

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO PEATONAL
EN EL CRUCE DE LA AV. ANDRÉS ZEVALLOS Y JR.
ZOILO LEÓN ORDOÑEZ DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autores:

Wilder Enrique Hernández Solís
Wilman Willam Torres Castañeda

Asesor:

Ing. Mg. Fabián Sánchez Portal

Cajamarca - Perú

2019



DEDICATORIA

A mis padres, Moisés Hernández y Lastenia Solis,
que son mis pilares para seguir adelante.
A mi esposa Carla Milagritos, por su amor y apoyo
incondicional, a mis hijos Cristian y Dayana
por su paciencia y comprensión al sacrificar su
tiempo para dedicarme a estudiar y lograr mí objetivo.
A todos mis seres queridos que de una u otra manera
me ha apoyado en este camino.

Enrique Hernández Solis

Dedico ésta tesis a Dios y a mis padres.
A Dios porque ha estado en cada paso que doy,
cuidándome y dándome fortaleza para continuar.
A mis padres, pilares fundamentales en mi vida.
Sin ellos, jamás hubiese podido conseguir lo que
hasta ahora conseguí. Su paciencia y lucha
insaciable han hecho de ellos el gran ejemplo
a seguir y destacar, no solo para mí, sino
para mis hermanos y familia en general.
También dedico éste trabajo a mi esposa e hijos.
Ellos representaron gran voluntad y tenacidad
en momentos de decline y cansancio.
A ellos este proyecto, que, sin ellos, no hubiese podido ser.

Wilman Torres Castañeda

AGRADECIMIENTO

A Dios por su infinita bondad.
A mis padres por ayudarme a construir mis sueños y apoyarme en cada paso de mi vida.
A mis hermanos Fanny y Moisés por su confianza y cariño hacia mi familia.
A mi esposa e hijos por ser parte de mi vida y permitirme ser parte de su orgullo
A la familia Cárdenas Ramírez, en especial a la Sra. Consuelo Ramírez y Milton Cárdenas por su apoyo desinteresado y depositar su confianza en mí

Enrique Hernández Solís

En primer lugar, a Dios por haberme guiado por el camino de la felicidad hasta ahora; en segundo lugar, a cada uno de los que son parte de mi familia a mi PADRE Antero Torres, a mi MADRE Elena Castañeda, y no menos importantes, MI ESPOSA E HIJOS; a mis hermanos; por haberme dado su fuerza y apoyo incondicional que me ayudó a llegar hasta donde estoy ahora. Por último, a mi compañero de tesis que en armonía lo hemos logrado y al asesor quién nos ayudó en todo momento, Msc. Fabián Sánchez.

Wilman Torres Castañeda

Tabla de contenidos

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO.....	3
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE ECUACIONES	7
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	9
1.1. Realidad problemática.....	9
1.2. Formulación del problema	16
1.3. Objetivos	16
1.3.1. Objetivo general.....	16
1.3.2. Objetivos específicos	17
1.4. Hipótesis.....	17
1.4.1. Hipótesis general.....	17
1.4.2. Hipótesis específica.....	17
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	18
2.1. Tipo de investigación	18
2.2. Población y muestra (materiales, instrumentos y métodos).....	18
2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos.....	19
CAPÍTULO III. RESULTADOS	28
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	43
4.1. Discusión.....	43
4.2. Conclusiones	45
4.3. Recomendaciones.....	47
REFERENCIAS	48
ANEXOS	51

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Resultados obtenidos en pasos peatonales	29
Tabla 2: Resultados obtenidos en pasos peatonales	30
Tabla 3: Resultados obtenidos en esquinas de aceras.....	31
Tabla 4: Nivel de servicio peatonal en avenidas	54
Tabla 5: Criterios de flujo en calles y aceras.....	54
Tabla 6: Nivel de servicio peatonal en esquinas de aceras.....	60
Tabla 7: Datos obtenidos del aforo peatonal para vías, pasos y esquinas peatonales	62
Tabla 8: Niveles de servicio en zonas de acumulación	68
Tabla 9: Factores de ajuste de la anchura de las vías peatonales producida por elementos urbanos.	69
Tabla 10: (Reglamento Nacional de Edificaciones 2006).....	71
Tabla 11: Factores de ajuste de la anchura de las vías peatonales producida por elementos urbanos.	71

ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1: Nivel de servicio A.....	11
Ilustración 2: Nivel de servicio B.....	12
Ilustración 3: Nivel de servicio C.....	12
Ilustración 4: Nivel de servicio D.....	13
Ilustración 5: Nivel de servicio E.....	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 6: Nivel de servicio F.....	14
Ilustración 7: Ubicación geográfica Cruce Av. Andrés Zevallos y Jr. Zoilo León Ordoñez en la ciudad de Cajamarca.....	19
Ilustración 8: Ubicación de las vías peatonales y zonas de espera (esquinas).....	20
Ilustración 9: Peatones realizando el flujo en vía peatonal y zona espera (esquina de acera).....	22
Ilustración 10: Circulación de Peatones en zona de esquina 1.....	23
Ilustración 11: Tiempo vs la velocidad de peatones en intervalo 15 min., Q2.....	37
Ilustración 12: Tiempo vs la velocidad de peatones en intervalo 15 min., Is2.....	38
Ilustración 13: Tiempo vs la velocidad de peatones en intervalo 15 min., Iac.....	39
Ilustración 14: Tiempo vs la velocidad de peatones en intervalo 15 min., Q3.....	40
Ilustración 15: Tiempo vs la velocidad de peatones en intervalo 15 min., Ie1.....	41
Ilustración 16: Tiempo vs la velocidad de peatones en intervalo 15 min., Iab.....	42
Ilustración 17: paso peatonal 1 y esquina 1.....	73
Ilustración 18: Flujo peatonal en esquina 1.....	73
Ilustración 19: Flujo peatonal en paso peatonal.....	74
Ilustración 20: Obstáculos, comercio ambulatorio en av. Andrés Zevallos.....	74
Ilustración 21: Interacción de peatones y vehículos en pasos peatonales.....	75

ÍNDICE DE ECUACIONES

ECUACIÓN 1: I	INTENSIDADES O FLUJOS EN VÍAS PEATONALES:	63
ECUACIÓN 2: I.	TIEMPO - ESPACIO DISPONIBLE (TSP) EN PASOS PEATONALES	63
ECUACIÓN 3: II.	TIEMPO MEDIO DE CRUCE (TP) EN PASOS PEATONALES	63
ECUACIÓN 4: I.	TIEMPO TOTAL DE OCUPACIÓN DEL CRUCE (TP) EN PASES PEATONALES.....	63
ECUACIÓN 5: IV.	OCUPACIÓN MEDIA EN PASOS PEATONALES	64
ECUACIÓN 6: V.	FLUJO PEATONAL EN PASOS PEATONALES	64
ECUACIÓN 7: VII.	ANÁLISIS DE LA OLEADA MÁXIMA (QMAX) EN PASOS PEATONALES	65
ECUACIÓN 8: VIII.	CALCULAMOS LA NUEVA OCUPACIÓN MEDIA EN PASOS PEATONALES	65
ECUACIÓN 9: I.	INTENSIDADES O FLUJOS PEATONALES (PT/CICLO) EN ESQUINAS	66
ECUACIÓN 10: II.	INTENSIDAD TOTAL DE CIRCULACIÓN (LE) EN ESQUINAS	66
ECUACIÓN 11: III.	TIEMPO TOTAL DE CIRCULACIÓN (TC) EN ESQUINAS	66
ECUACIÓN 12: IV.	SUPERFICIE NETA DE LA ESQUINA (S) EN ESQUINAS	67
ECUACIÓN 13: V.	TIEMPO- SUPERFICIE DISPONIBLE (TS) EN ESQUINAS	67
ECUACIÓN 14: VI.	TIEMPO DE ESPERA EN ZONAS DE ESPERA (TE1 Y TE2) EN ESQUINAS	67
ECUACIÓN 15: VII.	TIEMPO- SUPERFICIE DE LA ZONA DE ESPERA (TSE) EN ESQUINAS	67
ECUACIÓN 16: VIII.	TIEMPO - SUPERFICIE DE CIRCULACIÓN (TSC) EN ESQUINAS	68
ECUACIÓN 17: IX.	OCUPACIÓN MEDIA O SUPERFICIE PEATONAL (Ω) EN ESQUINAS	68

RESUMEN

La investigación se realizó, en el mes de setiembre del año 2018. El objetivo de ésta investigación fue: “Determinar el nivel de servicio peatonal en el cruce del Jr. Zoilo León Ordoñez y la Av. Andrés Zevallos de la ciudad de Cajamarca” el método empleado fue el descriptivo; para ello se tomó aforos peatonales en horas punta, con intervalos de 15 minutos, tanto en pasos peatonales, aceras y esquinas peatonales. Se realizó el procedimiento estadístico de datos, obteniendo resultados que fueron analizados e interpretados; Éstos resultados permitieron evaluar el nivel de servicio peatonal que brinda dicho cruce. En base a ellos se concluye que los peatones pueden elegir la velocidad de marcha, de acuerdo a la intensidad peatonal; donde se obtuvieron varios niveles de servicio, precisando también, que no se tomó en cuenta el comportamiento espontáneo de los peatones. Se determinó el aforo de peatones en las esquinas 1 y 2, de dicho cruce, obteniendo intensidades de 647 y 484 peatones y una velocidad promedio de 0.50.m/s. en pasos peatonales, 1421, 1266 y 1421 peatones, velocidad promedio de 0.80 m/s, obteniendo niveles de servicios B y C; y en oleadas máximas, niveles C, D y E.

Palabras clave: Nivel de servicio, velocidad peatonal, intensidad, densidad, pelotón, acera, calzada.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

A medida que pasa el tiempo el crecimiento de la población ha sido notable y junto a este el aumento de vehículos que han llevado del mismo modo a acrecentar la cifra de accidentes. Sin embargo, se siguen realizando obras que benefician claramente a los vehículos, más carreteras, aumento de carriles, prioridad vehicular antes que peatonal, parqueaderos, zonas invadidas por los vehículos para usarlas como estacionamiento, así esté la señal de prohibición. El vehículo al mando de un conductor se ha ido apropiando de espacios sin importar que obstaculice el paso, genere dificultad al caminante y ponga en peligro al peatón (Jerez y Torres 2009).

Las evaluaciones de la capacidad y el nivel de servicio (NS) son necesarios para la toma de decisiones y acciones en la ingeniería de tránsito y planteamiento de transporte. (Cerquera 2007).

Calua, Á. 2016, P. 14, en su tesis “Análisis del nivel de servicio peatonal de la Plazuela Bolognesi de la ciudad de Cajamarca”, se ha podido advertir que actualmente se presentan dificultades de movilidad peatonal causadas por el flujo de peatones que circulan por las avenidas y jirones. Es por esta razón que se vuelve de gran importancia realizar un análisis de los niveles de servicios peatonales, de manera que se pueda determinar la función que están cumpliendo y de esta forma poder formular posibles soluciones encaminadas a optimizar el tránsito peatonal. Mediante el análisis de

niveles de servicios, vamos a determinar el flujo peatonal en horas pico, así como también la calidad de veredas y pasos peatonales donde circulan peatones mediante la metodología de niveles de servicios peatonales. (Calua, Á. 2016, P. 14).

Las señales de tránsito no son de gran ayuda ya que los conductores de vehículos y peatones no las respetan, estando latente la posibilidad de accidentes peatonales y vehiculares. Además, la incomodidad de los peatones de esta ruta es alta, razón por la cual, se realizó la determinación del nivel de servicio peatonal en dicha zona, en horas punta, así como también la capacidad de veredas y cruces peatonales por donde circulan los peatones mediante las metodologías existentes.

