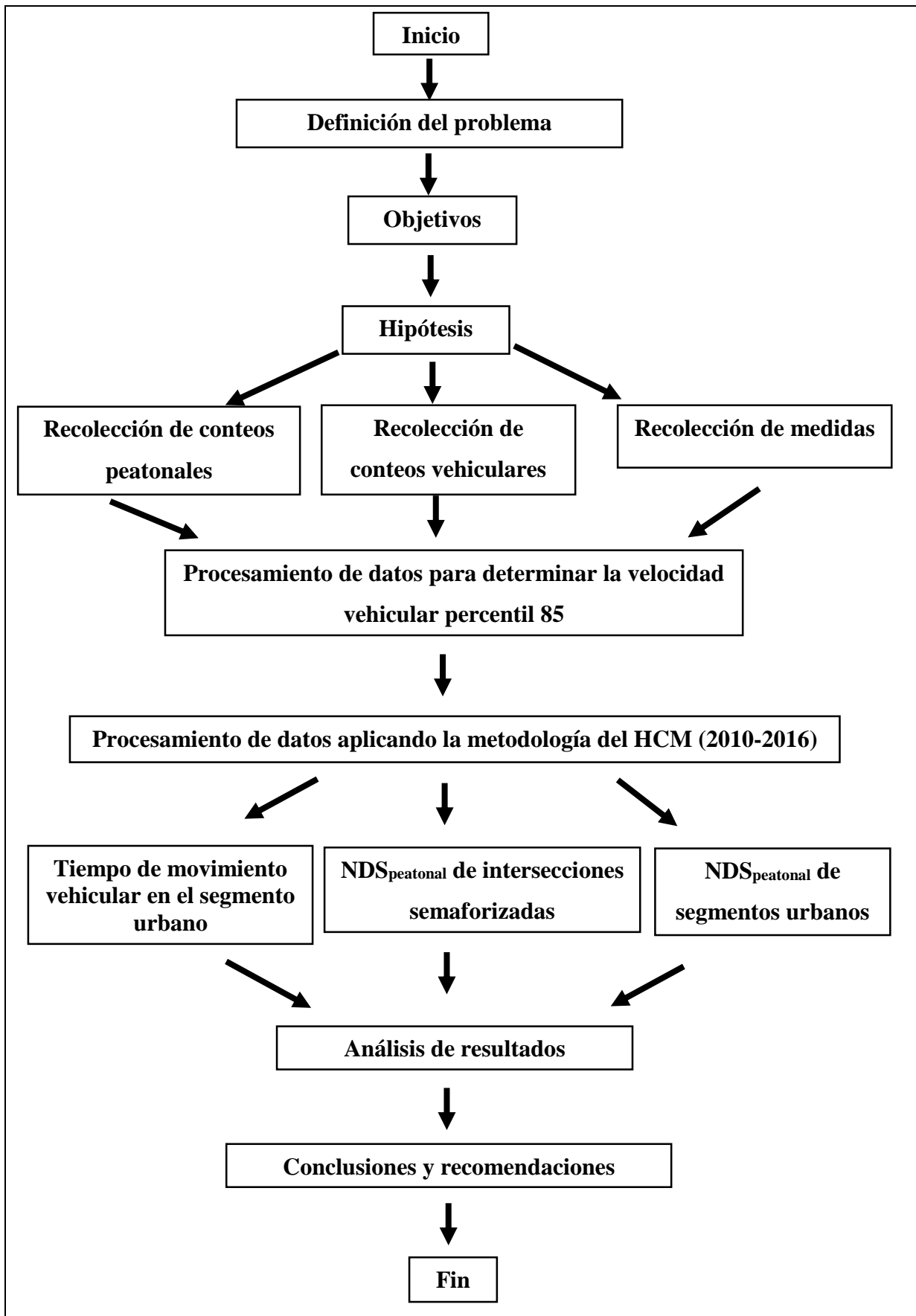
3.2.1. Diseño metodológico

Hernández et al (2014) habla de un estudio no experimental cuando el investigador no manipula adrede las variables de estudio, estas variables las toma tal como las encontró en su entorno real para su posterior estudio.

En el presente trabajo de investigación se usó el diseño **no experimental** ya que en esta investigación se analiza el NDS peatonal de veredas y cruces peatonales sin ninguna alteración provocada de las variables y tal como sucede en su ambiente natural.



3.2.2. Diseño de ingeniería



Fuente: Elaboración propia.



3.3. Población y muestra

3.3.1. Población

3.3.1.1 Descripción de la población

Según Hernández et al. (2014) la población son todos los elementos que tienen alguna característica en común para ser estudiada.

La población de estudio en el presente trabajo de investigación está conformada por las calles de: Santa Clara, Plaza San Francisco, Marquez, Mantas, Sunturwasi, Hatunrumiyoc del Centro Histórico de la Ciudad del Cusco.

3.3.1.2 Cuantificación de la población

La población está formada por 2 veredas en la calle Santa Clara, 1 vereda en la Plaza San Francisco, 3 veredas en la Calle Mantas, 2 veredas en la Calle Sunturwasi. 1 calle peatonal en la Calle Marquez, 1 calle peatonal en la Calle Hatunrumiyoc, 3 cruces peatonales en la intersección de la calle Santa Clara con Calle Concebidayoc, 3 cruces peatonales en la intersección de la Calle Mantas con Av. Sol y 2 cruces peatonales en la intersección de la Calle Sunturwasi con Calle Herrajes.

3.3.2. Muestra

3.3.2.1 Descripción de la muestra

Según Hernández et al. (2014), la muestra es un subconjunto que reúne en sí características principales de la población, escogida para ser estudiada, a través de la recolección de datos, delimitándola y definiéndola con precisión.

La muestra de estudio en el presente trabajo de investigación está conformada por las calles de: Santa Clara, Plaza San Francisco, Marquez, Mantas, Sunturwasi, Hatunrumiyoc del Centro Histórico de la Ciudad del Cusco.

3.3.2.2 Cuantificación de la muestra

La muestra está formada por 2 veredas en la calle Santa Clara, 1 vereda en la Plaza San Francisco, 3 veredas en la Calle Mantas, 2 veredas en la Calle Sunturwasi, 1 calle peatonal en la Calle Marquez, 1 calle peatonal en la Calle Hatunrumiyoc, 3 cruces peatonales en la intersección de la calle Santa Clara con Calle Concebidayoc, 3 cruces peatonales en la intersección de la Calle Mantas con Av. Sol y 2 cruces peatonales en la intersección de la Calle Sunturwasi con Calle Herrajes.



3.3.2.3 Método de muestreo

Según Hernández et al. (2014), las muestras no probabilísticas están sujetas a las decisiones del investigador y a las características de la investigación, pero no a la probabilidad.

El método de muestreo de la actual investigación es no probabilístico o dirigida porque la muestra representativa para el estudio está sujeta a la decisión del investigador (por ejemplo: el investigador elegirá que veredas serán partes del presente estudio).

3.3.2.4 Criterios de evaluación de muestra

Se evaluaron veredas, cruceros y calles peatonales mediante metodologías definidas en el Highway Capacity Manual (2010 y 2016) y en el libro de Ingeniería del Tránsito Cal y Mayor:

- Determinar la velocidad vehicular percentil 85 en medio del segmento urbano.
- Determinar el tiempo de movimiento vehicular en el segmento urbano.
- Determinar el porcentaje de adultos mayores de 65 años que caminan por la zona de estudio.
- Determinar el NDS peatonal en intersecciones semaforizadas y segmentos urbanos.

3.3.3. Criterios de inclusión

Los criterios de inclusión fijados para la zona de estudio son los siguientes:

- Los cruceros peatonales pertenecer a intersecciones semaforizadas con gran afluencia vehicular y peatonal.
- Las calles peatonales presentan gran intensidad peatonal
- Las calles pertenecen al CHC caracterizadas por tener gran afluencia de vehículos y peatones.
- Las veredas de la zona de estudio presentan características representativas del CHC.
- Las veredas deben estar dentro de segmento urbanos y no deben ser parte de una plaza.
- La zona de estudio debe tener presencia de atractivos turísticos, de servicio, diversión y residenciales.

3.4. Instrumentos

3.4.1. Instrumentos de recolección de datos.



Tabla 10

Ficha de inventariado de locales de comercio.



 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL 		
TESIS	Análisis del nivel de servicio peatonal de los segmentos urbanos e intersecciones semaforizadas ubicados en las calles de Santa Clara, Plaza San Francisco, Marquez, Mantas, Sunturwasi y Hatunrumiyoc de la ciudad del Cusco, aplicando la metodología del HCM 2010 en el año 2019.	
TESISTA	Julio César Sierra Quispe.	
CALLE	FECHA	
FICHA DE INVENTARIADO DE LOCALES DE COMERCIO		
TIPO DE NEGOCIO	LOCALES DE COMERCIO	Σ LOCALES DE VENTA
Tienda de abarrotes		
Restaurante/pollería		
Pizzería		
Chifa		
Panadería/pastelería		
Cafetería/ juguería		
Supermercado/Mercado		
Venta de golosinas		
Venta de artesanía cuadros, joyería y ropa		
Galerías turísticas		
Venta de instrumentos musicales		
Venta de ropa para turistas		
Venta de telas/cortinas		
Tienda de bordados		
Venta de equipos y ropa de aventura		
Venta de calzados y ropa en general		
Confecciones		
Hotel/hostal		
Bar		
Agencia de viajes turísticos		
Masaies/spa/Gimnasio		
Revelado de fotos y equipos fotográficos		
Venta de celulares y servicio técnico		
Consultorio dental		
Consultorio oftalmológico		
Consultorio legal		
Estudio contable		
Farmacia/botica		
Museo/Muro inka		
Templo/iglesia		
Plaza/plazoleta		
Tatuaje		
Peluquería		
Cosmetología		
Reparación de relojes		
Venta de plásticos		
Casa de cambio		
Venta de DVD's y CD's		
Almacén		
Bisutería/Sahumerio y artículos diversos		
Cabinas de internet/Locutorio/fotocopiadoras		
Imprenta		
Librería		
Bazar		
Sede educativa		
Ambulantes (golosinas/tortas/periódicos)		
Σ Total locales de venta		

Fuente: Tomado de Quipo y Ccachainca. (2019).



Tabla 11

Ficha de inventariado general de locales de comercio en la zona de estudio.


 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL 						
TESIS	Análisis del nivel de servicio peatonal de los segmentos urbanos e intersecciones semaforizadas ubicados en las calles de Santa Clara, Plaza San Francisco, Marquez, Mantas, Sunturwasi y Hatunrumiyoc de la ciudad del Cusco, aplicando la metodología del HCM 2010 en el año 2019.					
TESISTA	Julio César Sierra Quispe.					
FECHA						
FICHA DE INVENTARIADO GENERAL DE LOCALES DE COMERCIO EN LA ZONA DE ESTUDIO						
Grupos de negocio	Tipos de negocio	Calles				Total
Productos de consumo	Tienda de abarrotes					
	Restaurante/pollería					
	Pizzería					
	Chifa					
	Panadería/pastelería					
	Cafetería/ juguería					
	Supermercado/Mercado					
Artesanías	Venta de golosinas					
	Venta de artesanía cuadros, joyería y ropa					
	Galerías turísticas					
Ropa, bordados y confecciones	Venta de instrumentos musicales					
	Venta de ropa para turistas					
	Venta de telas/cortinas					
	Tienda de bordados					
	Venta de equipos y ropa de aventura					
Diversión, aventura y hospedaje	Venta de calzados y ropa en general					
	Confecciones					
	Hotel/hostal					
	Bar					
Equipos tecnológicos	Agencia de viajes turísticos					
	Masajes/spa/Gimnasio					
Consultorio de salud, asesoría legal y contable	Revelado de fotos y equipos fotográficos					
	Venta de celulares y servicio técnico					
	Consultorio dental					
	Consultorio oftalmológico					
	Consultorio legal					
Atractivos turísticos	Estudio contable					
	Farmacia/botica					
	Museo/Muro inka					
Cuidados estéticos	Templo/iglesia					
	Plaza/plazoleta					
	Tatuaie					
Otros	Peluguería					
	Cosmetología					
	Reparación de relojes					
	Venta de plásticos					
	Casa de cambio					
	Venta de DVD's y CD's					
	Almacén					
	Bisutería/Sahumerio y artículos diversos					
	Locutorio/cabina de internet/Fotocopiadoras					
	Imprenta					
	Librería					
	Bazar					
	Sede educativa					
Ambulantes (golosinas y periódicos)						
Σ TOTAL DE LOCALES DE VENTA POR CALLE INVENTARIADA						

Fuente: Tomado de Quipo y Ccachainca. (2019).



Tabla 12

Ficha de muestra probabilística estratificada por calle.

 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL 		
TESIS	Análisis del nivel de servicio peatonal de los segmentos urbanos e intersecciones semaforizadas ubicados en las calles de Santa Clara, Plaza San Francisco, Marquez, Mantas, Sunturwasi y Hatunrumiyoc de la ciudad del Cusco, aplicando la metodología del HCM 2010 en el año 2019.	
TESISTA	Julio César Sierra Quispe.	
CALLE	FECHA	
FICHA DE MUESTRA PROBABILÍSTICA ESTRATIFICADA POR CALLE		
TIPO DE NEGOCIO	LOCALES DE COMERCIO	Σ LOCALES DE VENTA
Tienda de abarrotes		
Restaurante/pollería		
Pizzería		
Chifa		
Panadería/pastelería		
Cafetería/juguería		
Supermercado/Mercado		
Venta de golosinas		
Venta de artesanía cuadros, joyería y ropa		
Galerías turísticas		
Venta de instrumentos musicales		
Venta de ropa para turistas		
Venta de telas/cortinas		
Tienda de bordados		
Venta de equipos y ropa de aventura		
Venta de calzados y ropa en general		
Confecciones		
Hotel/hostal		
Bar		
Agencia de viajes turísticos		
Masajes/spa/Gimnasio		
Revelado de fotos y equipos fotográficos		
Venta de celulares y servicio técnico		
Consultorio dental		
Consultorio oftalmológico		
Consultorio legal		
Estudio contable		
Farmacia/botica		
Museo/Muro Inka		
Templo/iglesia		
Plaza/plazoleta		
Tatuaje		
Peluquería		
Cosméticos		
Reparación de relojes		
Venta de plásticos		
Casa de cambio		
Venta de DVD's y CD's		
Almacén		
Bisutería/Sahumerio y artículos diversos		
Locutorio/cabina de internet/Fotocopiadoras		
Imprenta		
Librería		
Bazar		
Sede educativa		
Ambulantes (golosinas y periódicos)		
Σ Total locales de venta		

Fuente: Tomado de Quipo y Ccachainca. (2019).



Tabla 13

Modelo de encuesta tomada en la zona de estudio.