Definiciones. Se establecen las siguientes definiciones:

NIVEL DE SERVICIO. El concepto de nivel de servicio (NS), inicialmente utilizado para definir distintos grados de comodidad de circulación en carreteras, también es aplicable a las instalaciones para peatones. Con esta concepción, los factores que denotan la comodidad, tales como facultad de circular a la velocidad deseada, sortear a otros peatones más lentos y evitar situaciones de conflicto con otros viandantes, se relacionan con la densidad e intensidad.

Criterios para niveles de servicio en vías peatonales.

A continuación, se realiza una descripción de estos criterios, en relación con el nivel de servicio que pueda presentar una determinada zona peatonal, la velocidad es un criterio importante en la determinación del nivel de servicio debido a su fácil

observación y medida, y además porque describe adecuadamente la sensación percibida por los peatones. Para ciertos valores de velocidad la mayoría de los peatones recurren al paso forzado, los más rápidos no pueden alcanzar la velocidad deseada. La superficie es otro indicador significativo, a medida que la superficie de cada peatón disminuye, la posibilidad que tiene éste para cruzar a través de la corriente de circulación peatonal se deteriora, y se dificulta el adelantamiento a los peatones más lentos. (Manual de Capacidad de Carreteras 1985).

Nivel de Servicio A

En vías peatonales con NS A, los peatones prácticamente caminan en la trayectoria que desean, sin verse obligados a modificarla por la presencia de otros peatones. Se elige libremente la velocidad de marcha, y los conflictos entre los viandantes son poco frecuentes.



Ilustración 1: Nivel de servicio A

Nivel de Servicio B

En el NS B, se proporciona superficie suficiente para permitir que los peatones elijan libremente su velocidad de marcha, se adelanten unos a otros y eviten los conflictos al entrecruzarse entre sí. En este nivel los peatones comienzan a acusar la presencia del resto, hecho que manifiestan en la selección de sus trayectorias.



Ilustración 2: Nivel de servicio B

Nivel de Servicio C

En el NS C, existe la superficie suficiente para seleccionar una velocidad normal de marcha y permitir adelantamiento, principalmente en corrientes de un único sentido de circulación. En el caso de que también haya movimiento en el sentido contrario o incluso entrecruzado, se producirían ligeros conflictos esporádicos y las velocidades y el volumen serán un poco menores.



Ilustración 3: Nivel de servicio C

Nivel de Servicio D

En el NS D, se restringe la libertad individual de elegir la velocidad de marcha y adelantamiento. En el caso de haber movimientos de entrecruzado o en sentido contrario existe una alta probabilidad de que se presenten conflictos, siendo precisos frecuentes cambios de velocidad y de posición para eludirlos. Este NS proporciona

un flujo razonablemente y fluido; no obstante, es probable que se produzca entre los peatones unas fricciones e interacciones notables.



Ilustración 4: Nivel de servicio D

Nivel de Servicio E

En el NS E, prácticamente todos los peatones verán restringida su velocidad normal de marcha, lo que les exigirá con frecuencia modificar y ajustar su paso. En la zona inferior de este NS, el movimiento hacia adelante sólo es posible mediante una forma de avance denominada "arrastre de pies". No se dispone de la superficie suficiente para el adelantamiento de los peatones más lentos. Los movimientos en sentido contrario o entrecruzado sólo son posibles con extrema dificultad. La intensidad de proyecto se aproxima al límite de la capacidad de la vía peatonal, lo que origina detenciones e interrupciones en el flujo.



Ilustración 5: Nivel de servicio E

Nivel de Servicio F

En el NS F, todas las velocidades de marcha se ven frecuentemente restringidas y el avance hacia adelante sólo se puede realizar mediante el paso de “arrastre de pies”. Entre los peatones se producen frecuentes e inevitables contactos. Los movimientos en sentido contrario o entrecruzado son virtualmente imposibles de efectuar. El flujo es esporádico e inestable. La superficie peatonal es más propia de formaciones en cola que de corrientes de circulación peatonal. Se puede presentar la posibilidad de pánico.



Ilustración 6: Nivel de servicio F

Niveles de servicio en zonas de acumulación

La utilización del espacio medio disponible por los peatones como una medida del nivel de servicio, también se puede aplicar en zonas de espera o formación de colas. Existen zonas de la vía donde el peatón se halla detenido temporalmente a la espera de efectuar un determinado movimiento, cruzar una calle o emplear un determinado servicio, como se ve en la siguiente tabla: (Manual de Capacidad de Carreteras 1985).

CRUCE O INTERSECCIÓN: antecedentes. Existen diversas instituciones internacionales que desarrollaron los criterios de diseño de cruce o intersecciones entre las cuales se tiene los siguientes (Roess, Prassas, & McShane, 2004):

- AASHTO Policy on Geometric Design of Highways and Streets.
- Highway Capacity Manual 2000.
- Manual on Uniform Traffic Control Devices.
- Manual of Traffic Signal Design.
- Traffic Detector Handbook.

Otros autores, los cuales han trabajado los temas de movilidad, enuncian:

- El Real Automóvil Club de Cataluña (RACC).
- El manual técnico de accesibilidad mexicano.
- A PIE Asociación de viandantes.
- Design Manual for Roads and Bridges (DMRB)
- Department for transport: Inclusive Mobility.

PEATÓN: persona que, sin ser conductor, transita a pie por las vías o terrenos. Son también peatones quienes empujan o arrastran un coche de niño o de impedido o cualquier otro vehículo sin motor de pequeñas dimensiones, los que conducen a pie un ciclo o ciclomotor de dos ruedas y los impedidos que circulan al paso en una silla de ruedas, con o sin motor.

VELOCIDAD PEATONAL: es la velocidad de marcha peatonal media; generalmente se expresa en metros por segundo.

INTENSIDAD PEATONAL: es el número de peatones que pasan por una determinada sección en la unidad de tiempo, expresada bien en peatones por cada 15 minutos o bien en peatones por minuto; por sección se entiende una sección transversal del vial.

PELOTÓN: hace referencia a un cierto número de peatones que caminan juntos o en grupo, normalmente de forma involuntaria, debido a los semáforos o a otras causas.

PASO DE PEATONES: se consideran como tales, tanto los regulados por semáforos como los pasos de cebra, destinados para que los peatones puedan atravesar la calzada debiendo hacerlo precisamente por ellos sin que puedan efectuarlo por las proximidades y también para servir de refugio a los que esperan poder atravesarla.

ACERA: zona longitudinal de la calle, carretera o camino, elevada o no, destinada al tránsito de peatones.

MOBILIARIO URBANO: es el conjunto de objetos existentes en las vías y espacios libres públicos, superpuestos o adosados a los elementos de urbanización o edificación, como pueden ser los semáforos, carteles de señalización, cabinas telefónicas, fuentes, papeleras, marquesinas, kioscos y otros de naturaleza análoga.

ANCHURA ÚTIL O EFICAZ DE UNA ACERA: es la que se puede utilizar de forma efectiva por los peatones en sus movimientos o también la distancia de la “línea límite de obstáculos” a la fachada de los edificios.

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es el nivel de servicio peatonal en el cruce del Jr. Zoilo León Ordoñez y la Av. Andrés Zevallos de la ciudad de Cajamarca?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar el nivel de servicio peatonal en el cruce del Jr. Zoilo León Ordoñez y la Av. Andrés Zevallos de la ciudad de Cajamarca.

1.3.2. Objetivos específicos

Determinar el tipo de geometría de la infraestructura peatonal existente en el cruce del Jr. Zoilo León Ordoñez y la Av. Andrés Zevallos de la ciudad de Cajamarca.

Determinar la capacidad de la infraestructura peatonal existente para diferentes niveles de servicio.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

El nivel de servicio peatonal en el cruce del jr. Zoilo León Ordoñez y la Av. Andrés Zevallos de la ciudad de Cajamarca es C, debido a las características de las veredas y cruce de peatones.

1.4.2. Hipótesis específica

La intensidad peatonal en el cruce del Jr. Zoilo León Ordoñez y la Av. Andrés Zevallos de la ciudad de Cajamarca es de 30 personas/minuto, debido a las características de las veredas y cruce de peatones. La capacidad de la infraestructura es de un solo nivel de servicio.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

Es una investigación descriptiva – aplicada no experimental, ya que no se manipularon las variables, se inspeccionó y registró las características de la esquina y de los pasos peatonales del cruce Jr. Zoilo León Ordoñez (cuadra 1) y la Av. Andrés Zevallos (cuadras 15 y 16) de la ciudad de Cajamarca

2.2. Población y muestra (materiales, instrumentos y métodos)

La recolección de datos se realizó en el cruce Jr. Zoilo León Ordoñez y la Av. Andrés Zevallos de la ciudad de Cajamarca.

Población: la población del presente estudio, está constituido por los peatones que transitan por el cruce Jr. Zoilo León Ordoñez y la Av. Andrés Zevallos de la ciudad de Cajamarca.

Muestra: peatones que transitan por este cruce en horas punta.

Materiales y equipo: material de escritorio, ficha de recolección de datos, computador, wincha, cámara fotográfica.

Recolección de datos y métodos: se realizó en el mes de septiembre, se analizó niveles de servicios en el tránsito de peatones en horas punta con intervalos de 15 minutos.

Ubicación geográfica de la zona de investigación

La investigación se realizó en el cruce Jr. Zoilo León Ordoñez y la Av. Andrés Zevallos de la ciudad de Cajamarca, departamento de Cajamarca cuya ubicación geográfica es: coordenadas geográficas y coordenadas UTM

Latitud Sur: 7°09'55"

Este: 775417

Longitud Oeste: 78°30'04"

Norte: 9208782

Altitud: 2,699 msnm

Datum: WGS 84

Zona:

17M

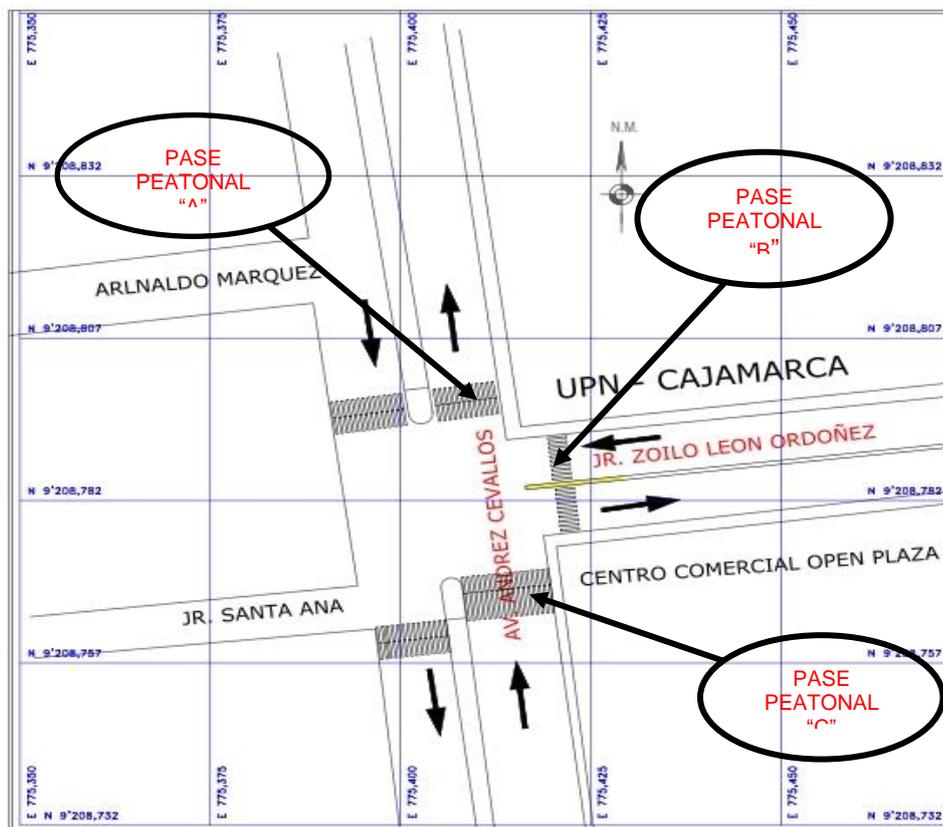


Ilustración 7: ubicación geográfica cruce Av. Andrés Zevallos y Jr. Zoilo León Ordoñez en la ciudad de Cajamarca.

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos.

Trabajo de campo: procedimiento para la toma de datos:

La recolección de datos se realizó a través de la observación directa, es decir, mediante la medición de veredas, de pases peatonales, calles y una ficha para aforo de peatones cada 15 minutos. Se detectó las horas de mayor circulación peatonal durante el día, en la mañana, al medio día y la tarde. Para proceder con la toma de datos se siguió la metodología de niveles de servicios HMC (Highway Capacity Manual), Manual de Capacidad de Carreteras 1985, que a continuación describiremos:

El aforo de peatones en el cruce Jr. Zoilo León Ordoñez y la Av. Andrés Zevallos de la ciudad de Cajamarca, se realizó en la esquina (en el cruce Jr. Zoilo León Ordoñez C-1 y la Av. Andrés Zevallos C-15 y C-16), tres (3) pasos peatonales (en el cruce Jr. Zoilo León Ordoñez C-1 y la Av. Andrés Zevallos C-15 y C-16), y escogimos dos (2) vías peatonales (veredas en la Av. Andrés Zevallos C-15 y C-16) de mayor circulación peatonal, se tomaron mediante fichas de datos, simultáneamente en todas la zonas peatonales antes mencionadas.

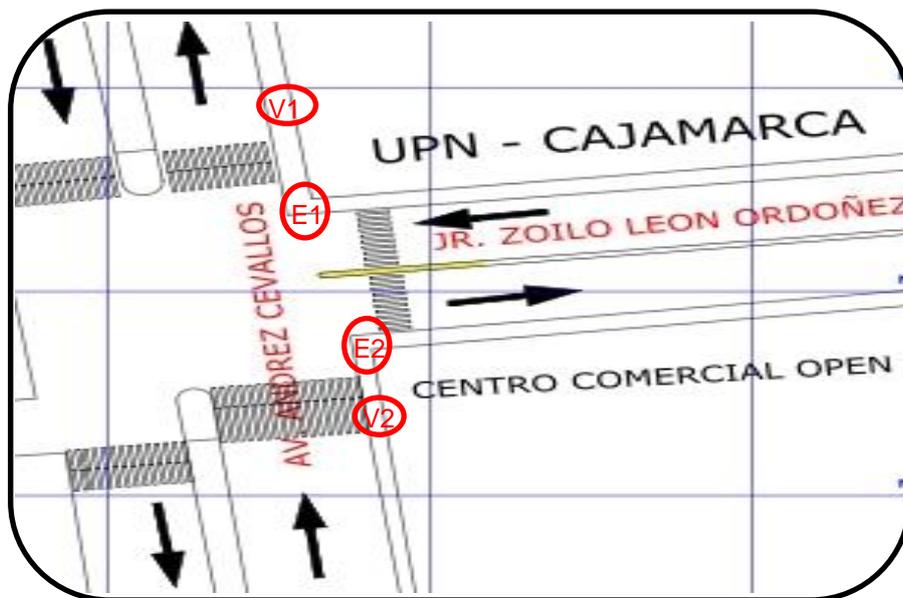


Ilustración 8: ubicación de las vías peatonales y zonas de espera (esquinas)

E.1= Jr. Zoilo León Ordoñez y la Av. Andrés Zevallos C1 y C15

E.1= Jr. Zoilo León Ordoñez y la Av. Andrés Zevallos C1 y C16

Vereda 1= Av. Andrés Zevallos C-15

Vereda 2= Av. Andrés Zevallos C-16

Fase de gabinete: análisis de datos

Para el análisis de datos se utilizó la estadística descriptiva, calificación y procedimiento de cálculo según metodología de niveles de servicios.

Fase de gabinete: niveles de servicio en vías peatonales

Elementos del nivel de servicio peatonal.

A: Flujo peatonal

Los flujos peatonales no son tan canalizados como los vehiculares en un carril de circulación, ya que las personas tienen mayor libertad de maniobra y pueden moverse de forma unidireccional, bidireccional o multidireccional sin causar muchos conflictos, sin embargo, cuando se presentan altos flujos, tienden a comportarse de manera similar a los flujos vehiculares. Debido a que la anchura de la infraestructura peatonal es variable y no tan uniforme como en los carriles vehiculares, los volúmenes y densidades se expresan por metro de ancho (Castañeda, 2010).

Los criterios seguidos para establecer los distintos niveles de servicio en la circulación peatonal están basados en medidas subjetivas y por lo tanto pueden resultar algo imprecisas. No obstante, cabe definir intervalos de superficie por peatón, intensidades y velocidades que pueden utilizarse para evaluar la calidad de circulación. (Castañeda, 2010).

2.4. Procedimiento

Metodología empleada para la toma de datos:

Se planteó un procedimiento para realizar las observaciones y la toma de datos en el campo. Los cuales se detallan a continuación.

Observación preliminar:

Se efectuó una revisión de los distintos movimientos permitidos en cada uno de los casos de estudio, según se muestra en la ilustración 3, para esto se utilizó la cámara fotográfica y plano de la zona.

Toma de datos de circulación:

Se contabilizaron los movimientos permitidos para los distintos modos dependiendo de su relevancia frente al tránsito peatonal, es decir, se contabilizaron los flujos correspondientes a los modos que entran en conflicto con los peatones según lo determinado en la observación preliminar según se muestra en la ilustración 3.

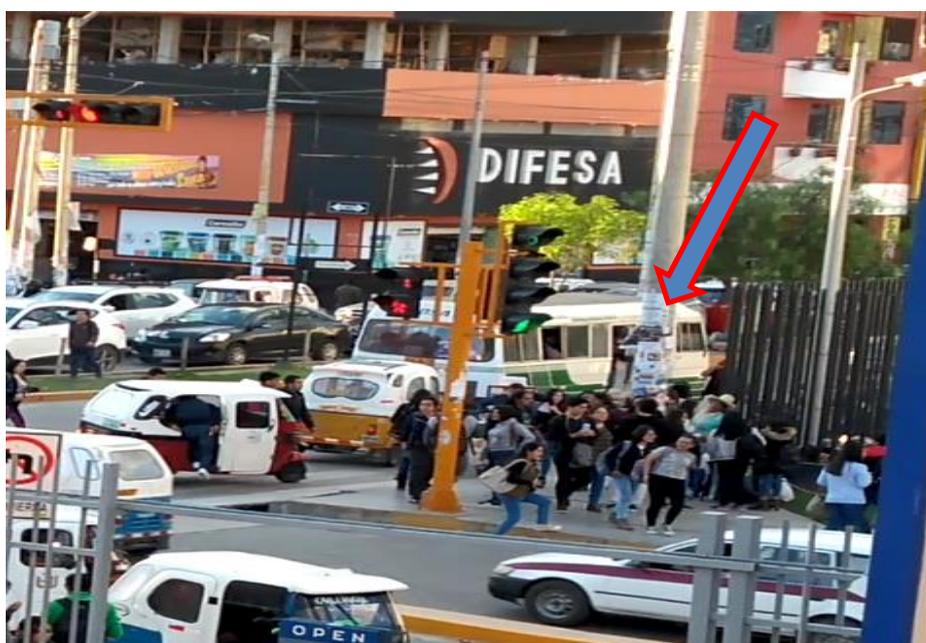


Ilustración 9: peatones realizando el flujo en vía peatonal y zona espera (esquina de acera)

Estos conteos se realizaron cada 15 minutos en las horas punta entre las 6:45 am a 7:45 am, 12:15 pm a 1:15 pm y 6:45 pm a 7:45 pm en los siete días de la semana; en pasos peatonales As y Ae y esquina de aceras AU1 y AU2, de los siete días, el flujo más

crítico durante los 15 minutos de cualquier día y hora se utilizó para cada una de las direcciones de los flujos como se muestra en la fig. 4, este flujo se utilizó en la elaboración para obtener los resultados.

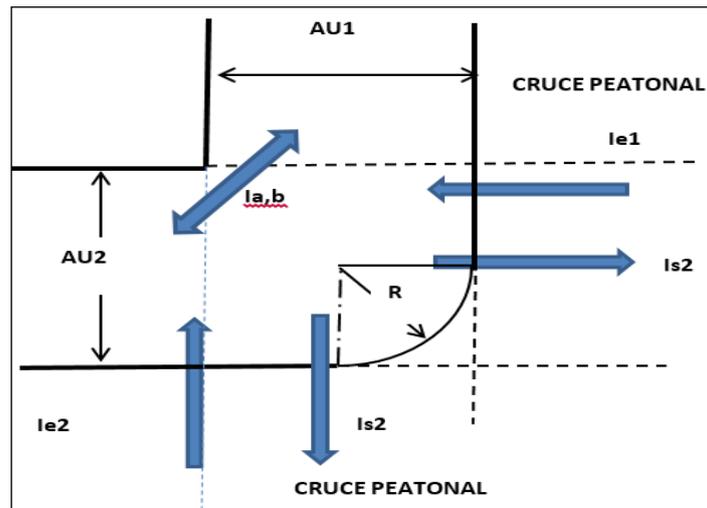


Ilustración 10: circulación de peatones en zona de esquina 1

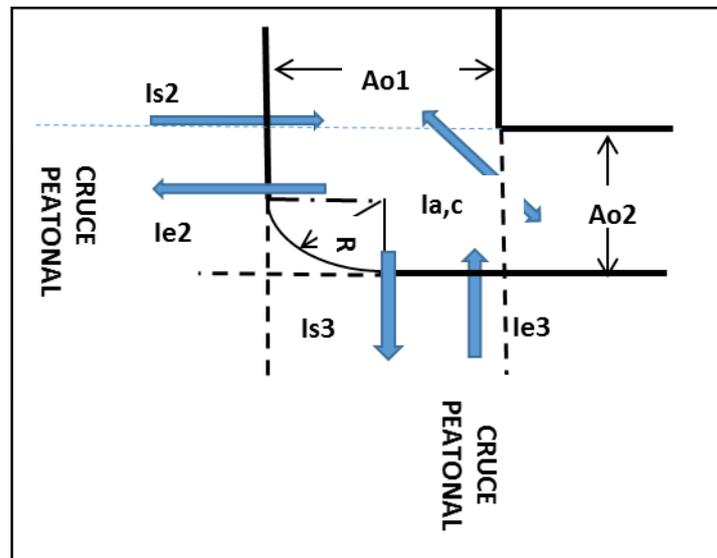


Ilustración 5: circulación de peatones en zona de esquina 2



Ilustración 6: realizando el conteo de los flujos peatonales cada 15 min.

Elementos de control de tráfico:

Una vez realizados los conteos se procedió a registrar las características de los elementos de control de tráfico; es decir se midieron las características geométricas de anchura de la acera de esquina como obstáculos, paso de peatones, aceras, radio de esquina, los anchos y longitudes de los pasos peatonales como se muestra en la fig. 7.

Para esto se hizo uso de la wincha metálica, la cual tiene una gran precisión de lectura.

Las mediciones de ciclo de los semáforos se hicieron en campo para el horario seleccionado, para esto se utilizó el cronometro de celular.