<div style="display: inline-block; text-align: center;"> UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL </div>
<p>ENCUESTA</p> <p>“Encuesta para hallar el día y hora de máxima demanda peatonal en la zona de estudio”</p> <p>Tesis: “Análisis del nivel de servicio peatonal de los segmentos urbanos e intersecciones semaforizadas ubicados en las calles de Santa Clara, Plaza San Francisco, Marquez, Mantas, Suntuturwasi y Hatunrumiyoc de la ciudad del Cusco, aplicando la metodología del HCM 2010 en el año 2019”.</p> <p>Tesista (s): Julio César Sierra Quispe.</p> <p style="text-align: center;">Información de la Encuesta</p> <p>Encuesta realizada por: Julio César Sierra Quispe.</p> <p>Encuesta N°: Fecha:/...../2019 Lugar:.....</p> <p style="text-align: center;">Peatones</p> <p>Día(s) que tiene mayor cantidad de clientes en su trabajo:</p> <p>Lunes () Miércoles () Viernes () Domingo () Martes () Jueves () Sábado ()</p> <p>Hora(s) que tiene mayor cantidad de clientes:</p> <p>Hora: a.m. () p.m. ()</p>

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 14

Ficha de encuesta para hallar el día de mayor demanda peatonal.

<div style="display: inline-block; text-align: center;"> UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL </div>								
TESIS	Análisis del nivel de servicio peatonal de los segmentos urbanos e intersecciones semaforizadas ubicados en las calles de Santa Clara, Plaza San Francisco, Marquez, Mantas, Suntuturwasi y Hatunrumiyoc de la ciudad del Cusco, aplicando la metodología del HCM 2010 en el año 2019.							
TESISTA	Julio César Sierra Quispe.					Fecha		
FICHA DE ENCUESTAS								
N°	Ubicación del local de venta	Día de mayor demanda peatonal						
		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Puntaje								

Fuente: Tomado de Quipo y Ccachainca. (2019).



Figura 83

Ficha de aforo peatonal en el tramo urbano.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO															
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA															
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL															
TESIS :		Análisis del nivel de servicio peatonal de los segmentos urbanos e intersecciones semaforizadas ubicados en las calles de Santa Clara, Plaza San Francisco, Marquez, Mantas, Sunturwasi y Hatunrumiyoc de la ciudad del Cusco, aplicando la metodología del HCM 2010 en el año 2019.													
TESISTA :		Julio César Sierra Quispe.													
AFORADOR:		Dpto.			Provincia			Distrito			Hora inicio				
CALLE :		Fecha						Hora fin							
FICHA DE CONTEO PEATONAL EN EL TRAMO URBANO															
ACERA 1															
Sentido: ← A		De			Hacia			Sentido: → B		De			Hacia		
Peatones		Menores de 65 años.						Mayores de 65 años.						TOTAL	
Transito del peatón		A pie		Sobre ruedas pequeñas		PMR		A pie		En ruedas pequeñas		PMR		TOTAL	
Tipo de peatón		Niños y Jóvenes	Adultos	Niños y Jóvenes	Adultos	Niños y Jóvenes	Adultos	Adultos Mayores				TOTAL			
Hora															
Total															
ACERA 2															
Sentido: ← A		Sentido: → B													
Hora															
Total															
Pendiente								Acera 1							
Pendiente								Acera 2							

Fuente: Elaboración propia.



Figura 85

Ficha de aforo peatonal en intersecciones semaforizadas.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL																							
TESIS		Análisis del nivel de servicio peatonal de los segmentos urbanos e intersecciones semaforizadas ubicados en las calles de Santa Clara, Plaza San Francisco, Marquez, Mantas, Sunturwasi y Hatunrumiyoc de la ciudad del Cusco, aplicando la metodología del HCM 2010 en el año 2019.																					
TESISTA		Julio César Sierra Quispe.																					
AFORADOR						Dpto:				Hora inicio													
INTERSECCIÓN						Provincia				Hora fin													
N° INTERSECCIÓN						Distrito				Fecha													
FICHA DE AFORO PEATONAL EN UNA INTERSECCION SEMAFORIZADA																							
		Esquina		Calle Principal - D1				Calle Secundaria - C				Calle Principal - D2				Esquina							
Hora		V_{ab}		V_{di}		V_{do}		Total ($V_{di}+V_{do}$)		V_{ci}		V_{co}		Total ($V_{ci}+V_{co}$)		V_{di}		V_{do}		Total ($V_{di}+V_{do}$)		V_{ab}	
Total																							

Fuente: Elaboración propia.



Figura 86

Ficha de aforo vehicular en intersecciones semaforizadas.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL													
TESIS		Análisis del nivel de servicio peatonal de los segmentos urbanos e intersecciones semaforizadas ubicados en las calles de Santa Clara, Plaza San Francisco, Marquez, Mantas, Sunturwasi y Hatunrumiyoc de la ciudad del Cusco, aplicando la metodología del HCM 2010 en el año 2019.											
TESISTA		Julio César Sierra Quispe.											
AFORADOR		Dpto.			Hora inicio			Hora fin					
INTERSECCIÓN		Provincia			Hora fin			Fecha					
N° DE INTERSECCIÓN		Distrito			Fecha								
FICHA DE CONTEO VEHICULAR EN INTERSECCIONES SEMAFORIZADAS													
Calle													
DIAGRA. VEH.	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION	TOTAL	TOTAL		
			PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E					
HORA													
SENTIDO	↶ ↷ ↵	↶ ↷ ↵	↶ ↷ ↵	↶ ↷ ↵	↶ ↷ ↵	↶ ↷ ↵	↶ ↷ ↵	↶ ↷ ↵	↶ ↷ ↵	↶ ↷ ↵	↶ ↷ ↵		
TOTAL													

Fuente: Elaboración propia.



Figura 87

Ficha de aforo vehicular en el tramo urbano.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO												
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA												
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL												
TESIS		Análisis del nivel de servicio peatonal de los segmentos urbanos e intersecciones semaforizadas ubicados en las calles de Santa Clara, Plaza San Francisco, Marquez, Mantas, Sunturwasi y Hatunrumiyoc de la ciudad del Cusco, aplicando la metodología del HCM 2010 en el año 2019.										
TESISTA		Julio César Sierra Quispe.										
AFORADOR				Dpto.				Hora inic				
TRAMO URBANO				Provincia				Hora fin				
N° TRAMO URBANO				Distrito				Fecha				
FICHA DE CONTEO VEHICULAR EN EL TRAMO URBANO												
SENTIDO DEL FLUJO:		← A										
DIAGRA. VEH.	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			TOTAL
HORA												
TOTAL												
VEREDA												
VEREDA												
SENTIDO DEL FLUJO:		→ B										
DIAGRA. VEH.	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			TOTAL
HORA												
TOTAL												

Fuente: Elaboración propia.



Figura 88



Ficha de conteo vehicular en el punto de acceso.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO												
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA												
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL												
TESIS	Análisis del nivel de servicio peatonal de los segmentos urbanos e intersecciones semaforizadas ubicados en las calles de Santa Clara, Plaza San Francisco, Marquez, Mantas, Sunturwasi y Hatunrumiyoc de la ciudad del Cusco, aplicando la metodología del HCM 2010 en el año 2019.											
TESISTA	Julio César Sierra Quispe.											
AFORADOR										Dpto		
PUNTO DE ACCESO N°										Provincia		
										Distrito		
											Hora inicio	
											Hora fin	
											Fecha	
FICHA DE CONTEO VEHICULAR EN UN PUNTO DE ACCESO												
SALE DE LA CALLE												
DIAGRA. VEH.	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION	TOTAL	TOTAL	
			PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E				
HORA												
SENTIDO	↶ ↷ ↸	↶ ↷ ↸	↶ ↷ ↸	↶ ↷ ↸	↶ ↷ ↸	↶ ↷ ↸	↶ ↷ ↸	↶ ↷ ↸	↶ ↷ ↸	↶ ↷ ↸	↶ ↷ ↸	
TOTAL												

Fuente: Elaboración propia.

Figura 89

Ficha de velocidades de punto en medio del segmento urbano.










UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL									
													
TESIS		Análisis del nivel de servicio peatonal de los segmentos urbanos e intersecciones semaforizadas ubicados en las calles de Santa Clara, Plaza San Francisco, Marquez, Mantas, Sunturwasi y Hatunrumiyoc de la ciudad del Cusco, aplicando la metodología del HCM 2010 en el año 2019.											
TESISTA		Julio César Sierra Quispe.											
LUGAR													
FECHA												N° vehiculos	
FICHA DE VELOCIDADES DE PUNTO													
N°	Velocidad (Km/h)	N°	Velocidad (Km/h)	N°	Velocidad (Km/h)	N°	Velocidad (Km/h)	N°	Velocidad (Km/h)	N°	Velocidad (Km/h)	N°	Velocidad (Km/h)
1		41		81		121		161		201		241	
2		42		82		122		162		202		242	
3		43		83		123		163		203		243	
4		44		84		124		164		204		244	
5		45		85		125		165		205		245	
6		46		86		126		166		206		246	
7		47		87		127		167		207		247	
8		48		88		128		168		208		248	
9		49		89		129		169		209		249	
10		50		90		130		170		210		250	
11		51		91		131		171		211		251	
12		52		92		132		172		212		252	
13		53		93		133		173		213		253	
14		54		94		134		174		214		254	
15		55		95		135		175		215		255	
16		56		96		136		176		216		256	
17		57		97		137		177		217		257	
18		58		98		138		178		218		258	
19		59		99		139		179		219		259	
20		60		100		140		180		220		260	
21		61		101		141		181		221		261	
22		62		102		142		182		222		262	
23		63		103		143		183		223		263	
24		64		104		144		184		224		264	
25		65		105		145		185		225		265	
26		66		106		146		186		226		266	
27		67		107		147		187		227		267	
28		68		108		148		188		228		268	
29		69		109		149		189		229		269	
30		70		110		150		190		230		270	
31		71		111		151		191		231		271	
32		72		112		152		192		232		272	
33		73		113		153		193		233		273	
34		74		114		154		194		234		274	
35		75		115		155		195		235		275	
36		76		116		156		196		236		276	
37		77		117		157		197		237		277	
38		78		118		158		198		238		278	
39		79		119		159		199		239		279	
40		80		120		160		200		240		280	

Fuente: Elaboración propia.



Figura 90

Ficha de los elementos de entrada en segmentos urbanos.



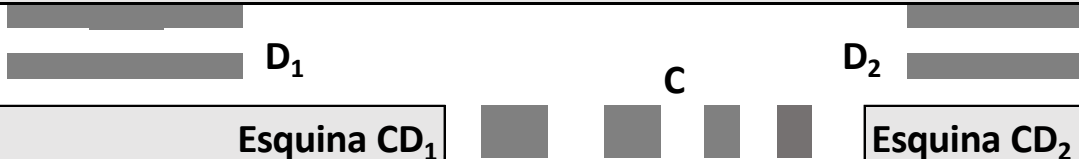
 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL 						
TESIS	Análisis del nivel de servicio peatonal de los segmentos urbanos e intersecciones semaforizadas ubicados en las calles de Santa Clara, Plaza San Francisco, Marquez, Mantas, Sunturwasi y Hatunrumiyoc de la ciudad del Cusco, aplicando la metodología del HCM 2010 en el año 2019.					
TESISTA	Julio César Sierra Quispe.					
SENTIDO	De	A		Dpto.	Hora inicio	
	De	A		Provincia	Hora final	
				Distrito	Fecha	
FICHA DE ELEMENTOS DE ENTRADA EN SEGMENTOS URBANOS						
Categoría de datos	Elementos de entrada	Segmento 1		Segmento 2	Segmento 3	
						
Características del trafico	Flujo de demanda en intersección limite aguas arriba, (veh/h)					
	Flujo de demanda en intersección limite aguas abajo, (veh/h)					
	Flujo de demanda en mitad del segmento, v_m (veh/h)					
Diseño geométrico	Número de pistas del segmento en la dirección de viaje, N_{th}					
	Longitud del segmento, L(ft)					
	Ancho de intersección limites agua arriba, W(ft)					
	Número de puntos de acceso por el lado derecho, $N_{ap,s}$					
	Número de puntos de acceso por el lado izquierdo, $N_{ap,o}$					
	Proporción de segmento con mediana restrictiva, (decimal)					
Otros datos	Límite de velocidad, S_{pl} (mi/h)					
	Longitud de ciclo, C(s)					
	Verde efectivo, g(s)					
	Duración del periodo de análisis, T(h)					
	Distancia entre intersecciones semaforizadas, L_s (ft)					

Fuente: Elaboración propia.



Figura 91

Ficha para determinar el tiempo efectivo de caminata y las medidas de los pasos peatonales.

 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL 													
TESIS		Análisis del nivel de servicio peatonal de los segmentos urbanos e intersecciones semaforizadas ubicados en las calles de Santa Clara, Plaza San Francisco, Marquez, Mantas, Sunturwasi y Hatunrumiyoc de la ciudad del Cusco, aplicando la metodología del HCM 2010 en el año 2019.											
TESISTA		Julio César Sierra Quispe.											
AFORADOR		Dpto		Provincia		Hora inicio		Hora fin					
INTERSECCIÓN		N°		Distrito		Fecha							
FICHA PARA DETERMINAR EL TIEMPO EFECTIVO DE CAMINATA EN PASOS PEATONALES													
													
Esquina CD₁ Esquina CD₂													
Calculo del tiempo de caminata										Medidas de los pasos peatonales y esquinas			
Condiciones	a) Con señal peatonal y fase verde intermitente o ámbar no habilitada.			c) Con una señal peatonal y fase verde intermitente o ámbar habilitada.			No existe señales peatonales.			Esquinas	CD₁	CD₂	
	b) Con señal peatonal.												
	$g_{walk} = Walk + 4$			$g_{walk} = D_p - Y - R_c - PC + 4$			$g_{walk} = D_p - Y - R_c$						
Pasos peatonales	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Area, (ft²)			
	D₁	C	D₂	D₁	C	D₂	D₁	C	D₂				
Walk, (s)										C, (s)			
D_p, (s)										Pasos peatonales			
Y, (s)										Longitud mayor - L, (ft)	D₁	C	D₂
PC, (s)										Longitud menor - L, (ft)			
R_c, (s)										Longitud Promedio-L, (ft)			
g_{walk}, (s)										Ancho efectivo - W, (ft)			

Fuente: Elaboración propia.

Figura 92

Ficha de inventario de objetos fijos y vendedores ambulantes.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL										
Tesis		Análisis del nivel de servicio peatonal de los segmentos urbanos e intersecciones semaforizadas ubicados en las calles de Santa Clara, Plaza San Francisco, Marquez, Mantas, Suntuturwasi y Hatunrumiyoc de la ciudad del Cusco, aplicando la metodología del HCM 2010								
Tesista		Julio César Sierra Quispe.								
Lugar					Dpto.		Provincia			
Segmento urbano		Fecha			Distrito					
INVENTARIO DE OBJETOS FIJOS Y VENDEDORES AMBULANTES										
CALLE	ACERA	Objetos fijos					Vendedores ambulantes			
		Descripción	Cant.	Medidas			Descripción	Cant.	Medidas (m)	
				Ancho	Largo	Diámetro			Ancho	Largo

Fuente: Elaboración propia.