Ilustración 7: medición de obstáculos presentados en las aceras

Pasos de peatones:

Las características de la circulación en los pasos de peatones son similares a los de las aceras, utilizándose las mismas relaciones básicas de la velocidad, densidad, superficie e intensidad. Sin embargo, los semáforos controlan el movimiento en el cruce, agrupando los peatones en pelotones más densos y alterando las distribuciones más usuales de las velocidades de marcha. Para la velocidad media de marcha en los cruces suele tomarse un valor de 1,35 m/s. (Bañón y Beviá, 2 000).

Los pasos peatonales pueden analizarse como zonas tiempo - espacio, es decir, cada peatón necesitará utilizar un cierto espacio durante un periodo de tiempo, impidiendo el paso de otro peatón por el mismo lugar en la fig. 8, se muestra los elementos geométricos considerados en un paso peatonal. En base a este criterio, se define un procedimiento para determinar el nivel de servicio de un paso peatonal, y que a continuación se desarrolla (Bañón y Beviá, 2 000).

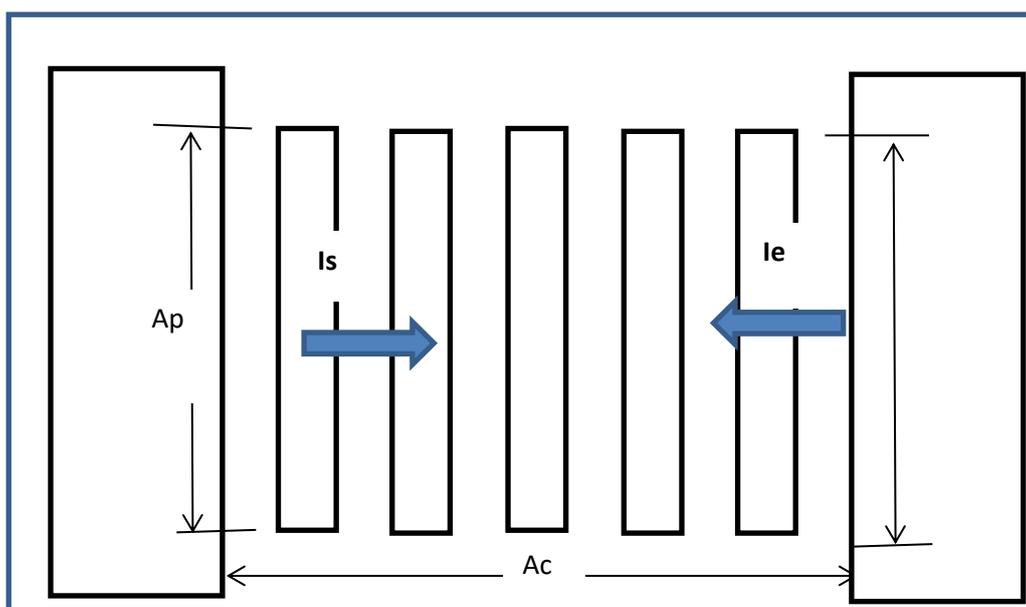


Ilustración 8: elementos de un paso peatonal.

- En pasos peatonales encontramos: **Is** y **Ie** los que cruzan los pasos (van y vienen cuando cruzan la calle).
- Las medidas como: **Ap** (ancho de zona de espera) y **Ac** (ancho de calles) todas las medidas en m.
- Los ciclos de semáforo que regulan la esquina y pasos peatonales, duración del ciclo rojo y verde (compuesto el amarillo más verde) en segundos.



Ilustración 9: peatones cruzando el paso peatonal de la avenida Andrés Zevallos pase peatonal A.

Esquina de acera:

Las esquinas funcionan como una zona tiempo – espacio, con unos peatones esperando que precisen poco espacio, pero ocupan la esquina durante periodos de tiempo más largos, y otros que por estar circulando necesitan más espacio pero que sólo ocupan la esquina unos segundos. El tiempo - espacio total disponible para estas actividades es simplemente la superficie de la zona de influencia peatonal de la esquina en metros cuadrados multiplicada por el tiempo del periodo de análisis. El problema analítico es la asignación de este tiempo – espacio de tal forma que proporcione a la esquina un nivel de servicio razonable tanto para los peatones que esperan como para los que circulan.

En la fig. 10, se muestran todos los flujos peatonales posibles, obstáculos encontrados, ancho de pasos de peatones y ancho útil y esquina de acera considerado en la presente investigación.

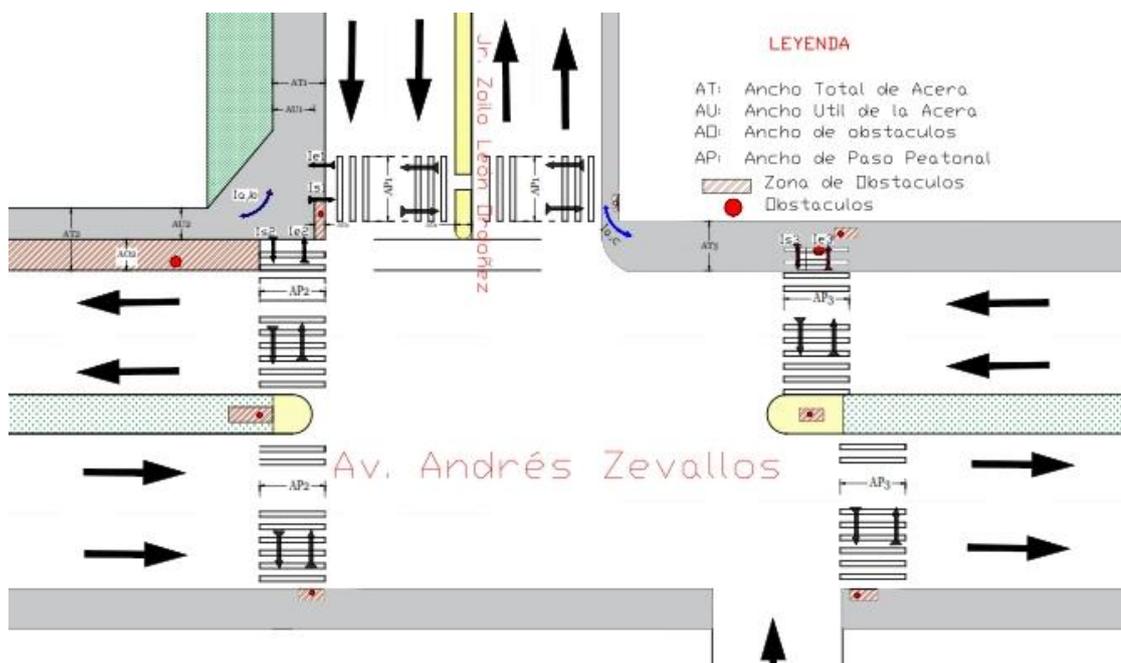


Ilustración 10: sentido de los flujos en esquina de aceras y vías peatonales

CAPÍTULO III. RESULTADOS

Para la determinación de la serviciabilidad se utilizó el periodo de mayor intensidad, que se dió entre las horas 7:00 a 7:15 pm, en relación a vías peatonales, referente a pases peatonales, la mayor intensidad se dio entre las horas 7:00 a 7:15 pm, con respecto a las esquinas la mayor intensidad se dio entre las horas 12:45 a 1:00 pm los otros datos se colocarán en anexos para su lectura.

La evaluación del tiempo y espacio muestra un nivel de servicio peatonal E en la vía peatonal 1 y un nivel C en la vía peatonal 2 del cruce de la Av. Andrés Zevallos (cuadras 15 y 16) y Jr. Zoilo León Ordoñez (cuadra 1), evaluadas, se determinó el flujo peatonal obteniéndose 58.9 pt/min/m para la vía peatonal 1 y 29.4 pt/min/m para la vía peatonal 2 el cual nos asegura un flujo peatonal sin restricciones, estos datos se compararon con la tabla de nivel de servicio de vías peatonal, según se muestra en la tabla 3.

La velocidad es un indicador bastante subjetivo y su medición en campo requiere múltiples observaciones; sin embargo, (Bañón y Beviá, 2000), sugiere adoptar una velocidad promedio de marcha en los cruces peatonales, un valor de 1,35 m/s esto debido a que es muy complejo obtener el verdadero valor de la velocidad del grupo estudiado debido a que los grupos de peatones que cruzan un paso peatonal los conforman hombres, mujeres y niños.

Con respecto a la intensidad y flujo peatonal se determinó, un nivel B para el paso peatonal 1 y 3 de la Av. Andrés Zevallos (cuadras 15 y 16), y para el paso peatonal 2 del Jr.

Zoilo León Ordoñez (cuadra 1), se determinó un nivel C, así mismo, el flujo peatonal, obteniéndose 19,4 pt/min/m para el paso peatonal 1, 32,7 pt/min/m para el paso peatonal 2 el cual nos asegura un buen flujo peatonal y 13,1 pt/min/m para el paso peatonal 3. Las intensidades fueron determinadas durante el tiempo de ocupación del cruce, sumándose la entrada y salida de peatones obteniéndose para el paso peatonal 1 una intensidad de 18,44 pt/ciclo; para el paso peatonal 2 una intensidad de 15,20 pt/ciclo y para el paso peatonal 3 una intensidad de 12,36 pt/ciclo. Esto quiere decir que el paso peatonal 3 tiene menor intensidad peatonal tanto de entrada como de salida que el paso peatonal 1 y 2 los cuales tienen por lo tanto mayor flujo peatonal.

También se evaluó la oleada máxima de peatones, esto ocurre cuando los peatones de cabeza de ambos pelotones alcanzan el extremo contrario del cruce. Con respecto al flujo peatonal se determinó un nuevo nivel de servicio peatonal para el paso peatonal 1, 2 y 3 de la Av. Andrés Zevallos y Jr. Zoilo León Ordoñez en las cuadras 1, 15 y 16 evaluadas, se determinó la oleada máxima obteniéndose 60.17pt para el paso peatonal 1 y 48.71/pt para el paso peatonal 2 y 36.19/pt para el paso peatonal 3. También se determinó la nueva ocupación media, donde el flujo peatonal fue de 1.32m²/pt para el paso peatonal 1 y 0.80m²/pt para el paso peatonal 2 y 2.18m²/pt para el paso peatonal 3, el cual nos asegura un buen flujo peatonal, según se muestra en la tabla 3, tendría un niveles de servicio peatonal D,E,C esto nos asegura que los pasos peatonales estudiados presentan un flujo peatonal para la circulación libre y sin restricciones de otros peatones.

Tabla 1 *Resultados obtenidos en pasos peatonales*

Indicadores	Vía peatonal 1	Vía peatonal 2
Flujo peatonal	58.9 pt/min/m	29.4 pt/min/m
Nivel de servicio	E	C

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 2

Resultados obtenidos en pasos peatonales

Indicadores	Paso peatonal 1	Paso peatonal 2	Paso peatonal 3
Tiempo - espacio disponible	77.00m ² /min	37.70 m ² /min	76.13 m ² /min
Tiempo medio de cruce	13.00s	10.00s	13.00s
Intensidad de entrada	47pt/min	44pt/min	24pt/min
Intensidad de salida	48pt/min	40pt/min	33pt/min
Tiempo total de ocupación del	20.70pt/ciclo	13.55pt/ciclo	12.36pt/ciclo
Ocupación media	3.7 m ² /pt	2.8 m ² /pt	6.2 m ² /pt
Flujo peatonal	21.8 pt/min/m	29.1 pt/min/m	13.1 pt/min/m
Nivel de servicio	B	C	B
Oleada máxima	60.17 pt	48.71 pt	36.19 pt
Ocupación media nueva	1.32 m ² /pt	0.80 m ² /pt	2.18 m ² /pt
Nivel de servicio nuevo	D	E	C

Fuente: elaboración propia

La evaluación en la esquina de acera de la Av. Andrés Zevallos (cuadra 15) y Jr. Zoilo León Ordoñez (cuadra 1), de la ciudad de Cajamarca en lo concerniente al tiempo y espacio disponible para circulación de los peatones, según la ocupación media de la zona peatonal para nuestra investigación es de 0.94 m²/pt y 0.99 m²/pt según la tabla 4, por lo tanto, el nivel de servicio en las esquinas de acera para ambas es del nivel de servicio peatonal B. Por lo que permite que los peatones tiendan a elegir la velocidad que deseen para su circulación.