Figura 93

Inventario de medidas de aceras.



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL									
TESIS		Análisis del nivel de servicio peatonal de los segmentos urbanos e intersecciones semaforizadas ubicados en las calles de Santa Clara, Plaza San Francisco, Marquez, Mantas, Suntuturwasi y Hatunrumiyoc de la ciudad del Cusco, aplicando la metodología del HCM 2010 en el año 2019.							
Tesista		Julio César Sierra Quispe.							
Segmento urbano		Fecha							
Dpto.	Provincia			Distrito					
INVENTARIO DE MEDIDAS DE ACERAS									
Calle	Acera	Sub-acera	Longitud (m)	Ancho (m)	Calle	Acera	Sub-acera	Longitud (m)	Ancho (m)

Fuente: Elaboración propia.



Figura 94

Ficha de la longitud y ancho efectivo de las aceras en la zona de estudio.








 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL 										
TESIS		Análisis del nivel de servicio peatonal de los segmentos urbanos e intersecciones semaforizadas ubicados en las calles de Santa Clara, Plaza San Francisco, Marquez, Mantas, Sunturwasi y Hatunrumiyoc de la ciudad del Cusco, aplicando la metodología del HCM 2010 en el año 2019.								
TESISTA		Julio César Sierra Quispe.								
ENCARGADO		Dpto			Distrito			Fecha		
		Provincia								
FICHA DE LA LONGITUD Y ANCHO EFECTIVO DE LAS ACERAS EN LA ZONA DE ESTUDIO										
Calles de la zona de estudio										
Datos	Santa Clara		Plaza San Francisco	Marqués	Mantas			Sunturwasi		Hatunrumiyoc
	Acera 1	Acera 2	Acera 1	Pasarela	Acera 1	Acera 2	Acera 3	Acera 1	Acera 2	Pasarela
L_{Acera} (ft)										
p_{window}										
$p_{building}$										
p_{fence}										
$W_{s,o}$ (ft)										
$\omega_{o,o}$				X						X
$W_{o,o}$				X						X
W_{buf} (ft)				X						X
$W_{s,lv}$ (ft)				X						X
$\omega_{o,i}$				X						X
$W_{o,i}$				X						X
W_{Tr} (ft)										
W_{Er} (ft)										
W_1										
W_v (ft)				X						X
Pendiente (%)										
D_c (ft)				X						X

Fuente: Elaboración propia.





3.4.2. Instrumentos de ingeniería

Estos instrumentos se describen en el siguiente cuadro:

Descripción del instrumento		Foto
Celular	El celular se utilizó para tomar fotografías, instalar aplicaciones y tomar videograbación en la zona de estudio.	
Soporte de celular	Su medida oscila entre 1.70 m y 2.10 m de altura, fue diseñado por el autor de la tesis para tomar videograbaciones lo más cerca posible de los peatones y vehículos para mayor precisión.	
Laptop	En esta herramienta informática se instaló los programas informáticos (Word, Excel, AutoCAD, etc.) también se visualizaron las videograbaciones.	
Flexómetro	Esta herramienta me sirvió en el desarrollo de este trabajo para tomar las medidas de las veredas en los segmentos urbano y de los pasos peatonales en las intersecciones semaforizadas.	
Autocad 2D	Utilizado para el diseño de planos de la zona de estudio y para el cálculo del área de las esquinas de las veredas en las intersecciones semaforizadas.	
Medidor Laser	Las medidas se toman con precisión, pero se tiene que hacer en horas de poca luz. Es útil porque la zona de estudio tiene alto flujo peatonal y vehicular por consiguiente utilizar este instrumento me ayuda a evitar algún tipo de accidente.	
Radar de velocidad:	Utilizado para medir la velocidad de punto en la mitad del segmento urbano, solamente requiere la distancia desde el celular al objeto.	



Decision Analyst STATS 2.0	Es un programa informático fácil de usar para el cálculo estadístico. Este software es gratuito y en el actual trabajo de investigación se empleó para calcular el número de muestra de locales a ser encuestados para determinar el día de máxima demanda peatonal.	
Odómetro	Útil para medición de la longitud de los segmentos urbanos porque existen partes curvas que con una cinta métrica o un medidor láser no se puede medir.	

3.5. Procedimientos de recolección de datos

3.5.1. Identificación del día y hora de máxima demanda peatonal

3.5.1.1. Calcular la muestra probabilística estratificada

a) Equipos utilizados

- **Laptop:** Útil para diseñar las encuestas, procesar los datos del conteo de locales de venta que existe en la zona de estudio y calcular la muestra a ser encuestada.

b) Procedimiento

- Visitar la zona de estudio e identificar los tipos de negocio existentes y en funcionamiento.
- Registrar el tipo de comercio, ubicación por calles y de toda la zona de estudio.
- Realizar la clasificación y agrupación de locales comerciales para hallar la muestra probabilística estratificada (obtendremos subpoblaciones para cada calle inventariada).
- Calcular el tamaño de la muestra representativa haciendo uso de un paquete estadístico llamado **Decision Analyst STATS™ 2.0** para una población de 563 locales comerciales, con un error máximo aceptable (probabilidad) del 5%, un porcentaje estimado de la muestra del 50 % porque no tenemos una lista previa de todos los elementos que componen la población y un nivel deseado de confianza del 95 % haciendo uso del programa **Decision Analyst STATS™ 2.0**.
- En nuestro trabajo de investigación existe 563 locales de comercio en la zona de estudio los que están agrupado en diferentes estratos o categorías, gracias al programa STATS calculamos el tamaño de la muestra necesaria para representar a la población la misma



que es de $n=228$ pero de esta muestra tenemos que seleccionar una muestra por cada estrato por consiguiente para determinar la muestra probabilística estratificada emplearemos la siguiente fórmula:

$$ksh = \frac{nh}{Nh}$$

Con:

- nh (Muestra) = 563 locales de comercio.
- Nh (Población) = 228 locales de comercio.

- Una vez hallado este cociente lo multiplicaremos por cada estrato o subpoblación para obtener la cantidad de muestra por estrato.

$$ksh = \frac{228}{563} = 0.404973357$$

C) Toma de datos

Figura 95

Locales de venta y atractivos turísticos en la zona de estudio.





Fuente: Elaboración propia.

- i) **Clasificación de locales de venta por calles, en la zona de estudio.**



Tabla 15

Ficha de inventariado de locales de comercio a en la Calle Santa Clara.

 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL 								
TESIS	Análisis del nivel de servicio peatonal de los segmentos urbanos e intersecciones semaforizadas ubicados en las calles de Santa Clara, Plaza San Francisco, Marquez, Mantas, Sunturwasi y Hatunrumiyoc de la ciudad del Cusco, aplicando la metodología del HCM 2010 en el año 2019.							
TESISTA	Julio César Sierra Quispe.							
CALLE	Calle Santa Clara	FECHA	lunes - 06/05/2019					
FICHA DE INVENTARIADO DE LOCALES DE COMERCIO EN LA CALLE SANTA CLARA								
TIPO DE NEGOCIO	LOCALES DE COMERCIO							Σ LOCALES DE VENTA
	CALLE PRINCIPAL							
Tienda de abarrotes	1	-	-	-	-	-	-	1
Restaurante/pollería	2	-	-	-	-	-	-	2
Pizzería	2	-	-	-	-	-	-	2
Chifa	1	-	-	-	-	-	-	1
Panadería/pastelería	1	-	-	-	-	-	-	1
Cafetería/ juguería	-	-	-	-	-	-	-	0
Supermercado/Mercado	2	-	-	-	-	-	-	2
Venta de golosinas	-	-	-	-	-	-	-	0
Venta de artesanía cuadros, joyería y ropa	4	-	-	-	-	-	-	4
Galerías turísticas	-	-	-	-	-	-	-	0
Venta de instrumentos musicales	-	-	-	-	-	-	-	0
Venta de ropa para turistas	-	-	-	-	-	-	-	0
Venta de telas/cortinas	14	-	-	-	-	-	-	14
Tienda de bordados	4	-	-	-	-	-	-	4
Venta de equipos y ropa de aventura	-	-	-	-	-	-	-	0
Venta de calzados y ropa en general	2	-	-	-	-	-	-	2
Confecciones	4	-	-	-	-	-	-	4
Hotel/hostal	3	-	-	-	-	-	-	3
Bar	-	-	-	-	-	-	-	0
Agencia de viajes turísticos	-	-	-	-	-	-	-	0
Masajes/spa/Gimnasio	-	-	-	-	-	-	-	0
Revelado de fotos y equipos fotográficos	-	-	-	-	-	-	-	0
Venta de celulares y servicio técnico	-	-	-	-	-	-	-	0
Consultorio dental	2	-	-	-	-	-	-	2
Consultorio oftalmológico	-	-	-	-	-	-	-	0
Consultorio legal	-	-	-	-	-	-	-	0
Estudio contable	-	-	-	-	-	-	-	0
Farmacia/botica	3	-	-	-	-	-	-	3
Museo/Muro Inka	-	-	-	-	-	-	-	0
Templo/iglesia	2	-	-	-	-	-	-	2
Plaza/plazoleta	-	-	-	-	-	-	-	0
Tatuaje	-	-	-	-	-	-	-	0
Peluquería	-	-	-	-	-	-	-	0
Cosmetología	-	-	-	-	-	-	-	0
Reparación de relojes	-	-	-	-	-	-	-	0
Venta de plásticos	-	-	-	-	-	-	-	0
Casa de cambio	-	-	-	-	-	-	-	0
Venta de DVD's y CD's	1	-	-	-	-	-	-	1
Almacén	-	-	-	-	-	-	-	0
Bisutería/Sahumerio y artículos diversos	1	-	-	-	-	-	-	1
Cabinas de internet/Locutorio/fotocopiadoras	-	-	-	-	-	-	-	0
Imprenta	-	-	-	-	-	-	-	0
Librería	1	-	-	-	-	-	-	1
Bazar	-	-	-	-	-	-	-	0
Sede educativa	1	-	-	-	-	-	-	1
Ambulantes (golosinas y periódicos)	4	-	-	-	-	-	-	4
Σ Total locales de venta	55	0	0	0	0	0	0	55

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 16

Ficha de inventariado de locales de comercio en la Plaza San Francisco.



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
TESIS	Análisis del nivel de servicio peatonal de los segmentos urbanos e intersecciones semaforizadas ubicados en las calles de Santa Clara, Plaza San Francisco, Marquez, Mantas, Sunturwasi y Hatunrumiyoc de la ciudad del Cusco, aplicando la metodología del HCM 2010 en el año 2019.				
TESISTA	Julio César Sierra Quispe.				
CALLE	Plaza San Francisco	FECHA	martes - 07/05/2019		
FICHA DE INVENTARIADO DE LOCALES DE COMERCIO EN LA PLAZA SAN FRANCISCO					
TIPO DE NEGOCIO	LOCALES DE COMERCIO				Σ LOCALES DE VENTA
	CALLE PRINCIPAL	Feria artesanal de productores "El Marquez de San Francisco" N° 337	Almacenes "Plásticos 2000"	Local N° 303	
Tienda de abarrotes	-	-	-	1	1
Restaurante/pollería	3	-	-	-	3
Pizzería	-	-	-	-	0
Chifa	1	-	-	-	1
Panadería/pastelería	-	-	-	-	0
Cafetería/ juguería	3	-	-	-	3
Supermercado/Mercado	-	-	-	-	0
Venta de golosinas	-	1	-	-	1
Venta de artesanía cuadros, joyería y ropa	-	55	-	-	55
Galerías turísticas	-	-	-	-	0
Venta de instrumentos musicales	-	-	-	-	0
Venta de ropa para turistas	-	-	-	-	0
Venta de telas/cortinas	-	-	-	-	0
Tienda de bordados	-	-	-	-	0
Venta de equipos y ropa de aventura	-	-	-	-	0
Venta de calzados y ropa en general	1	-	-	-	1
Confecciones	-	-	1	-	1
Hotel/hostal	-	-	-	-	0
Bar	-	-	-	-	0
Agencia de viajes turísticos	1	-	-	-	1
Masaies/spa/Gimnasio	-	-	-	-	0
Revelado de fotos y equipos fotográficos	1	-	-	-	1
Venta de celulares y servicio técnico	-	-	-	-	0
Consultorio dental	-	-	2	-	2
Consultorio oftalmológico	-	-	-	-	0
Consultorio legal	-	-	2	-	2
Estudio contable	-	-	-	-	0
Farmacia/botica	2	-	-	-	2
Museo/Muro inka	-	-	-	-	0
Templo/iglesia	-	-	-	-	0
Plaza/plazoleta	1	-	-	-	1
Tatuaje	-	-	-	-	0
Peluquería	-	-	-	-	0
Cosmetología	-	-	-	-	0
Reparación de relojes	-	-	-	-	0
Venta de plásticos	-	-	-	-	0
Casa de cambio	-	-	-	-	0
Venta de DVD's y CD's	-	-	-	-	0
Almacén	-	-	1	-	1
Bisutería/Sahumerio y artículos diversos	-	-	1	-	1
Cabinas de internet/Locutorio/fotocopiadoras	2	-	2	2	6
Imprenta	-	-	1	-	1
Librería	1	-	-	1	2
Bazar	1	-	-	-	1
Sede educativa	-	-	-	-	0
Ambulantes (golosinas/tortas/periódicos)	1	-	-	-	1
Σ Total locales de venta	18	56	10	4	88

Fuente: Elaboración propia.



Tabla 17

Ficha de inventariado de locales de comercio en la Calle Marquez.