Se determinó el ancho efectivo de las aceras de esquina obteniendo para la esquina de acera 1 en la Av. Andrés Zevallos un ancho útil o efectivo de 1.50m y 2,30m en el Jr. Zoilo León Ordoñez, en la esquina de acera 2 en la Av. Andrés Zevallos un ancho útil o efectivo de 2.30m y 2,00m en el Jr. Zoilo León Ordoñez.

En las cuales se puede apreciar que el ancho útil de la vereda 1 en la Av. Andrés Zevallos es menor al ancho efectivo de la calle del Jr. Zoilo León Ordoñez que componen dichas cuadras esto debido a que las veredas de la avenida han sido diseñadas sin tener en cuenta la capacidad de peatones en las calles.

Los obstáculos presentes son principalmente postes (de luz y semáforos) los cuales han sido instalados en las veredas o al filo de la vereda, restringiendo el paso de peatones y comercio ambulante que se presentan en ciertas horas del día ocupando parte de las veredas, estos resultados encontrados en la investigación del cruce de la Av. Andrés Zevallos y Jr. Zoilo León Ordoñez coinciden en ciertos aspectos con la investigación de (Guillen 2014), en la que ha determinado que las veredas han sido afectadas por distintos factores entre ellos el principal el uso particular de comercios que utilizan la vereda como su lugar de venta. Estos obstáculos siempre van a estar presentes mientras no exista un buen planeamiento y diseño de las vías peatonales por parte de las autoridades locales.

Tabla 3

Resultados obtenidos en esquinas de aceras

Indicadores	Esquina de acera 1		Esquina de acera 2
	Paso peatonal 1	Paso peatonal 2	Paso peatonal 3
Intensidades			

Ie2 – Ie1 – Ie3	64.37 pt/ciclo	60.77 pt/ciclo	33.20 pt/ciclo
Is2 – Is1 – Is3	66.68 pt/ciclo	55.98 pt/ciclo	45.93 pt/ciclo
Iab - Iac	59.67 pt/ciclo		44.64 pt/ciclo
Intensidad total de circulación	307.47 pt/ciclo		240.52 pt/ciclo
Tiempo total de circulación	20.5 pt/min		16.0 pt/min
Superficie neta de la esquina	16.50 m ²		13.60 m ²
Tiempo - superficie disponible	22.83 m ² /min		18.81 m ² /min
Tiempo de espera en zonas de espera	3.5 pt/min		4.2 pt/min
Tiempo – superficie de la zona de espera	3.46 pt/min		1.58 pt/min
Tiempo - superficie de circulación	19.36 m ² /min		17.23 m ² /min
Ocupación media	0.94 m ² /pt		1.07 m ² /pt
Nivel de servicio	B		B

Fuente: elaboración propia

Con una mejor planificación de la peatonalización de las avenidas y calles no sería un obstáculo para los comerciantes, por ende, les brindaría una mayor seguridad tanto para clientes y venta, así como también una mayor libertad a los clientes y un mejor acceso a la calle con un buen nivel de servicio, por lo tanto, hay una coincidencia con Gamboa y Soto, 2014 que en la investigación de factores que influyen en la peatonalización de centros urbanos, concluyó que la peatonalización contrariamente a la creencia del comerciante, atrae clientela y aumenta los niveles y tiempos de exposición de los locales de venta.

De las tablas presentadas anteriormente (tabla 2 y 3) se determinó la falsedad de la hipótesis formulada.

Los resultados obtenidos se presentan en gráficos (histogramas) para ver las intensidades peatonales de los niveles de servicios (A, B, C, D, E y F) correspondiente según calificación de esta metodología (Tabla 4 y Tabla 5).

Intensidad de peatones:

En la figura 11 se aprecia que la mayor intensidad de las vías peatonales es Q2= 602pt, en el ciclo de 07:00 a 7:15, la circulación es de la Av. Andrés Cevallos C-15 de la zona de espera de la esquina Iab. Comparando el tiempo y el número de peatones en intervalo 15 min. Se aprecia una línea de tendencia durante la hora de toma de datos que tiene un pequeño incremento de peatones y luego disminuye.

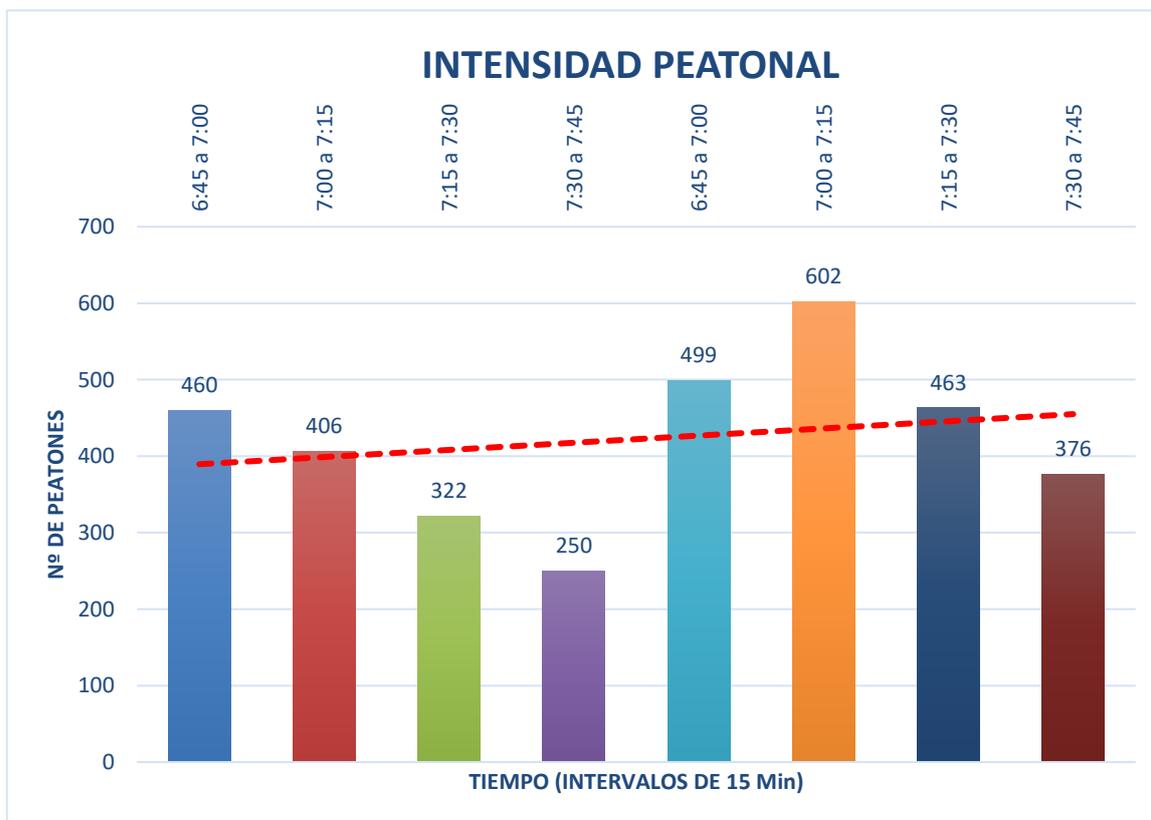


Ilustración 11: tiempo vs el número de peatones en intervalo 15 min., Q2

En la figura 12 se aprecia que la mayor intensidad en pases peatonales es $Ie_2 = 698$ pt desde las 07:00 a 7:15 am, la circulación es de la Av. Andrés Cevallos C-15 hacia la zona de espera de la esquina Iab. Comparando el tiempo y el número de peatones en intervalo 15 min. En la línea de tendencia se puede apreciar que en la primera media hora el aumento de peatones es muy considerable, para luego tener una disminución considerable.

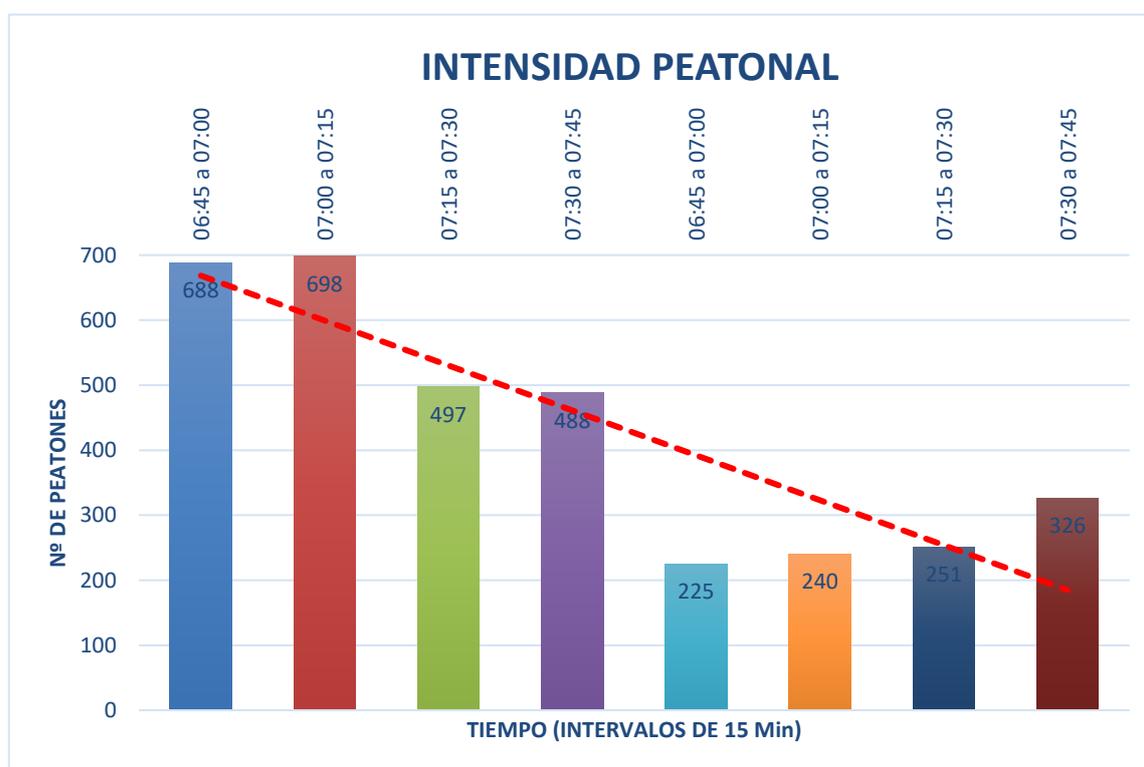


Ilustración 12: tiempo vs el número de peatones en intervalo 15 min., Ie_2

En la figura 13 se aprecia que la mayor intensidad en pasos peatonales es $Is_2 = 723$ pt. Desde las 07:00 a 07:15 pm, circulación es de la Av. Andrés Cevallos C-15 hacia la zona de espera de la esquina Iab. Comparando el tiempo y el número de peatones en intervalo 15 min. En la línea de tendencia se puede apreciar que en la primera media hora es disminuido el número de peatones, para luego tener un aumento muy considerable de peatones.