 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL 							
TESIS	Análisis del nivel de servicio peatonal de los segmentos urbanos e intersecciones semaforizadas ubicados en las calles de Santa Clara, Plaza San Francisco, Marquez, Mantas, Sunturwasi y Hatunrumiyoc de la ciudad del Cusco, aplicando la metodología del HCM 2010 en el año 2019.						
TESISTA	Julio César Sierra Quispe.						
CALLE	Calle Marqués			FECHA	miercoles - 08/05/2019		
FICHA DE INVENTARIADO DE LOCALES DE COMERCIO EN LA CALLE MARQUÉS							
TIPO DE NEGOCIO	LOCALES DE COMERCIO						Σ LOCALES DE VENTA
	C.C. Artesanal "INTI KILLA"	CALLE PRINCIPAL	C.C. N° 268	C.C. N° 259	C.C. N° 231	C.C. "Sotomayor Galerias Bocangel"	
Tienda de abarrotes	-	-	-	-	-	-	0
Restaurante/pollería	-	2	-	-	-	-	2
Pizzería	-	-	-	-	-	-	0
Chifa	-	-	-	-	-	-	0
Panadería/pastelería	-	-	-	-	-	-	0
Cafetería/juguería	-	7	1	-	-	-	8
Supermercado/Mercado	-	-	-	-	-	-	0
Venta de golosinas	-	-	-	-	-	1	1
Venta de artesanía cuadros, joyería y ropa	40	1	-	1	1	-	43
Galerías turísticas	-	-	-	-	-	-	0
Venta de instrumentos musicales	-	-	-	-	-	-	0
Venta de ropa para turistas	-	-	-	-	-	-	0
Venta de telas/cortinas	-	-	-	-	-	-	0
Tienda de bordados	-	-	-	-	-	-	0
Venta de equipos y ropa de aventura	-	-	-	-	-	-	0
Venta de calzados y ropa en general	-	17	-	-	8	2	27
Confecciones	1	-	-	-	-	1	2
Hotel/hostal	-	1	-	-	-	-	1
Bar	-	-	-	-	-	-	0
Agencia de viajes turísticos	8	2	4	1	17	15	47
Masaies/spa/Gimnasio	5	-	-	-	-	-	5
Revelado de fotos y equipos fotográficos	-	1	-	-	-	-	1
Venta de celulares y servicio técnico	-	1	-	-	-	-	1
Consultorio dental	-	-	-	1	-	-	1
Consultorio oftalmológico	-	1	-	-	2	-	3
Consultorio legal	-	-	-	-	-	-	0
Estudio contable	-	-	-	-	-	-	0
Farmacia/botica	-	-	-	-	-	-	0
Museo/Muro Inka	-	-	-	-	-	-	0
Templo/iglesia	-	-	-	-	-	-	0
Plaza/plazoleta	-	-	-	-	-	-	0
Tatuaje	-	-	1	1	5	1	8
Peluquería	-	-	1	-	-	-	1
Cosmetología	-	-	-	1	-	-	1
Reparación de relojes	-	-	-	-	1	-	1
Venta de plásticos	-	-	-	-	-	-	0
Casa de cambio	-	-	-	-	-	-	0
Venta de DVD's y CD's	-	-	-	-	-	-	0
Almacén	-	-	-	-	-	-	0
Bisutería/Sahumerio y artículos diversos	-	2	-	-	-	-	2
Cabinas de internet/Locutorio/fotocopiadoras	-	-	-	-	-	-	0
Imprenta	-	-	-	-	-	-	0
Librería	-	-	-	1	-	-	1
Bazar	-	-	1	-	1	-	2
Sede educativa	-	1	-	-	-	-	1
Ambulantes (golosinas/tortas/periódicos)	-	-	-	-	-	-	0
Σ Total locales de venta	54	36	8	6	35	20	159

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 18

Ficha de inventariado de locales de comercio en la Calle Mantas.



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
TESIS	Análisis del nivel de servicio peatonal de los segmentos urbanos e intersecciones semaforizadas ubicados en las calles de Santa Clara, Plaza San Francisco, Marquez, Mantas, Sunturwasi y Hatunrumiyoc de la ciudad del Cusco, aplicando la metodología del HCM 2010 en el año 2019.				
TESISTA	Julio César Sierra Quispe.				
CALLE	Calle Mantas	FECHA	jueves - 09/05/2019		
FICHA DE INVENTARIADO DE LOCALES DE COMERCIO EN LA CALLE MANTAS					
TIPO DE NEGOCIO	LOCALES DE COMERCIO				Σ LOCALES DE VENTA
	CALLE PRINCIPAL	Galerías "La Merced" N° 113	Salón de cultura "Túpac Amaru"		
Tienda de abarrotes	1	-	-	-	1
Restaurante/pollería	-	1	-	-	1
Pizzería	-	-	-	-	0
Chifa	-	-	-	-	0
Panadería/pastelería	-	-	-	-	0
Cafetería/ juguería	3	-	-	-	3
Supermercado/Mercado	-	-	-	-	0
Venta de golosinas	-	-	-	-	0
Venta de artesanía cuadros, joyería y ropa	4	-	11	-	15
Galerías turísticas	-	-	-	-	0
Venta de instrumentos musicales	-	1	1	-	2
Venta de ropa para turistas	-	-	-	-	0
Venta de telas/cortinas	-	-	-	-	0
Tienda de bordados	-	-	-	-	0
Venta de equipos y ropa de aventura	-	-	-	-	0
Venta de calzados y ropa en general	12	-	-	-	12
Confecciones	-	-	-	-	0
Hotel/hostal	2	1	-	-	3
Bar	3	-	-	-	3
Agencia de viajes turísticos	3	8	-	-	11
Masaies/spa/Gimnasio	-	1	-	-	1
Revelado de fotos y equipos fotográficos	-	-	-	-	0
Venta de celulares y servicio técnico	-	-	-	-	0
Consultorio dental	-	-	-	-	0
Consultorio oftalmológico	-	-	-	-	0
Consultorio legal	-	-	-	-	0
Estudio contable	-	-	-	-	0
Farmacia/botica	1	-	-	-	1
Museo/Muro inka	-	-	-	-	0
Templo/iglesia	2	-	-	-	2
Plaza/plazoleta	1	-	-	-	1
Tatuaje	-	-	-	-	0
Peluquería	-	-	-	-	0
Cosmetología	-	3	-	-	3
Reparación de relojes	-	-	-	-	0
Venta de plásticos	-	-	-	-	0
Casa de cambio	1	-	-	-	1
Venta de DVD's y CD's	-	-	-	-	0
Almacén	-	-	-	-	0
Bisutería/Sahumerio y artículos diversos	-	-	-	-	0
Cabinas de internet/Locutorio/fotocopiadoras	-	-	-	-	0
Imprenta	-	-	-	-	0
Librería	-	1	-	-	1
Bazar	-	-	-	-	0
Sede educativa	1	-	-	-	1
Ambulantes (golosinas/tortas/periódicos)	5	-	-	-	5
Σ Total locales de venta	39	16	12	0	67

Fuente: Elaboración propia.



Tabla 19

Ficha de inventariado de locales de comercio en la Calle Sunturwasi.



 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL 							
TESIS	Análisis del nivel de servicio peatonal de los segmentos urbanos e intersecciones semaforizadas ubicados en las calles de Santa Clara, Plaza San Francisco, Marquez, Mantas, Sunturwasi y Hatunrumiyoc de la ciudad del Cusco, aplicando la metodología del HCM 2010 en el año 2019.						
TESISTA	Julio César Sierra Quispe.						
CALLE	Calle Sunturwasi						
FECHA	viernes - 10/05/2019						
FICHA DE INVENTARIADO DE LOCALES DE COMERCIO EN LA CALLE SUNTURWASI							
TIPO DE NEGOCIO	LOCALES DE COMERCIO						Σ LOCALES DE VENTA
	CALLE PRINCIPAL	Centro Artesanal "ARTE INKA"	Triunfo Street N° 338	Galería Turística "TURISTICAS" N° 354	Local N° 374	CASA DE LAS ARPIAS N° 393	
Tienda de abarrotes	-	-	-	-	-	-	0
Restaurante/pollería	4	1	-	-	-	1	6
Pizzería	-	-	-	-	-	-	0
Chifa	-	-	-	-	-	-	0
Panadería/pastelería	-	-	-	-	-	-	0
Cafetería/ juguería	-	-	-	-	-	-	0
Supermercado/Mercado	-	-	-	-	-	-	0
Venta de golosinas	-	-	-	-	-	-	0
Venta de artesanía cuadros, joyería y ropa	15	5	1	-	3	7	31
Galerías turísticas	-	-	-	-	-	-	0
Venta de instrumentos musicales	-	-	-	-	-	-	0
Venta de ropa para turistas	-	16	10	-	-	-	26
Venta de telas/cortinas	-	-	-	-	-	-	0
Tienda de bordados	-	-	-	-	-	-	0
Venta de equipos y ropa de aventura	-	-	-	-	-	-	0
Venta de calzados y ropa en general	4	-	-	11	22	3	40
Confecciones	-	-	-	-	-	-	0
Hotel/hostal	3	-	-	-	1	-	4
Bar	2	-	-	-	2	-	4
Agencia de viajes turísticos	1	11	1	3	3	-	19
Masajes/spa/Gimnasio	-	2	2	4	-	-	8
Revelado de fotos y equipos fotográficos	-	-	-	-	-	-	0
Venta de celulares y servicio técnico	-	-	-	-	-	-	0
Consultorio dental	-	-	-	-	-	-	0
Consultorio oftalmológico	-	-	-	-	-	-	0
Consultorio legal	-	-	-	-	-	-	0
Estudio contable	-	-	-	-	-	-	0
Farmacia/botica	-	-	-	-	-	-	0
Museo/Muro Inka	-	-	-	-	-	-	0
Templo/iglesia	-	-	-	-	-	1	1
Plaza/plazoleta	-	-	-	-	-	-	0
Tatuaje	-	-	-	1	-	-	1
Peluquería	-	1	-	-	-	-	1
Cosmetología	-	-	-	-	-	-	0
Reparación de relojes	-	-	-	-	-	-	0
Venta de plásticos	-	-	-	-	-	-	0
Casa de cambio	-	-	-	-	-	-	0
Venta de DVD's y CD's	-	-	-	-	-	-	0
Almacén	-	-	-	-	-	-	0
Bisutería/Sahumerio y artículos diversos	-	-	-	-	-	-	0
Cabinas de internet/Locutorio/fotocopiadoras	-	-	-	-	-	-	0
Imprenta	-	-	-	-	-	-	0
Librería	-	-	-	-	-	-	0
Bazar	-	-	-	-	-	-	0
Sede educativa	-	-	-	-	1	-	1
Ambulantes (golosinas/tortas/periódicos)	-	-	-	-	-	-	0
Σ Total locales de venta	29	36	14	19	32	12	142

Fuente: Elaboración propia.



Tabla 20

Ficha de inventariado de locales de comercio en la Calle Hatunrumiyoc.



 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL 							
TESIS	Análisis del nivel de servicio peatonal de los segmentos urbanos e intersecciones semaforizadas ubicados en las calles de Santa Clara, Plaza San Francisco, Marquez, Mantas, Sunturwasi y Hatunrumiyoc de la ciudad del Cusco, aplicando la metodología del HCM 2010 en el año 2019.						
TESISTA	Julio César Sierra Quispe.						
CALLE	Calle Hatunrumiyoc	FECHA	sábado - 11/05/2019				
FICHA DE INVENTARIADO DE LOCALES DE COMERCIO EN LA CALLE HATUNRUMIYOC							
TIPO DE NEGOCIO	LOCALES DE COMERCIO						Σ LOCALES DE VENTA
	CALLE PRINCIPAL	Local N° 487		Local N/S			
Tienda de abarrotes		-	-	-	-	-	0
Restaurante/pollería	2	-	-	-	-	-	2
Pizzería	2	-	-	-	-	-	2
Chifa	-	-	-	-	-	-	0
Panadería/pastelería	-	-	-	-	-	-	0
Cafetería/ juguería	-	-	-	-	-	-	0
Supermercado/Mercado	-	-	-	-	-	-	0
Venta de golosinas	-	-	-	-	-	-	0
Venta de artesanía cuadros, joyería y ropa	27	10	-	4	-	-	41
Galerías turísticas	-	-	-	-	-	-	0
Venta de instrumentos musicales	-	-	-	-	-	-	0
Venta de ropa para turistas	-	-	-	-	-	-	0
Venta de telas/cortinas	-	-	-	-	-	-	0
Tienda de bordados	-	-	-	-	-	-	0
Venta de equipos y ropa de aventura	-	-	-	-	-	-	0
Venta de calzados y ropa en general	-	-	-	-	-	-	0
Confecciones	-	-	-	-	-	-	0
Hotel/hostal	-	-	-	-	-	-	0
Bar	-	-	-	-	-	-	0
Agencia de viajes turísticos	-	-	-	-	-	-	0
Masajes/spa/Gimnasio	1	1	-	1	-	-	3
Revelado de fotos y equipos fotográficos	-	-	-	-	-	-	0
Venta de celulares y servicio técnico	-	-	-	-	-	-	0
Consultorio dental	-	-	-	-	-	-	0
Consultorio oftalmológico	-	-	-	-	-	-	0
Consultorio legal	-	-	-	-	-	-	0
Estudio contable	-	-	-	-	-	-	0
Farmacia/botica	-	-	-	-	-	-	0
Museo/Muro inka	2	-	-	-	-	-	2
Templo/iglesia	-	-	-	-	-	-	0
Plaza/plazoleta	-	-	-	-	-	-	0
Tatuaie	-	-	-	-	-	-	0
Peluquería	-	-	-	-	-	-	0
Cosmetología	-	-	-	-	-	-	0
Reparación de relojes	-	-	-	-	-	-	0
Venta de plásticos	-	-	-	-	-	-	0
Casa de cambio	-	-	-	-	-	-	0
Venta de DVD's y CD's	-	-	-	-	-	-	0
Almacén	-	-	-	-	-	-	0
Bisutería/Sahumerio y artículos diversos	-	-	-	-	-	-	0
Cabinas de internet/Locutorio/fotocopiadoras	-	-	-	-	-	-	0
Imprenta	-	-	-	-	-	-	0
Librería	-	-	-	-	-	-	0
Bazar	-	-	-	-	-	-	0
Sede educativa	-	-	-	-	-	-	0
Ambulantes (golosinas/tortas/periódicos)	2	-	-	-	-	-	2
Σ Total locales de venta	36	11	0	5	0	0	52

Fuente: Elaboración propia.