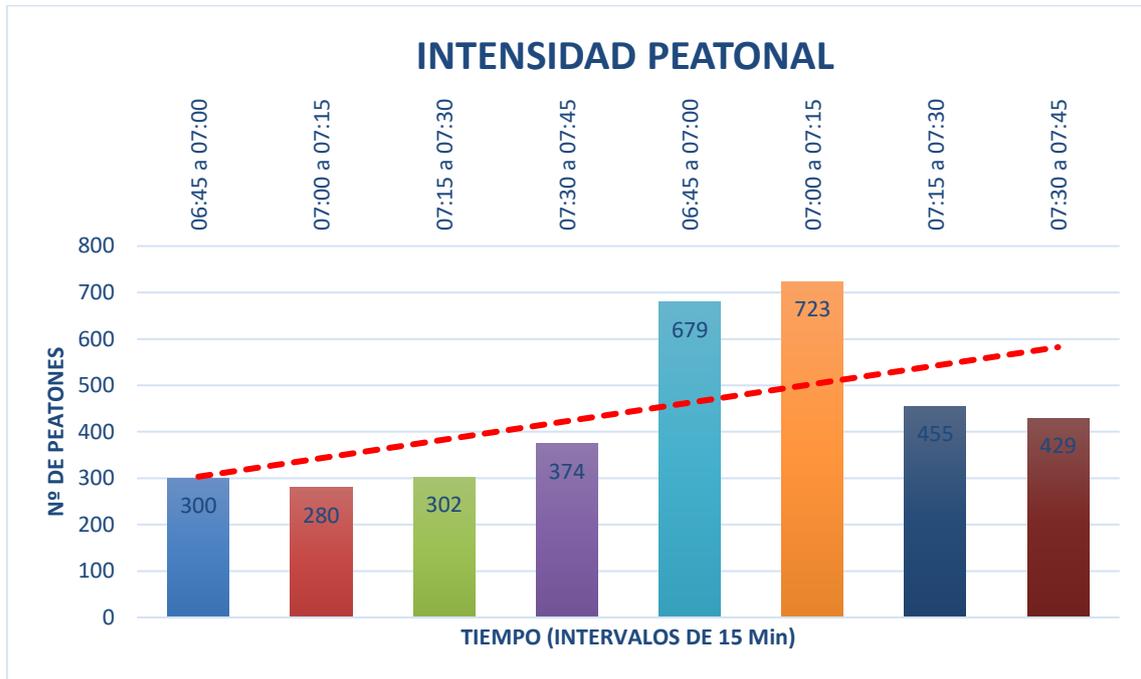


Ilustración 13: tiempo vs el número de peatones en intervalo 15 min., Is1

En la figura 14 se aprecia que la mayor intensidad en la esquina Iab = 647 pt. Durante las 07:00 a 07:15 pm, circulación es de la zona de espera de dicha esquina entre las calles Av. Andrés Zevallos C-15 y Jr. Zoilo León C-1. Comparando el tiempo y el número de peatones en intervalo 15 min. Se aprecia una línea de tendencia durante la hora de toma de datos en la esquina, donde es constante el número de peatones y se mantiene.

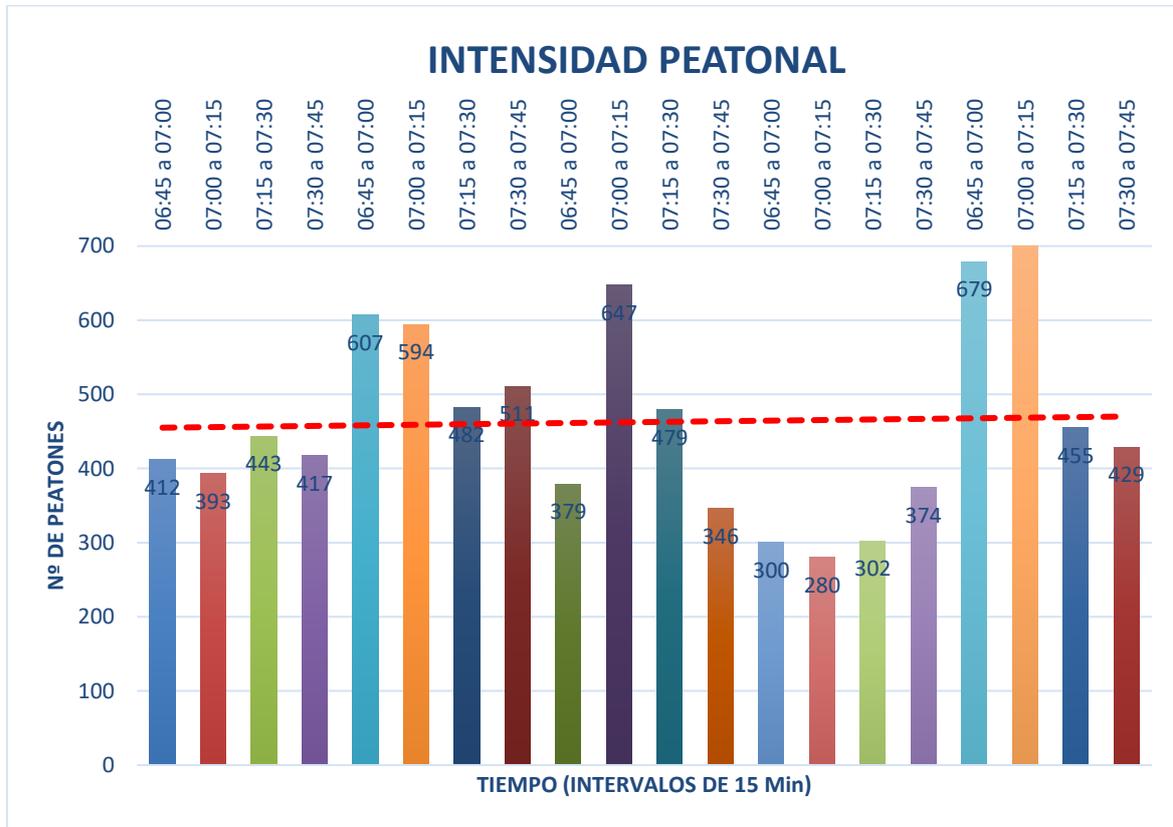


Ilustración 14: tiempo vs el número de peatones en intervalo 15 min., Iab

Velocidades:

En la figura 15 se observa la mayor velocidad promedio en vías peatonales es $V = 2.4$ m/seg. Durante 7:30 a 7:45 am, circulación es de la Av. Andrés Cevallos C-15 desde la zona de espera de la esquina Iab. Comparando el tiempo y velocidad promedio de los peatones. Se aprecia una línea de tendencia durante la hora de toma de datos que tiene un pequeño incremento de peatones y luego disminuye.



Ilustración 11: tiempo vs la velocidad de peatones en intervalo 15 min., Q2

En la figura 16 se aprecia que la mayor velocidad en pases peatonales es $V = 1.33pt$ desde las 06:45 a 7:00 am, la circulación es de la Av. Andrés Cevallos C-15 saliendo de la zona de espera de la esquina Iab. Comparando el tiempo y el número de peatones en intervalo 15 min. En la línea de tendencia se puede apreciar que en la primera media hora es disminuido el número de peatones, para luego tener un aumento muy considerable de peatones.

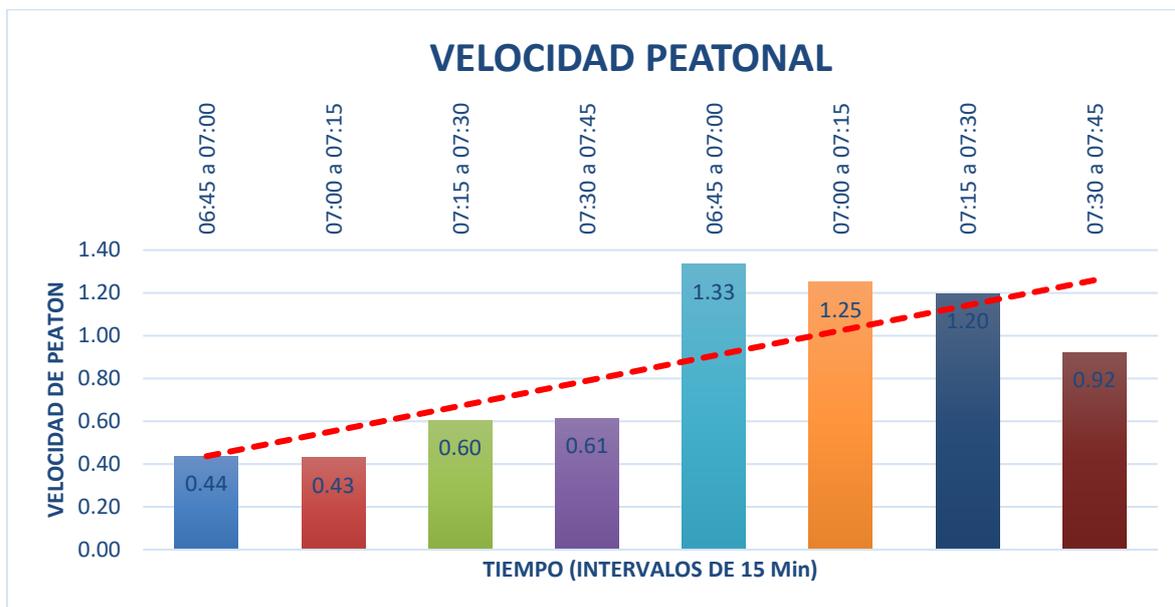


Ilustración 12: tiempo vs la velocidad de peatones en intervalo 15 min., Is2

En la figura 17 se aprecia que la mayor velocidad en zonas de espera o esquinas de acera es $V = 1.09 \text{ pt}$ desde las 06:45 a 7:00 am, la circulación es entre de la Av. Andrés Cevallos C-16 y Jr, Zoilo León Ordoñez C-1 la zona de espera o esquina Iac. Comparando el tiempo y el número de peatones en intervalo 15 min. En la línea de tendencia se puede apreciar que en la primera media hora es disminuido el número de peatones, para luego tener un aumento muy considerable de peatones.