Tabla 21

Ficha de inventariado general de locales de comercio en la zona de estudio

 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL 								
TESIS	Análisis del nivel de servicio peatonal de los segmentos urbanos e intersecciones semaforizadas ubicados en las calles de Santa Clara, Plaza San Francisco, Marquez, Mantas, Suntuturwasi y Hatunrumiyoc de la ciudad del Cusco, aplicando la metodología del HCM 2010 en el año 2019.							
TESISTA	Julio César Sierra Quispe.							
FECHA	lunes - 13/05/2019							
FICHA DE INVENTARIADO GENERAL DE LOCALES DE COMERCIO EN LA ZONA DE ESTUDIO								
Grupos de negocio	Tipos de negocio	Calles de la zona de estudio						Total
		Santa Clara	Plaza San Francisco	Marqués	Mantas	Suntuturwasi	Hatunrumiyoc	
Productos de consumo	Tienda de abarrotes	1	1	0	1	0	0	3
	Restaurante/pollería	2	3	2	1	6	2	16
	Pizzería	2	0	0	0	0	2	4
	Chifa	1	1	0	0	0	0	2
	Panadería/pastelería	1	0	0	0	0	0	1
	Cafetería/ juguería	0	3	8	3	0	0	14
	Supermercado/Mercado	2	0	0	0	0	0	2
	Venta de golosinas	0	1	1	0	0	0	2
Artesanías	Venta de artesanía cuadros, joyería y ropa	4	55	43	15	31	41	189
	Galerías turísticas	0	0	0	0	0	0	0
	Venta de instrumentos musicales	0	0	0	2	0	0	2
Ropa, bordados y confecciones	Venta de ropa para turistas	0	0	0	0	26	0	26
	Venta de telas/cortinas	14	0	0	0	0	0	14
	Tienda de bordados	4	0	0	0	0	0	4
	Venta de equipos y ropa de aventura	0	0	0	0	0	0	0
	Venta de calzados y ropa en general	2	1	27	12	40	0	82
	Confecciones	4	1	2	0	0	0	7
Diversión, aventura y hospedaje	Hotel/hostal	3	0	1	3	4	0	11
	Bar	0	0	0	3	4	0	7
	Agencia de viajes turísticos	0	1	47	11	19	0	78
	Masaies/spa/Gimnasio	0	0	5	1	8	3	17
Equipos tecnológicos	Revelado de fotos y equipos fotográficos	0	1	1	0	0	0	2
	Venta de celulares y servicio técnico	0	0	1	0	0	0	1
Consultorio de salud, asesoría legal y contable	Consultorio dental	2	2	1	0	0	0	5
	Consultorio oftalmológico	0	0	3	0	0	0	3
	Consultorio legal	0	2	0	0	0	0	2
	Estudio contable	0	0	0	0	0	0	0
	Farmacia/botica	3	2	0	1	0	0	6
Atractivos turísticos	Museo/Muro inka	0	0	0	0	0	2	2
	Templo/iglesia	2	0	0	2	1	0	5
	Plaza/plazoleta	0	1	0	1	0	0	2
Cuidados estéticos	Tatuaje	0	0	8	0	1	0	9
	Peluquería	0	0	1	0	1	0	2
	Cosmetología	0	0	1	3	0	0	4
Otros	Reparación de relojes	0	0	1	0	0	0	1
	Venta de plásticos	0	0	0	0	0	0	0
	Casa de cambio	0	0	0	1	0	0	1
	Venta de DVD's y CD's	1	0	0	0	0	0	1
	Almacén	0	1	0	0	0	0	1
	Bisutería/Sahumerio y artículos diversos	1	1	2	0	0	0	4
	Locutorio/cabina de internet/Fotocopiadoras	0	6	0	0	0	0	6
	Imprenta	0	1	0	0	0	0	1
	Librería	1	2	1	1	0	0	5
	Bazar	0	1	2	0	0	0	3
	Sede educativa	1	0	1	1	1	0	4
	Ambulantes (golosinas y periódicos)	4	1	0	5	0	2	12
	Σ TOTAL DE LOCALES DE VENTA POR CALLE INVENTARIADA		55	88	159	67	142	52

Fuente: Elaboración propia.



Tabla 22

Ficha de clasificación y agrupación comercial.

 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL 			
TESIS	Análisis del nivel de servicio peatonal de los segmentos urbanos e intersecciones semaforizadas ubicados en las calles de Santa Clara, Plaza San Francisco, Marquez, Mantas, Sunturwasi y Hatunrumiyoc de la ciudad del Cusco, aplicando la metodología del HCM 2010 en el año 2019.		
TESISTA	Julio César Sierra Quispe.		
CALLES	Calle Santa Clara, Plaza San Francisco, Marquez, Mantas, Sunturwasi y Hatunrumiyoc		
FECHA	martes - 14/05/2019		
FICHA DE CLASIFICACIÓN Y AGRUPACIÓN COMERCIAL			
Tipo de comercio	Agrupación por tipo de comercio		
Bazar	Tienda de abarrotes	Productos de consumo	
Sede educativa	Restaurante/pollería		
Ambulantes(golosinas y periódicos)	Pizzería		
Peluquería	Chifa		
Bisutería/Sahumerio y artículos diversos	Panadería/pastelería		
Cabinas de	Cafetería/ juguería		
Imprenta	Supermercado/Mercado		
Librería	Venta de golosinas		
Tienda de abarrotes	Venta de artesanía cuadros, joyería y ropa		Artesanías
Restaurante/Pollería	Galerías turísticas		
Templo/Iglesia	Venta de instrumentos musicales		
Pizzería	Venta de ropa para turistas	Ropa, bordados y confecciones	
Chifa	Venta de telas/cortinas		
Panadería/Pastelería	Tienda de bordados		
Venta de artesanía cuadros, joyería y ropa	Venta de equipos y ropa de aventura		
Galerías turísticas	Venta de calzados y ropa en general		
Venta de instrumentos musicales	Confecciones		
Consultorio oftalmológico	Hotel/hostal	Diversión, aventura y hospedaje	
Consultorio legal	Bar		
Revelado de fotos y equipos fotográficos	Agencia de viajes turísticos	Equipos tecnológicos	
Venta de celulares y servicio técnico	Masaies/spa/Gimnasio		
Consultorio dental	Revelado de fotos y equipos fotográficos	Consultorio de salud, asesoría legal y contable	
Reparación de relojes	Venta de celulares y servicio técnico		
Museo/Muro Inka	Consultorio dental		
Farmacia/Botica	Consultorio oftalmológico		
Plaza/Plazoleta	Consultorio legal		
Casa de cambio	Estudio contable		
Venta de DVD's y CD's	Farmacia/botica		
Almacén	Museo/Muro Inka		
Venta de plásticos	Templo/iglesia	Atractivos turísticos	
Estudio contable	Plaza/plazoleta		
Tatuaje	Tatuaje	Cuidados estéticos	
Cafetería/Juguería	Peluquería		
Supermercado/Mercado	Cosmetología		
Venta de golosinas	Reparación de relojes	Otros	
Venta de ropa para turistas	Venta de plásticos		
Venta de telas/cortinas	Casa de cambio		
Tienda de bordados	Venta de DVD's y CD's		
Venta de equipos y ropa de aventura	Almacén		
Venta de calzados y ropa en general	Bisutería/Sahumerio y artículos diversos		
Confecciones	Cabinas de		
Hostal/Hotel	Imprenta		
Bar	Librería		
Agencia de viajes turísticos	Bazar		
Masajes/spa/Gimnasio	Sede educativa		
Consultorio de cosmetología	Ambulantes (golosinas y periódicos)		

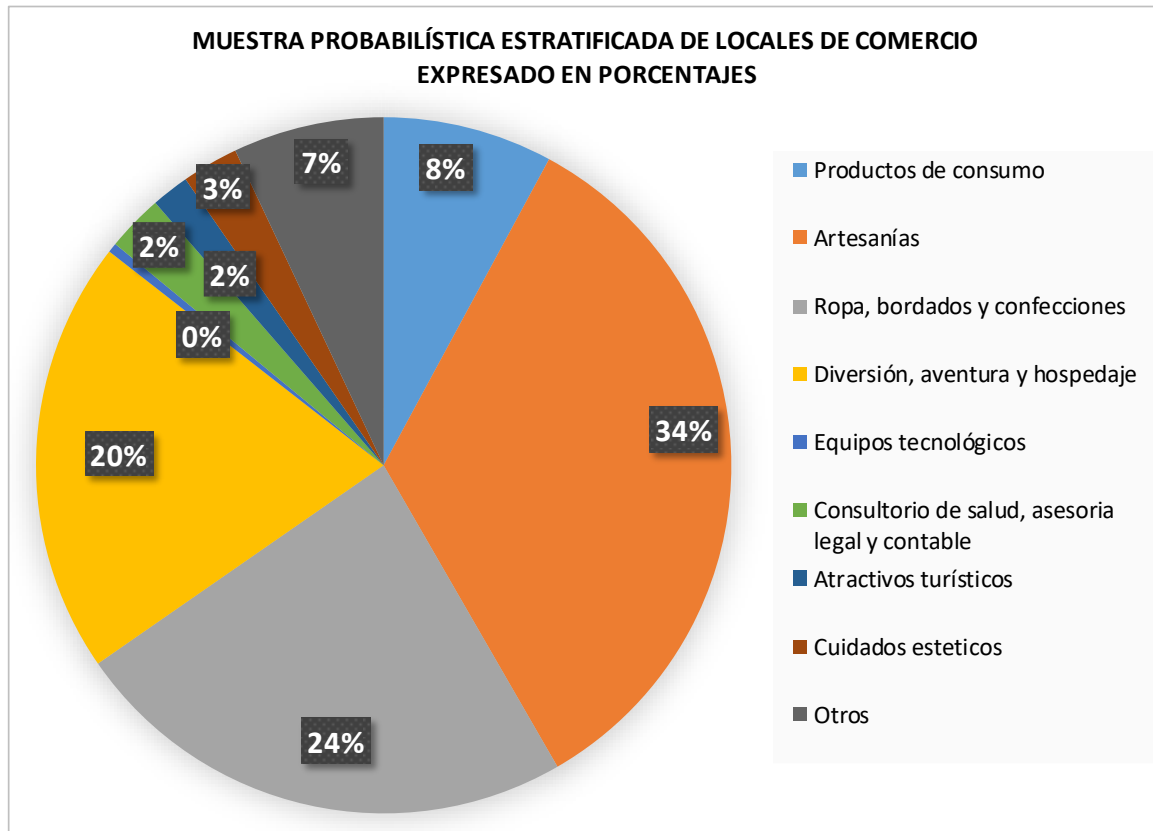
Fuente: Elaboración propia.



Tabla 23

Muestra probabilística estratificada de locales de comercio.

MUESTRA PROBABILÍSTICA ESTRATIFICADA DE LOCALES DE COMERCIO				
N°	Grupos de negocio	Total población "N"	Fracción constante "ksh"	Total muestra "n"
1	Productos de consumo	44	0.405	18
2	Artesanías	191	0.405	77
3	Ropa, bordados y confecciones	133	0.405	54
4	Diversión, aventura y hospedaje	113	0.405	46
5	Equipos tecnológicos	3	0.405	1
6	Consultorio de salud, asesoría legal y contable	16	0.405	6
7	Atractivos turísticos	9	0.405	4
8	Cuidados estéticos	15	0.405	6
9	Otros	39	0.405	16
TOTAL		563		228



Fuente: Elaboración propia.

Figura 96

Calcular tamaño de la muestra utilizando Decision Analyst STATS™ 2.0.

The screenshot shows the 'Sample Size Determination' window of the Decision Analyst STATS™ 2.0 software. The window title is 'Decision Analyst STATS™ 2.0'. The main heading is 'Sample Size Determination (Sample Size for Population Percentage Estimates)'. The interface is divided into two main sections: 'Inputs' and 'Results'.
Inputs Section:
- **Universe Size:** A text input field contains '563'. Below it, a note reads: 'If universe is less than 99,999, replace 99,999 with the smaller number'.
- **Maximum Acceptable Percentage Points of Error:** A dropdown menu is set to '5%'.
- **Estimated Percentage Level:** A dropdown menu is set to '50%'.
- **Desired Confidence Level:** A dropdown menu is set to '95%'.
Results Section:
- **The Sample Size Should Be...** A text input field displays the calculated result: '228'.
Buttons: 'Calculate', 'Reset', and 'Exit' buttons are located at the bottom of the input and results sections respectively.
Footer: The bottom of the window displays the contact information: '817 640-6166 | www.decisionanalyst.com'. The Decision Analyst logo and tagline 'The global leader in analytical research systems' are also visible.

Fuente: Decision Analyst STATS™ 2.0.

- ii) **Población y muestra estratificada para toda la zona de estudio.**

Figura 97

Inventariado de locales comerciales.



Fuente: Elaboración propia.



Figura 98

Muestra probabilística estratificada



MUESTRA PROBABILÍSTICA ESTRATIFICADA			
AGRUPACIÓN POR TIPO DE NEGOCIO	TIPO DE NEGOCIO	TAMAÑO DE LA POBLACIÓN (LOCALES COMERCIALES)	TAMAÑO DE LA MUESTRA
Productos de consumo	Tienda de abarrotes	44	18
	Restaurante/pollería		
	Pizzería		
	Chifa		
	Panadería/pastelería		
	Cafetería/ juguería		
	Supermercado/Mercado		
	Venta de golosinas		
Artesanías	Venta de artesanía cuadros, joyería y ropa	191	77
	Galerías turísticas		
	Venta de instrumentos musicales		
Ropa, bordados y confecciones	Venta de ropa para turistas	133	54
	Venta de telas/cortinas		
	Tienda de bordados		
	Venta de equipos y ropa de aventura		
	Venta de calzados y ropa en general		
	Confecciones		
Diversión, aventura y hospedaje	Hotel/hostal	113	46
	Bar		
	Agencia de viajes turísticos		
	Masajes/spa/Gimnasio		
Equipos tecnológicos	Revelado de fotos y equipos fotográficos	3	1
	Venta de celulares y servicio técnico		
Consultorio de salud, asesoría legal y contable	Consultorio dental	16	6
	Consultorio oftalmológico		
	Consultorio legal		
	Estudio contable		
	Farmacia/botica		
Atractivos turísticos	Museo/Muro inka	9	4
	Templo/iglesia		
	Plaza/plazoleta		
Cuidados estéticos	Tatuaje	15	6
	Peluquería		
	Cosmetología		
Otros	Reparación de relojes	39	16
	Venta de plásticos		
	Casa de cambio		
	Venta de DVD's y CD's		
	Almacén		
	Bisutería/Sahumerio y artículos diversos		
	Locutorio/cabina de internet/Fotocopiadoras		
	Imprenta		
	Librería		
	Bazar		
	Sede educativa		
	Ambulantes (golosinas y periódicos)		
TOTAL		563	228

Fuente: Elaboración propia.

iii) Determinación de la muestra estratificada para cada calle.