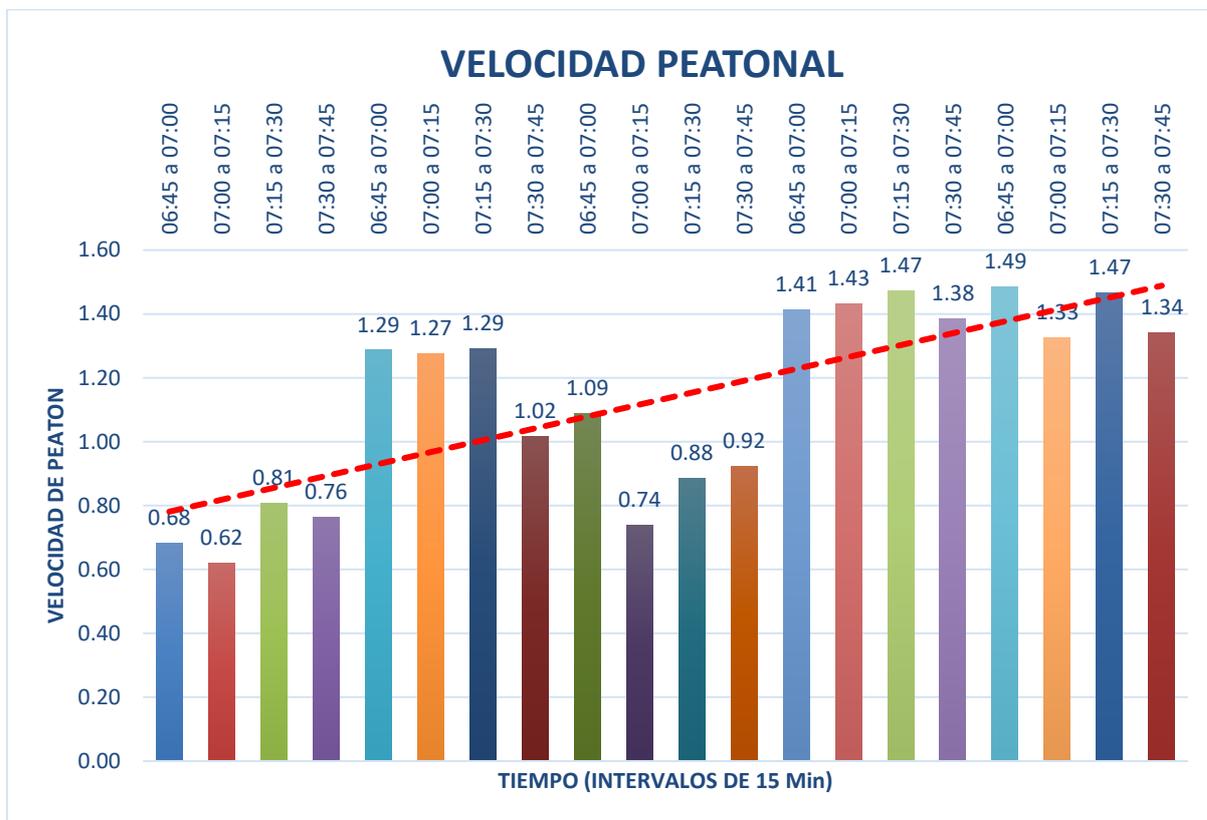


Ilustración 13: tiempo vs la velocidad de peatones en intervalo 15 min., Iac

En la figura 18 se observa la menor velocidad promedio en vías peatonales es $V = 0.72$ m/seg. Durante 7:00 a 7:15 pm, circulación es de la Av. Andrés Cevallos C-16 desde la zona de espera de la esquina Iac. Comparando el tiempo y velocidad promedio de los peatones. En la línea de tendencia se puede apreciar que en la primera media hora es disminuido el número de peatones, para luego tener un aumento muy considerable de peatones.

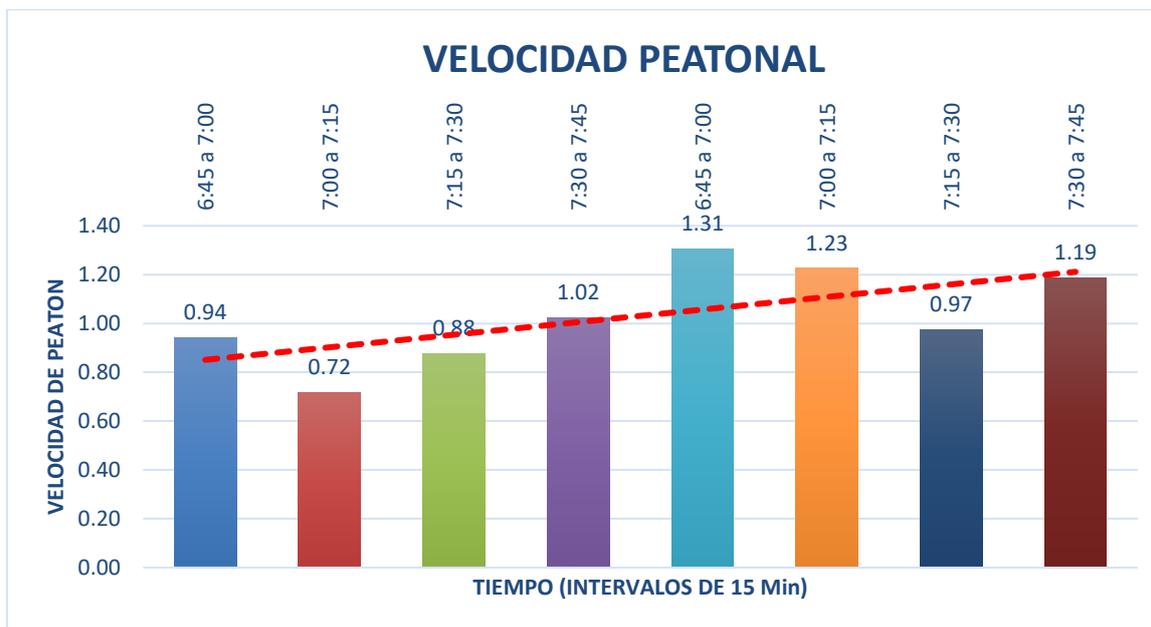


Ilustración 14: tiempo vs la velocidad de peatones en intervalo 15 min., Q3

En la figura 19 se aprecia que la menor velocidad en pases peatonales es $V = 0.3 \text{ pt}$ desde las 07:00 a 7:15 am, la circulación es del Jr. Zoilo León Ordoñez C-1 entrando hacia la zona de espera de la esquina Iab. Comparando el tiempo y el número de peatones en intervalo 15 min. En la línea de tendencia se puede apreciar que en la primera media hora es disminuido el número de peatones, para luego tener un aumento muy considerable de peatones.



Ilustración 15: tiempo vs la velocidad de peatones en intervalo 15 min., Ie1

En la figura 20 se aprecia que la menor velocidad en zonas de espera o esquinas de acera es $V = 0.25$ pt desde las 07:00 a 7:15 pm, la circulación es entre de la Av. Andrés Cevallos C-16 y Jr, Zoilo León Ordoñez C-1 la zona de espera o esquina Iab. Comparando el tiempo y el número de peatones en intervalo 15 min. En la línea de tendencia se puede apreciar que en la primera media hora es disminuido el número de peatones, para luego tener un aumento muy considerable de peatones.

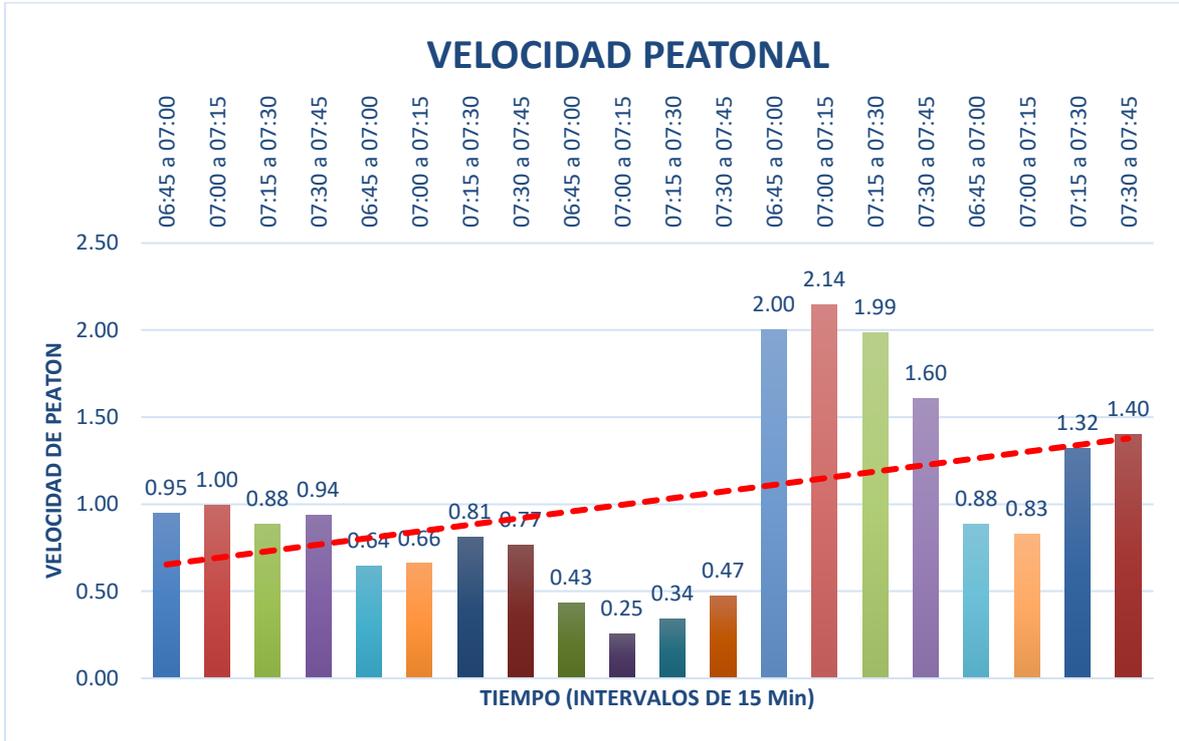


Ilustración 16: tiempo vs la velocidad de peatones en intervalo 15 min., Iab

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión

Con respecto a los resultados los niveles de servicios obtenidos en las vías peatonales son variables que van desde en nivel B, C; el nivel B, les corresponde a dos pasos peatonales (1 y 3), en superficie media y sin oleada máxima; el nivel C le corresponde a un paso peatonal (2), en superficie media y sin oleada máxima. Al realizar los análisis con oleada máxima se encuentra niveles que van desde C, D y E; el nivel C, le corresponde a un paso peatonal (3), en superficie media cuando hay oleada máxima; el nivel D le corresponde a un paso peatonal (1), en superficie media cuando hay oleada máxima; el nivel E, le corresponde a un paso peatonal (2), en superficie media cuando hay oleada máxima. Como lo menciona Torrado y Valdivieso en su investigación que los niveles de servicio C y D en Bogotá difieren mucho entre ellos, al igual con los resultados obtenidos en otros países; debido a que las estructuras peatonales se construyeron proyectando y siguiendo los reglamentos que contemplan a los peatones y vehículos en una interacción mutua para una buena serviciabilidad de las infraestructuras peatonales, la cual no ocurre con nuestra ciudad, que no se siguió un reglamento, no se proyectó a futuro para una mejor circulación peatonal.

Con respecto a la velocidad promedio de los niveles de servicio en todas las vías peatonales nos da F, la cual concuerdan con los niveles de servicio de superficie y oleadas máximas, debido a alguna de las infraestructuras peatonales existentes las que no brinda un buen servicio y a la falta de respeto de los vehículos y escasa señales de tránsito (pasos de cebra angostos) las que ocasionan velocidades bajas en los peatones.

Los resultados obtenidos coinciden con la apreciación de Burgos y Alberto donde indican que se ha priorizado el espacio para el uso de automóvil, reflejando geometrías de aceras, esquinas muy angostas las cuales otorgan niveles de servicios muy bajos, las cuales generan incomodidad y mala calidad de servicios que necesita el peatón. Además, que en la ciudad de Cajamarca no se hizo un estudio con proyección, para las construcciones de calles y vías peatonales, por ahora se tendría que hacer una buena señalización peatonal, de tránsito y educación vial en periodos continuos para mejorar el servicio de circulación peatonal y vehicular.

Siguiendo con el reglamento nacional de edificaciones en el artículo 8 (ver anexos) con respecto a la infraestructura vial de peatonales no cumple con las dimensiones necesarias que se necesita para una zona de vías locales principales, suponemos que se dio por la falta de conocimiento de las personas que, en ese entonces, no tenían una planificación territorial u organización, sólo queda educar a peatones como a los conductores de los vehículos. Según el estudio de AVANTI, ENGINEERING GROUP coincidimos cuando dice que la metodología es aplicable en México, al igual que en la ciudad de Cajamarca como se ve en los resultados, las cuales ayudará a las autoridades correspondientes para que tomen en cuenta, durante las elaboraciones de proyectos de calles y todo lo relacionado con infraestructura peatonal para mejorar los niveles de servicios peatonales y así satisfacer al peatón.

Los obstáculos presentes son principalmente postes de luz y semáforos, los cuales han sido instalados en las veredas restringiendo el paso de peatones y comercio ambulatorio que se presentan en ciertas horas del día ocupando parte de las veredas, éstos resultados

encontrados en la investigación coinciden en ciertos aspectos con la investigación de Guillen 2014, en la que ha determinado que las veredas han sido afectadas por distintos factores entre ellos el principal el uso particular de comercios que utilizan la vereda como su lugar de venta. Estos obstáculos siempre van a estar presente mientras no exista un buen planeamiento y diseño de las vías peatonales por parte de las autoridades locales.