Tabla 24

Ficha de muestra probabilística estratificada de la c. Santa Clara

 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA <small>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</small> 						
TESIS	Análisis del nivel de servicio peatonal de los segmentos urbanos e intersecciones semaforizadas ubicados en las calles de Santa Clara, Plaza San Francisco, Marquez, Mantas, Sunturwasi y Hatunrumiyoc de la ciudad del Cusco, aplicando la metodología del HCM 2010 en el año 2019.					
TESISTA	Julio César Sierra Quispe.					
CALLE	Calle Santa Clara	FECHA	lunes - 10/06/2019			
FICHA DE MUESTRA PROBABILÍSTICA ESTRATIFICADA POR CALLE						
TIPO DE NEGOCIO	CALLE PRINCIPAL	LOCALES DE COMERCIO				Σ LOCALES DE VENTA
Tienda de abarrotes						0
Restaurante/pollería	1					1
Pizzería						0
Chifa	1					1
Panadería/pastelería	1					1
Cafetería/juguetería						0
Supermercado/Mercado	1					1
Venta de golosinas						0
Venta de artesanía cuadros, joyería y ropa	1					1
Galerías turísticas						0
Venta de instrumentos musicales						0
Venta de ropa para turistas						0
Venta de telas/cortinas	3					3
Tienda de bordados	2					2
Venta de equipos y ropa de aventura						0
Venta de calzados y ropa en general	2					2
Confecciones	1					1
Hotel/hostal						0
Bar						0
Agencia de viajes turísticos						0
Masajes/spa/Gimnasio						0
Revelado de fotos y equipos fotográficos						0
Venta de celulares y servicio técnico						0
Consultorio dental						0
Consultorio oftalmológico						0
Consultorio legal						0
Estudio contable						0
Farmacia/botica	1					1
Museo/Muro inka						0
Templo/iglesia	1					1
Plaza/plazoleta						0
Tatuaje						0
Peluquería						0
Cosméticos						0
Reparación de relojes						0
Venta de plásticos						0
Casa de cambio						0
Venta de DVD's y CD's	1					1
Almacén						0
Bisutería/Sahumerio y artículos diversos	1					1
Locutorio/cabina de internet/Fotocopiadoras						0
Imprenta						0
Librería	1					1
Bazar						0
Sede educativa						0
Ambulantes (golosinas y periódicos)						0
Σ Total Locales de Venta	18	0	0	0	0	18

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 25

Ficha de muestra probabilística estratificada de la Plaza San Francisco



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
TESIS	Análisis del nivel de servicio peatonal de los segmentos urbanos e intersecciones semaforizadas ubicados en las calles de Santa Clara, Plaza San Francisco, Marquez, Mantas, Sunturwasi y Hatunrumiyoc de la ciudad del Cusco, aplicando la metodología del HCM 2010 en el año 2019.				
TESISTA	Julio César Sierra Quispe.				
CALLE	Plaza San Francisco	FECHA	martes - 11/06/2019		
FICHA DE MUESTRA PROBABILÍSTICA ESTRATIFICADA POR CALLE					
TIPO DE NEGOCIO	LOCALES DE COMERCIO				Σ LOCALES DE VENTA
	CALLE PRINCIPAL	Feria artesanal de productores "El Marquez de San Fransisco"	Almacenes "Plasticos 2000"	Local N° 303	
Tienda de abarrotes					0
Restaurante/pollería	1				1
Pizzería					0
Chifa	1				1
Panadería/pastelería					0
Cafetería/ juguería	1				1
Supermercado/Mercado					0
Venta de golosinas					0
Venta de artesanía cuadros, joyería y ropa		16			16
Galerías turísticas					0
Venta de instrumentos musicales					0
Venta de ropa para turistas					0
Venta de telas/cortinas					0
Tienda de bordados					0
Venta de equipos y ropa de aventura					0
Venta de calzados y ropa en general	1				1
Confecciones			1		1
Hotel/hostal					0
Bar					0
Agencia de viajes turísticos	1				1
Masaies/spa/Gimnasio					0
Revelado de fotos y equipos fotográficos					0
Venta de celulares y servicio técnico					0
Consultorio dental			1		1
Consultorio oftalmológico					0
Consultorio legal			1		1
Estudio contable					0
Farmacia/botica	2				2
Museo/Muro inka					0
Templo/iglesia					0
Plaza/plazoleta	1				1
Tatuaje					0
Peluquería					0
Cosméticos					0
Reparación de relojes					0
Venta de plásticos					0
Casa de cambio					0
Venta de DVD's y CD's					0
Almacén					0
Bisutería/Sahumerio y artículos diversos			1		1
Locutorio/cabina de internet/Fotocopiadoras				1	1
Imprenta					0
Librería	1			1	2
Bazar	1				1
Sede educativa					0
Ambulantes (golosinas y periódicos)					0
Σ Total locales de venta	10	16	4	2	32

Fuente: Elaboración propia.



Tabla 26

Ficha de muestra probabilística estratificada de la c. Marquez.



 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL 							
TESIS	Análisis del nivel de servicio peatonal de los segmentos urbanos e intersecciones semaforizadas ubicados en las calles de Santa Clara, Plaza San Francisco, Marquez, Mantas, Suntuurwasi y Hatunrumiyoc de la ciudad del Cusco, aplicando la metodología del HCM 2010 en el año 2019.						
TESISTA	Julio César Sierra Quispe.						
CALLE	Calle Marquez	FECHA	miercoles - 12/06/2019				
FICHA DE MUESTRA PROBABILÍSTICA ESTRATIFICADA POR CALLE							
TIPO DE NEGOCIO	LOCALES DE COMERCIO						Σ LOCALES DE VENTA
	C.C. Artesanal "INTI KILLA"	CALLE PRINCIPAL	C.C. N° 268	C.C. N° 259	C.C. N° 231	C.C. "Sotomayor Galerías Bocangel"	
Tienda de abarrotes							0
Restaurante/pollería		1					1
Pizzería							0
Chifa							0
Panadería/pastelería							0
Cafetería/ juguería		2					2
Supermercado/Mercado							0
Venta de golosinas						1	1
Venta de artesanía cuadros, joyería y ropa	13	1		1	1		16
Galerías turísticas							0
Venta de instrumentos musicales							0
Venta de ropa para turistas							0
Venta de telas/cortinas							0
Tienda de bordados							0
Venta de equipos y ropa de aventura							0
Venta de calzados y ropa en general		3			2		5
Confecciones	1					1	2
Hotel/hostal		1					1
Bar							0
Agencia de viajes turísticos	1	2	4	1	4	5	17
Masaies/spa/Gimnasio	2						2
Revelado de fotos v equipos fotográficos		1					1
Venta de celulares v servicio técnico							0
Consultorio dental							0
Consultorio oftalmológico							0
Consultorio legal							0
Estudio contable							0
Farmacia/botica							0
Museo/Muro inka							0
Templo/iglesia							0
Plaza/plazoleta							0
Tatuaje			1				1
Peluquería			1				1
Cosméticos				1			1
Reparación de relojes					1		1
Venta de plásticos							0
Casa de cambio							0
Venta de DVD's v CD's							0
Almacén							0
Bisutería/Sahumerio y artículos diversos		2					2
Locutorio/cabina de							0
Imprenta							0
Librería				1			1
Bazar			1		1		2
Sede educativa							0
Ambulantes (golosinas y periódicos)							0
Σ Total locales de venta	17	13	7	4	9	7	57

Fuente: Elaboración propia.



Tabla 27

Ficha de muestra probabilística estratificada de la c. Mantas.



 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL 				
TESIS	Análisis del nivel de servicio peatonal de los segmentos urbanos e intersecciones semaforizadas ubicados en las calles de Santa Clara, Plaza San Francisco, Marquez, Mantas, Sunturwasi y Hatunrumiyoc de la ciudad del Cusco, aplicando la metodología del HCM 2010 en el año 2019.			
TESISTA	Julio César Sierra Quispe.			
CALLE	Calle Mantas	FECHA	jueves - 13/06/2019	
FICHA DE MUESTRA PROBABILÍSTICA ESTRATIFICADA POR CALLE				
TIPO DE NEGOCIO	LOCALES DE COMERCIO			Σ LOCALES DE VENTA
	Calle Pral.	Galerías "La Merced" N° 113	Salón de cultura "Túpac Amaru"	
Tienda de abarrotes	1			1
Restaurante/pollería				0
Pizzería				0
Chifa				0
Panadería/pastelería				0
Cafetería/juguería	1			1
Supermercado/Mercado				0
Venta de golosinas				0
Venta de artesanía cuadros, joyería y ropa	1		3	4
Galerías turísticas				0
Venta de instrumentos musicales		1	1	2
Venta de ropa para turistas				0
Venta de telas/cortinas				0
Tienda de bordados				0
Venta de equipos y ropa de aventura				0
Venta de calzados y ropa en general	4			4
Confecciones				0
Hotel/hostal	1	1		2
Bar	1			1
Agencia de viajes turísticos	1	4		5
Masajes/spa/Gimnasio		1		1
Revelado de fotos y equipos fotográficos				0
Venta de celulares y servicio técnico				0
Consultorio dental				0
Consultorio oftalmológico				0
Consultorio legal				0
Estudio contable				0
Farmacia/botica	1			1
Museo/Muro inka				0
Templo/iglesia				0
Plaza/plazoleta	1			1
Tatuaje				0
Peluquería				0
Cosméticos		1		1
Reparación de relojes				0
Venta de plásticos				0
Casa de cambio	1			1
Venta de DVD's y CD's				0
Almacén				0
Bisutería/Sahumerio y artículos diversos				0
Locutorio/cabina de internet/Fotocopiadoras				0
Imprenta				0
Librería		1		1
Bazar				0
Sede educativa				0
Ambulantes				0
Σ Total Locales de Venta	13	9	4	26

Fuente: Elaboración propia.



Tabla 28

Ficha de muestra probabilística estratificada de la c. Suntuturwasi.

 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL 							
TESIS	Análisis del nivel de servicio peatonal de los segmentos urbanos e intersecciones semaforizadas ubicados en las calles de Santa Clara, Plaza San Francisco, Marquez, Mantas, Suntuturwasi y Hatunrumiyoc de la ciudad del Cusco, aplicando la metodología del HCM 2010 en el año 2019.						
TESISTA	Julio César Sierra Quispe.						
CALLE	Calle Suntuturwasi	FECHA	viernes - 14/06/2019				
FICHA DE MUESTRA PROBABILÍSTICA ESTRATIFICADA POR CALLE							
TIPO DE NEGOCIO	LOCALES DE COMERCIO						Σ LOCALES DE VENTA
	CALLE PRINCIPAL	Centro Artesanal "ARTE INKA"	Triunfo Street N° 338	Galería Turística "TURISTICAS" N° 354	Local N° 374	CASA DE LAS ARPIAS N° 393	
Tienda de abarrotes							0
Restaurante/pollería	2	1					3
Pizzería							0
Chifa							0
Panadería/pastelería							0
Cafetería/juguetería							0
Supermercado/Mercado							0
Venta de golosinas							0
Venta de artesanía cuadros, joyería y ropa	10	5	1		3	3	22
Galerías turísticas							0
Venta de instrumentos musicales							0
Venta de ropa para turistas		4	7				11
Venta de telas/cortinas							0
Tienda de bordados							0
Venta de equipos y ropa de aventura							0
Venta de calzados y ropa en general	1			6	15		22
Confecciones							0
Hotel/hostal	1						1
Bar	1				1		2
Agencia de viajes turísticos	1	5	1		1		8
Masaies/spa/Gimnasio		1		1			2
Revelado de fotos y equipos fotográficos							0
Venta de celulares y servicio técnico							0
Consultorio dental							0
Consultorio oftalmológico							0
Consultorio legal							0
Estudio contable							0
Farmacia/botica							0
Museo/Muro inka							0
Templo/iglesia						1	1
Plaza/plazoleta							0
Tatuaje				1			1
Peluquería		1					1
Cosméticos							0
Reparación de relojes							0
Venta de plásticos							0
Casa de cambio							0
Venta de DVD's y CD's							0
Almacén							0
Bisutería/Sahumerio y artículos diversos							0
Locutorio/cabina de							0
Imprenta							0
Librería							0
Bazar							0
Sede educativa							0
Ambulantes (golosinas y periódicos)							0
Σ Total locales de venta	16	17	9	8	20	4	74

Fuente: Elaboración propia.



Tabla 29

Ficha de muestra probabilística estratificada de la c. Hatunrumiyoc.

 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL 					
TESIS	Análisis del nivel de servicio peatonal de los segmentos urbanos e intersecciones semaforizadas ubicados en las calles de Santa Clara, Plaza San Francisco, Marquez, Mantas, Suntuturwasi y Hatunrumiyoc de la ciudad del Cusco, aplicando la metodología del HCM 2010 en el año 2019.				
TESISTA	Julio César Sierra Quispe.				
CALLE	Calle Hatunrumiyoc	FECHA	Sábado - 15/06/2019		
FICHA DE MUESTRA PROBABILÍSTICA ESTRATIFICADA POR CALLE					
TIPO DE NEGOCIO	LOCALES DE COMERCIO				Σ LOCALES DE VENTA
	Calle Pral.	Local N° 487		Local N/S	
Tienda de abarrotes					0
Restaurante/pollería	2				2
Pizzería					0
Chifa					0
Panadería/pastelería					0
Cafetería/ iuguería					0
Supermercado/Mercado					0
Venta de golosinas					0
Venta de artesanía cuadros, joyería y ropa	11	5			16
Galerías turísticas					0
Venta de instrumentos musicales					0
Venta de ropa para turistas					0
Venta de telas/cortinas					0
Tienda de bordados					0
Venta de equipos y ropa de aventura					0
Venta de calzados y ropa en general					0
Confecciones					0
Hotel/hostal					0
Bar					0
Agencia de viajes turísticos					0
Masajes/spa/Gimnasio	1	1		1	3
Revelado de fotos y equipos fotográficos					0
Venta de celulares y servicio técnico					0
Consultorio dental					0
Consultorio oftalmológico					0
Consultorio legal					0
Estudio contable					0
Farmacia/botica					0
Museo/Muro inka					0
Templo/iglesia					0
Plaza/plazoleta					0
Tatuaje					0
Peluquería					0
Cosméticos					0
Reparación de relojes					0
Venta de plásticos					0
Casa de cambio					0
Venta de DVD's y CD's					0
Almacén					0
Bisutería/Sahumerio y artículos diversos					0
Locutorio/cabina de internet/Fotocopiadoras					0
Imprenta					0
Librería					0
Bazar					0
Sede educativa					0
Ambulantes (golosinas y periódicos)					0
Σ Total locales de venta	14	6	0	1	21

Fuente: Elaboración propia.



3.5.1.2. Tomar encuestas en la zona de estudio.

a) Equipos utilizados

- **Laptop:** Utilizado para el diseño y procesado de encuestas, para calcular el día y hora de máxima demanda peatonal.

b) Procesamiento

- Elaborar un modelo de encuesta mostrando nombre de la entidad educativa, nombre de la tesis, tesista(s), para identificar el día y hora de mayor demanda peatonal.
- Tomar la encuesta principalmente a los locales cuya puerta de ingreso al negocio apunta a la zona de estudio porque tiene mejor percepción de la cantidad de peatones que visita el lugar.
- Utilizar el formato resumen de encuestas y las fichas de la muestra probabilística estratificada por calle en la zona de estudio.
- Utilizar los datos tomados de las encuestas con el programa Microsoft Excel hallaremos los resultados acerca del día y hora de mayor demanda peatonal a través de gráficos.

c) Toma de datos

Figura 99

Fotos de encuestas en la zona de estudio.



Fuente: Elaboración propia.



Figura 100


Fotos de encuestas en la Santa Clara.




Fuente: Elaboración propia.

Figura 101

Modelo de encuesta para hallar el día y hora de máxima demanda peatonal.



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



ENCUESTA

“Encuesta para hallar el día y hora de máxima demanda peatonal en la zona de estudio”

Tesis: “Análisis del nivel de servicio peatonal de los segmentos urbanos e intersecciones semaforizadas ubicados en las calles de Santa Clara, Plaza San Francisco, Marquez, Mantas, Sunturwasi y Hatunrumiyoc de la ciudad del Cusco, aplicando la metodología del HCM 2010 en el año 2019”.

Tesista (s): Julio César Sierra Quispe.

Información de la Encuesta

Encuesta realizada por: Julio César Sierra Quispe.

Encuesta N°: Fecha:/...../2019 Lugar:.....

Peatones

Día(s) que tiene mayor cantidad de clientes en su trabajo:

Lunes ()	Miércoles ()	Viernes ()	Domingo ()
Martes ()	Jueves ()	Sábado ()	

Hora(s) que tiene mayor cantidad de clientes:

Hora: a.m. () p.m. ()

Fuente: Elaboración propia.

i) Encuestas para hallar el día de mayor demanda peatonal.

Figura 102

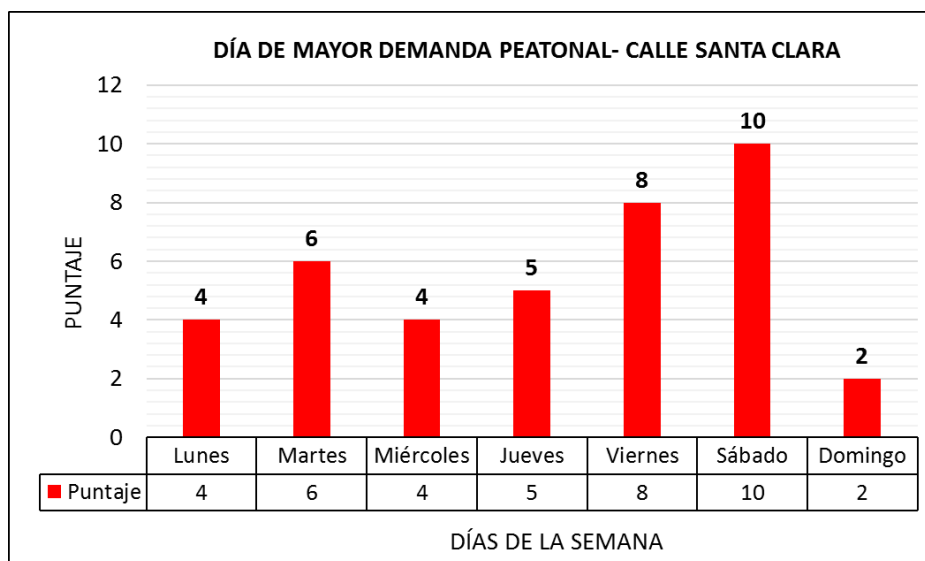
Ficha de encuestas en la c. Santa Clara.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL								
TESIS	Análisis del nivel de servicio peatonal de los segmentos urbanos e intersecciones semaforizadas ubicados en las calles de Santa Clara, Plaza San Francisco, Marquez, Mantas, Sunturwasi y Hatunrumiyoc de la ciudad del Cusco, aplicando la metodología del HCM 2010 en el año 2019.							
TESISTA	Julio César Sierra Quispe.	Fecha	lunes - 17/06/2019					
FICHA DE ENCUESTAS EN LA CALLE SANTA CLARA								
N°	Ubicación del local de venta	Día de mayor demanda peatonal						
		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
1	Calle Principal						X	
2					X	X		
3		X	X	X		X	X	
4			X					
5						X	X	
6							X	
7						X		
8						X		
9		X	X					X
10			X					X
11		X	X	X	X	X	X	X
12							x	
13								X
14							X	
15								X
16							X	
17					X			
18		X	X	X	X	X	X	X
Puntaje		4	6	4	5	8	10	2

Fuente: Elaboración propia.

Figura 103

Diagrama del día de mayor demanda peatonal en la c. Santa Clara.



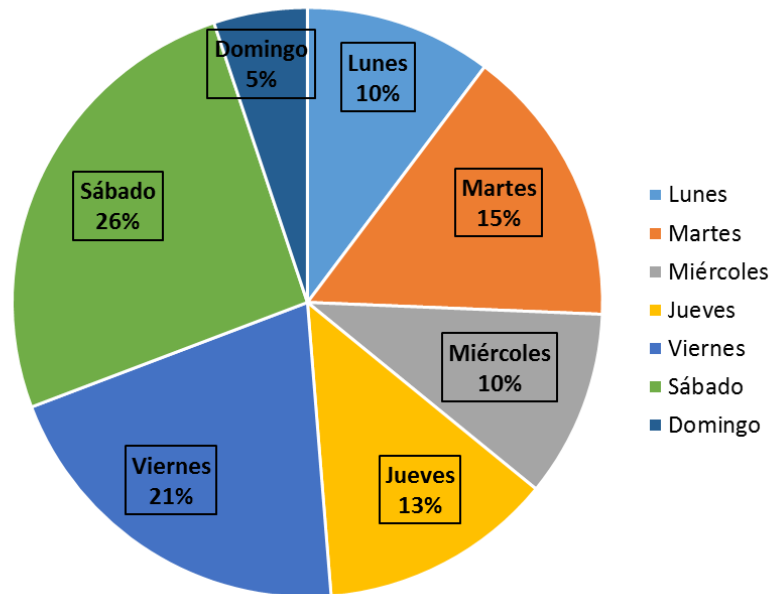
Fuente: Elaboración propia.



Figura 104

Gráfico circular del día de mayor demanda peatonal en la c. Santa Clara.

DÍAS DE MAYOR DEMANDA PEATONAL EN PORCENTAJES - CALLE SANTA CLARA




Fuente: Elaboración propia.



Tabla 30

Ficha de encuestas en la Plaza San Francisco.

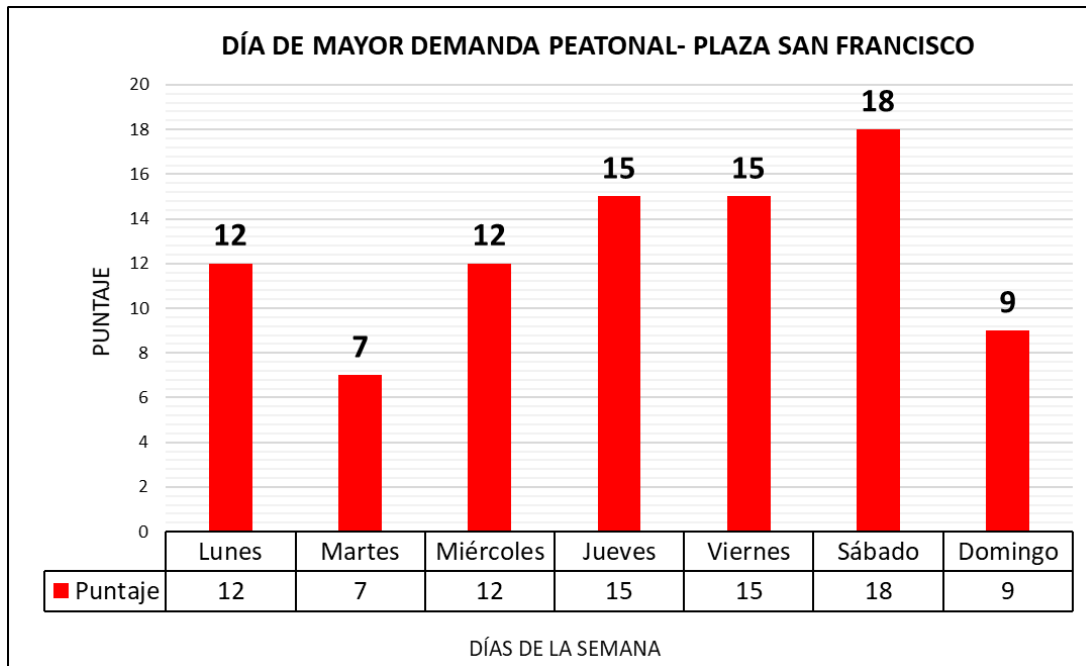
 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL 								
TESIS	Análisis del nivel de servicio peatonal de los segmentos urbanos e intersecciones semaforizadas ubicados en las calles de Santa Clara, Plaza San Francisco, Marquez, Mantas, Suntutwasi y Hatunrumiyoc de la ciudad del Cusco, aplicando la metodología del HCM 2010 en el año 2019.							
TESISTA	Julio César Sierra Quispe.			Fecha	martes - 18/06/2019			
FICHA DE ENCUESTAS EN LA PLAZA SAN FRANCISCO								
N°	Ubicación del local de venta	Día de mayor demanda peatonal						
		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
1	Local N° 303	X	X	X	X	X		X
2							X	
3						X	X	
4	Plasticos 2000	X	X			X	X	X
5		X			X			
6				X	X	X	X	
7	Calle Principal	X		X		X		
8		X	X		X			
9				X				
10		X			X		X	
11				X				
12						X	X	
13		X	X	X	X	X	X	X
14					X	X		
15							X	
16					X	X	X	
17	El Marquez de San Fransisco	X			X			X
18					X			X
19					X	X	X	X
20				X			X	
21			X	X			X	
22				X				X
23						X	X	
24		X						
25							X	
26					X	X		
27		X		X	X	X	X	
28		X	X	X	X	X	X	X
29							X	
30								X
31		X	X	X	X	X		
32							X	
Puntaje		12	7	12	15	15	18	9

Fuente: Elaboración propia.



Figura 105

Diagrama del día de mayor demanda peatonal en la Plaza San Francisco.

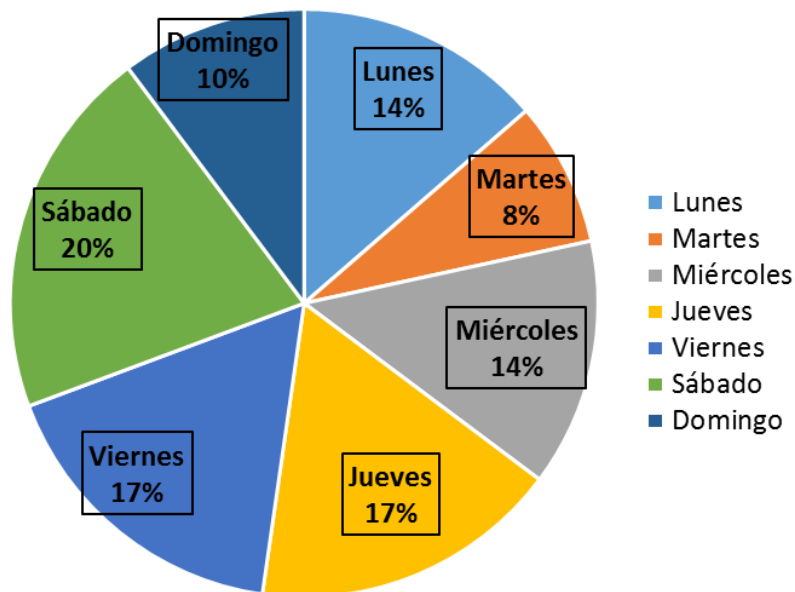


Fuente: Elaboración propia.

Figura 106

Gráfico circular del día de mayor demanda peatonal en la Plaza San Francisco.

DÍAS DE MAYOR DEMANDA EN PORCENTAJES - PLAZA SAN FRANCISCO





Fuente: Elaboración propia.



Tabla 31

Ficha de encuestas en la Calle Marquez.

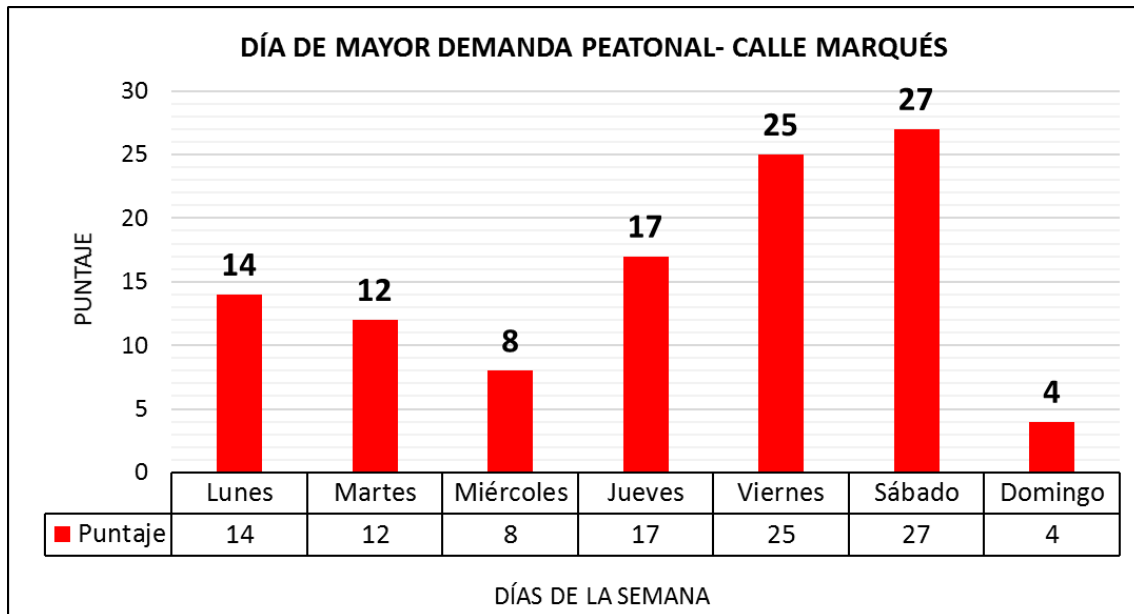
 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL 								
TESIS	Análisis del nivel de servicio peatonal de los segmentos urbanos e intersecciones semaforizadas ubicados en las calles de Santa Clara, Plaza San Francisco, Marquez, Mantas, Sunturwasi y Hatunrumiyoc de la ciudad del Cusco, aplicando la metodología del HCM 2010 en el año 2019.							
TESISTA	Julio César Sierra Quispe.			Fecha	sábado - 22/06/2019			
FICHA DE ENCUESTAS EN LA CALLE MARQUEZ								
N°	Ubicación del local de venta	Día de mayor demanda peatonal						
		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
1	Calle Principal				X	X	X	
2							X	
3						X		
4			X				X	
5			X	X			X	
6								X
7							X	
8								X
9							X	
10			X	X	X	X	X	X
11								X
12			X	X	X		X	X
13						X		
14						X		
15	C. C. Artesanal Intikilla						X	
16			X		X			
17			X		X		X	
18						X		X
19						X	X	
20							X	
21							X	
22				X		X		X
23			X		X			X
24						X		
25						X		
26						X		
27			X					
28			X			X	X	
29			X					
30		X		X		X	X	
31						X		
32						X		
33	C. C. N° 268					X	X	
34						X		
35						X		
36					X			
37					X			
38			X	X	X		X	X
39					X			
40	C. C. N° 259					X	X	
41							X	
42								X
43							X	
44	C. C. N° 231						X	
45						X	X	
46			X	X				X
47				X			X	
48			X	X	X	X	X	X
49							X	
50							X	
51		X						
52	C. C. Sotomayor					X		
53						X		
54							X	
55			X	X	X	X	X	
56							X	
57			X					
58								
Puntaje		14	12	8	17	25	27	4

Fuente: Elaboración propia.



Figura 107

Diagrama del día de mayor demanda peatonal en la c. Marquez.

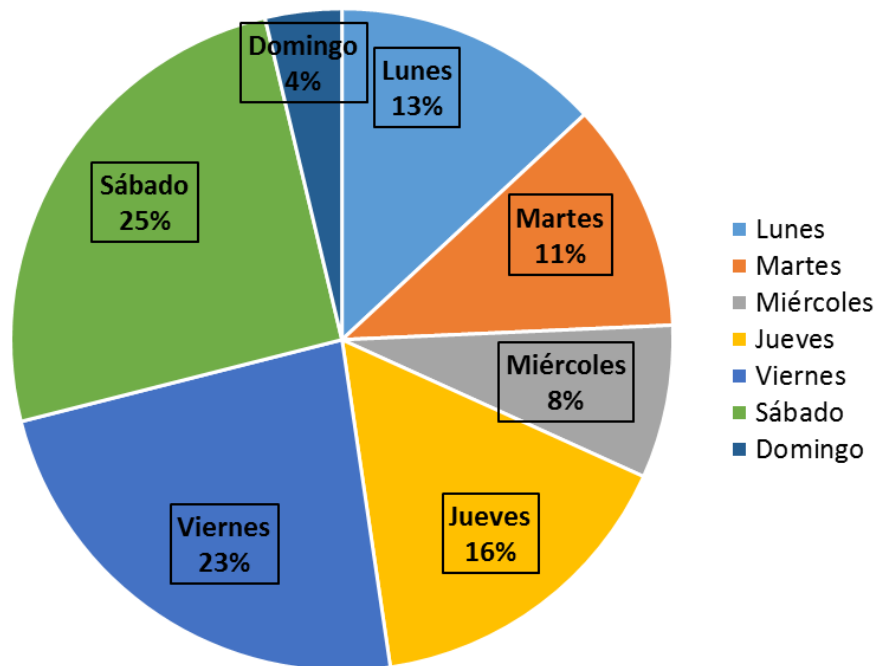


Fuente: Elaboración propia.

Figura 108

Gráfico circular del día de mayor demanda peatonal en la c. Marquez.

DÍAS DE MAYOR DEMANDA PEATONAL EN PORCENTAJES - CALLE MARQUÉS





Fuente: Elaboración propia.



Tabla 32

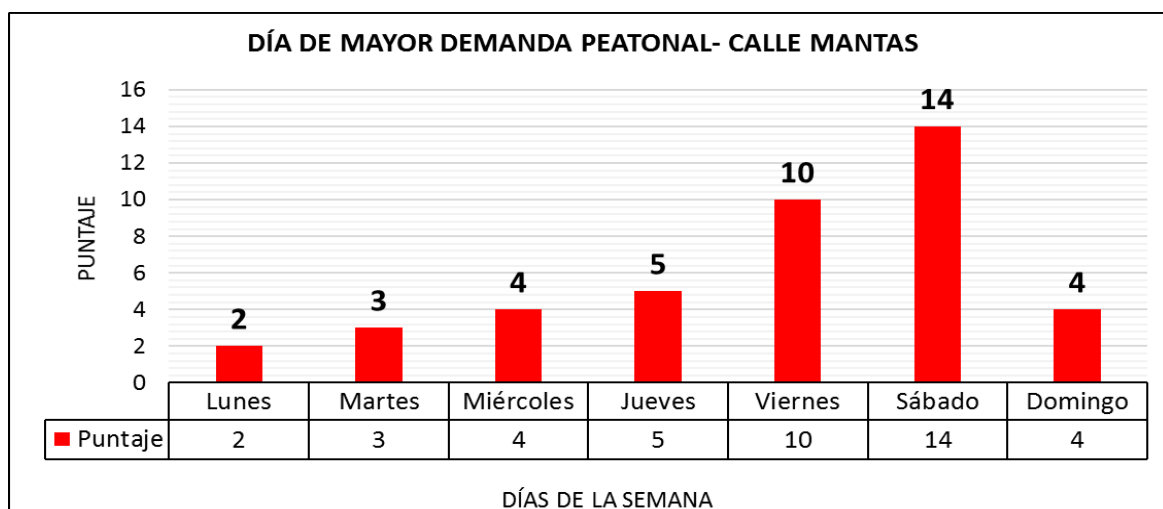
Ficha de encuestas en la c. Mantas.

 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL								
TESIS	Análisis del nivel de servicio peatonal de los segmentos urbanos e intersecciones semaforizadas ubicados en las calles de Santa Clara, Plaza San Francisco, Marquez, Mantas, Sunturwasi y Hatunrumiyoc de la ciudad del Cusco, aplicando la metodología del HCM 2010 en el año 2019.							
TESISTA	Julio César Sierra Quispe.	Fecha	martes - 25/06/2019					
FICHA DE ENCUESTAS EN LA CALLE MANTAS								
N°	Ubicación del local de venta	Día de mayor demanda peatonal						
		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
1	Calle Principal						X	
2						X		
3							X	
4								X
5							X	
6						X		
7					X	X	X	
8			X	X				
9							X	
10						X	X	
11						X		
12			X					X
13						X		
14	Galerías "La Merced"		X				X	
15								X
16							X	
17						X		X
18						X	X	
19							X	
20				X				
21			X					
22					X	X	X	
23	Salón de Cultura "Túpac Amaru"						X	
24						X		
25							X	
26			X	X	X	X	X	
Puntaje		2	3	4	5	10	14	4

Fuente: Elaboración propia.

Figura 109

Diagrama del día de mayor demanda peatonal en la Calle Mantas.



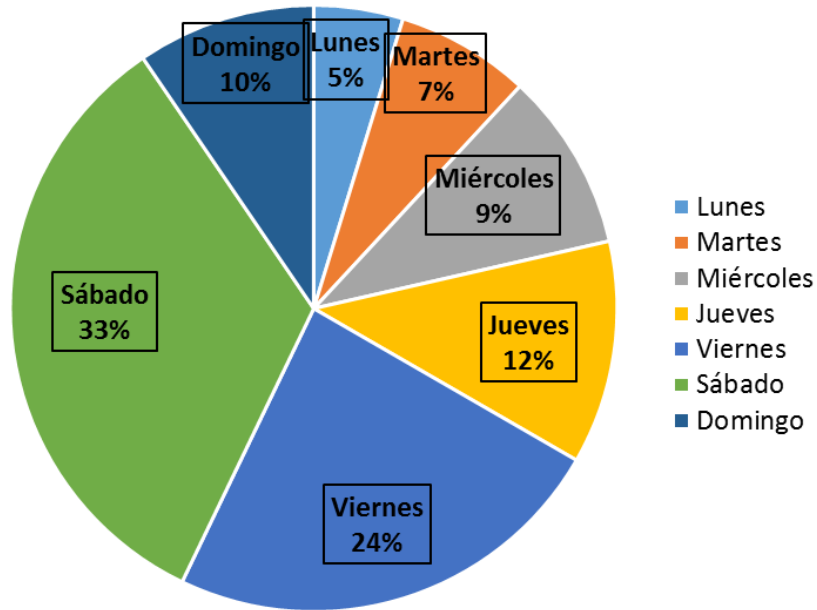
Fuente: Elaboración propia.



Figura 110

Gráfico circular del día de mayor demanda peatonal en la c. Santa Clara.

DÍAS DE MAYOR DEMANDA PEATONAL EN PORCENTAJES - CALLE MANTAS



Fuente: Elaboración propia.



Figura 111

Ficha de encuestas en la Calle Sunturwasi.

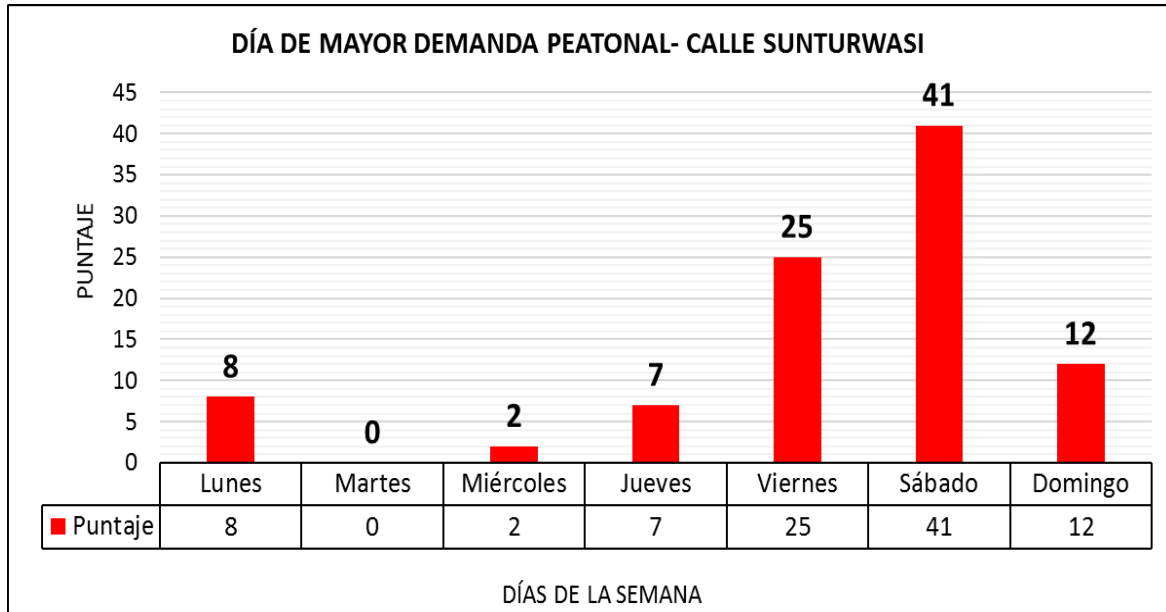
UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL								
TESIS	Análisis del nivel de servicio peatonal de los segmentos urbanos e intersecciones semaforizadas ubicados en las calles de Santa Clara, Plaza San Francisco, Marquez, Mantas, Sunturwasi y Hatunrumiyoc de la ciudad del Cusco, aplicando la metodología del HCM 2010 en el año 2019.							
TESISTA	Julio César Sierra Quispe.			Fecha	jueves - 27/06/2019			
FICHA DE ENCUESTAS EN LA CALLE SUNTURWASI								
N°	Ubicación del local de venta	Día de mayor demanda peatonal						
		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
1	Calle Principal					X	X	
2						X		
3							X	
4							X	
5							X	
6							X	
7						X		
8							X	
9							X	X
10							X	
11								X
12							X	X
13			X				X	X
14			X					X
15			X					
16						X		
17	C. A. "Arte Inka"						X	
18						X		
19							X	
20								X
21							X	
22							X	
23			X					
24							X	
25							X	
26							X	
27							X	
28							X	
29							X	
30							X	
31								X
32								X
33						X		
34	Local N° 338					X	X	X
35						X	X	
36						X		
37						X	X	
38						X	X	
39						X		
40						X		X
41							X	
42	Local N° 354					X	X	X
43						X	X	
44			X					
45			X					
46							X	
47							X	X
48	Local N° 374					X	X	
49						X	X	
50							X	X
51						X	X	X
52					X	X		X
53								X
54								X
55							X	
56			X					
57						X	X	
58						X		
59						X		
60						X		
61							X	
62						X		
63		X			X			
64		X						
65	Casa de las Arpias N° 393					X	X	
66						X	X	
67					X	X	X	
68				X				
69							X	
70							X	
71				X				
72						X	X	
73							X	
74							X	
Puntaje		8	0	2	7	25	41	12

Fuente: Elaboración propia.



Figura 112

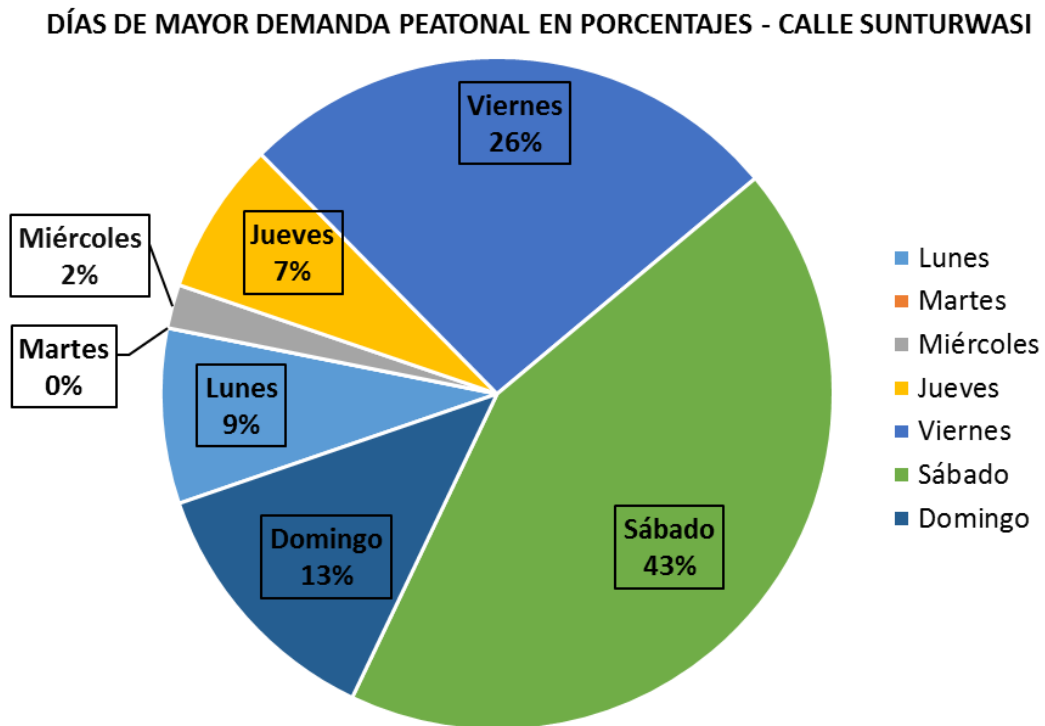
Diagrama del día de mayor demanda peatonal en la Calle Sunturwasi.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 113

Gráfico circular del día de mayor demanda peatonal en la c. Sunturwasi.





Fuente: Elaboración propia.



Tabla 33

Ficha de encuestas en la Calle Hatunrumiyoc.

 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL 								
TESIS	Análisis del nivel de servicio peatonal de los segmentos urbanos e intersecciones semaforizadas ubicados en las calles de Santa Clara, Plaza San Francisco, Marquez, Mantas, Suntuturwasi y Hatunrumiyoc de la ciudad del Cusco, aplicando la metodología del HCM 2010 en el año 2019.							
TESISTA	Julio César Sierra Quispe.	Fecha	sábado - 29/06/2019					
FICHA DE ENCUESTAS EN LA CALLE HATUNRUMIYOC								
N°	Ubicación del local de venta	Día de mayor demanda peatonal						
		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
1	Calle Principal	X	X	X	X	X	X	
2							X	
3							X	
4		X				X		
5						X		
6							X	
7		X	X	X	X	X	X	
8		X	X	X	X	X	X	
9							X	
10						X		X
11								X
12	Local N° 478					X		
13	Local N° 479					X	X	
14	Local N° 480	X	X	X	X	X		
15	Local N° 481	X				X	X	
16	Local N° 482		X		X		X	
17	Local N° 483				X	X		
18	Local N° 484						X	
19	Local N° 485					X	X	
20	Local N° 486						X	
21	Local N° 487					X		
Puntaje		6	5	4	6	11	13	4

Fuente: Elaboración propia.