Con los resultados de la investigación, la mayor limitante en el nivel de servicio es que, ajusta a los peatones a movilizarse en estas aceras o veredas y pasos peatonales, arriesgando su integridad física y emocional y son derivados a este grupo de peatones los estudiantes de la UPN, comercio ambulatorio, Centros comerciales, etc.

Además, es necesario recordar que estas estructuras ya están construidas y es un poco complicado la remodelación el nuevo diseño, puesto que dichas características de este cruce, no son las ideales e idóneas para un buen nivel de servicio peatonal.

4.2 Conclusiones

Se determinó el espacio y tiempo en las esquinas de aceras, donde la esquina 1 presentó un espacio de 16,50 m² en un tiempo de 3.5 pt/min y una ocupación media de 0.94 m²/pt; en la esquina 2 presentó un espacio de 13.60 m² en un tiempo de 4.2 pt/min y una ocupación media de 1.07 m²/pt; las cuales presentaron un nivel de servicio B para ambas esquinas.

Se determinó la intensidad y flujo peatonal en los pasos peatonales 1, 2 y 3 en la Av. Andrés Zevallos y Jr. Zoilo León Ordoñez cuadra 15, 1 y 16 en la cual se obtuvo un nivel de

servicio peatonal B, C y B, y en oleada máxima de peatones el nuevo nivel de servicio obtenido para el paso peatonal 1 fue nivel de servicio D, el nuevo nivel de servicio obtenido para el paso peatonal 2 fue nivel de servicio E, el nuevo nivel de servicio obtenido para el paso peatonal 3 fue nivel de servicio C. Esto demuestra que la capacidad de los pasos peatonales 1 y 2 es un poco restringida para la circulación o desplazamiento de los peatones, en comparación con el paso peatonal 3 donde los peatones pueden elegir más libremente la velocidad de marcha.

Se evaluó la anchura efectiva o útil de las esquinas de aceras las cuales han sido diseñadas sin criterio técnico y han sido invadidas por comercios ambulatorios que utilizan la vereda como su lugar de venta siendo un obstáculo para el peatón que circula por dicho espacio. El espacio de la acera tiende a reducirse en gran cantidad acercándose a un ancho efectivo que limita la circulación de peatones.

Se contrastó la falsedad de la hipótesis formulada en la que se planteaba que el nivel de servicio peatonal en el cruce de la Av. Andrés Zevallos (cuadras 15 y 16) y Jr. Zoilo León Ordoñez (cuadra 1), es del nivel de servicio C, de acuerdo a los resultados presentados en las tablas 2 y 3 se obtuvo que el nivel de servicio en la Av. Andrés Zevallos cuadra 15 es del nivel de servicio D, en Jr. Zoilo León Ordoñez, cuadra 1 es del nivel de servicio E y en la Av. Andrés Zevallos cuadra 16 es del nivel de servicio C, en aceras o esquinas peatonales un nivel de servicio B.

Se determinó el aforo peatonal en las esquinas 1 y 2, de dicho cruce, obteniendo intensidades de 647 y 484, respectivamente, velocidad promedio de 0.50.m/s. La intensidad

de los pasos peatonales, obteniendo 1421, 1266 y 1421 respectivamente, velocidad promedio de 0.80 m/s los datos fueron tomados en intervalos de 15 minutos, obteniendo niveles de servicios de B y C, y en oleadas máximas, niveles de C, D y E.

4.3 Recomendaciones

Sensibilización y concientización a la población en educación vial. Instalación de barreras de seguridad en las esquinas. Mejorar la señalización peatonal.

REFERENCIAS

1. AEG (AVANTI ENGINEERING GROUP). 2012. Medición del Impacto en la Capacidad y Calidad de Servicio de las Aceras por el Comercio Informal (diapositivas). s. l., México. 15 diapositivas (15min).
2. Bañón Blázquez, L; Beviá García, Jf.2000. Manual de carreteras. Volumen I: elementos y proyecto. España Ortiz e Hijos, Contratista de Obras, S.A. p.231-255.
3. Cálua Infante, A.2016. Análisis del nivel de servicio Peatonal en La Plazuela Bolognesi de la Ciudad de Cajamarca – 2015. Tesis Para optar el Título de Ingeniero Civil. Cajamarca Perú, Universidad Nacional de cajamarca.105p.
4. Cerquera Escobar, FA. 2007. Capacidad y Niveles de Servicio de la Infraestructura Vial, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Escuela Ingeniería de transporte y vías. Colombia, 58p.
5. Chávez Loaiza, V.2005. Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas – 2005, ICG. Perú. 27p.
6. Díaz Coronado, M.2014. Evaluación del nivel de servicio Peatonal en La Avenida Chachapoyas Distrito de Bagua Grande, Uctubamba, Amazonas. Tesis Para optar el Título de Ingeniero Civil. Jaén – Cajamarca - Perú, Universidad Nacional de cajamarca.86p.

7. Doig Godier, JC.2010. Análisis del nivel de servicio peatonal en la ciudad de Lima. Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil. Lima Perú, Pontificia Universidad Católica del Perú.139p.
8. Guillén Zambrano, DA. 2014. Estudio del Comportamiento Peatonal en los Cantones: Pasaje y Santa Rosa, Provincia de El Oro. Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil. Cuenca Ecuador, Universidad de Cuenca. 59p
9. Guío Burgos, G; Alberto, F. 2010. Flujos peatonales en infraestructuras continuas: marco conceptual y modelos representativos. Sistema de Información Científica Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal. núm. 29, p.10.
10. Informe Final Estudio de Impacto Vial- Barranco av. José María Eguren (Av. Grau), Av. San Martín (Alta. Municipalidad de Barranco). 2006. Geoconsul S.A. Consultores Generales .36p.
11. International transport fórum (2011, Leipzig, AI).2011. Peatones: seguridad vial, espacio urbano y salud. AI. 24p.
12. Jerez Castillo, SM; Torres Cely, LP. s.f. Manual de Diseño de infraestructura Peatonal Urbana. Colombia. p. 5-22.
13. Reglamento Nacional de Edificaciones. 2006. Habilitaciones Urbanas. Perú. p.25.
14. Torrado Álvarez, J; Valdivieso Jaimes, A.2000. Calibración y análisis de parámetros peatonales para Bogotá. Bogotá. Fundación Colombiana de Peatones.11p.

15. Transportation Research Board. 1985. Manual de Capacidad de Carreteras (HIGHWAY CAPACITY MANUAL), ATC (Asociación Técnica de Carretera). 1987. Edición Española. 1987. España. Asociación Técnica de Carretera. 319p.

ANEXOS

ECUACIONES PARA RESULTADOS DE INVESTIGACION

A: PARA VIAS PEATONALES:

i. Intensidades o flujos peatonales:

Son intensidades de todos los flujos peatonales que se presentan en las vías peatonales, los cuales pueden ser expresados en pt/min o pt/ciclo.

$$I = \frac{I_p 15 \text{min}}{15 \text{AU}}$$

Dónde:

- I_p = Intensidad de flujo ($I_e + I_s$) volumen total de peatones que llegan al cruce por ambos extremos, en pt/min.
- AU = Ancho útil de acera

A: PARA PASOS PEATONALES:

i. Obtención del tiempo - espacio disponible (TSp)

El tiempo - espacio disponible en un paso peatonal se define como el producto de su superficie por el intervalo de verde en la fase peatonal.

$$T_{sp} = S_p * \frac{V_p}{60} = A_p * A_c * \frac{V_p}{60} \quad (1)$$

Dónde:

- TSp = tiempo espacio disponible en m^2/min .
- A_p y A_c = anchura y longitud del paso peatonal en metros (m).
- V_p = reglaje de semáforo en segundos (s).

En el caso de que el semáforo no disponga de indicador visual específico para peatones (figuras que indican si el peatón puede pasar o no), deben reducirse 3 segundos a la fase peatonal considerada.

ii. Cálculo del tiempo medio de cruce (t_p)

Se define como aquél que tarda un peatón medio en atravesar el paso peatonal.

Si se toman los 1,35 m/s indicados anteriormente, el tiempo medio vendrá dado por

la expresión:

$$t_p = \frac{A_c}{v} = \frac{A_c}{1.35} \quad (2)$$

Dónde:

- t_p = tiempo medio de cruce en segundos (s).
- A_c en metros (m).
- V = velocidad media 1,35 (m/s).

iii. Determinación del tiempo total de ocupación del cruce (T_p)

El tiempo total de ocupación se calcula multiplicando el tiempo medio de cruce por el número de viandantes que lo utilizan en cada ciclo semafórico:

$$T_p = (I_e + I_s) * \frac{t_p}{60} \quad (3)$$

Dónde:

- T_p = tiempo total de ocupación en (pt*min).
- I_e = volumen de peatones que entran en el cruce tomando uno de los extremos como referencia en un ciclo semafórico, en (pt/ciclo).
- I_s = volumen de peatones que salen del cruce por dicha acera en un ciclo semafórico, en (pt/ciclo).
- t_p = tiempo medio de cruce en segundos (s).

iv. Ocupación media (Ω_p)

Calculamos la ocupación media, es decir, la superficie de la que dispone cada peatón al efectuar el cruce:

$$\Omega_p = \frac{TS_p}{T_p} \quad (4)$$

Dónde:

- Ω_p = ocupación media en m²/pt.
- TS_p = tiempo-espacio total disponible, en m²*min.
- T_p = tiempo total de ocupación en pt*min.

v. Flujo peatonal

Representa la cantidad de personas que pasan por un punto de análisis en un determinado tiempo.

Se evalúa en personas por minuto por ancho de la vía (pt/min/m).

$$F_p = \frac{60 \cdot V}{\Omega_p} \quad (5)$$

Dónde:

- F_p = flujo peatonal en pt/min/m.
- V = velocidad media (1,35 m/s).
- Ω_p = ocupación media en m²/pt.

vi. Cálculo del nivel de servicio

Para averiguar cuál es el nivel de servicio del paso peatonal, previamente hemos calculado la ocupación media. Con el valor de ocupación media hallado, la determinación del nivel de servicio es inmediata entrando en la Tabla 4.

Tabla 4

Nivel de servicio peatonal en avenidas

Niveles de servicio	Espacio (m ² /pt)	Flujo (pt/min/m)	Velocidad (m/s)	Velocidad (m/min)
A	≤ 12.1	≤ 7	≥ 1,31	≥ 79
B	≤ 3.7	≤ 23	≥ 1,28	≥ 76
C	≤ 2.2	≤ 33	≥ 1,22	≥ 73
D	≤ 1.4	≤ 49	≥ 1,14	≥ 69
E	≤ 0.6	≤ 82	≥ 0.78	≥ 46
F	< 0.6	Variable	< 0.78	< 46

Fuente: manual de diseño geométrico de vías urbanas, 2005

Tabla 5

Criterios de flujo en calles y aceras

Niveles de servicio	Espacio (m ² /pt)	Flujo (pt/min/m)	Velocidad (m/s)	V/C Ratio
A	> 5,60	≤ 16	> 1,30	≤ 0,21
B	> 3,70-5,60	> 16-23	> 1,27-1,30	> 0,21 - 0,31
C	> 2,20-3,70	23-33	> 1,22-1,27	> 0,31 - 0,44
D	> 1,40-2,20	> 33-49	> 1,14-1,22	> 0,44-0,65
E	> 0,75-1,40	> 49-75	> 0,75-1,14	> 0,65- 1,00
F	≤ 0,75	Variable	≤ 0,75	Variable

Fuente: manual de capacidad de carreteras, 2 000

Condiciones medias para 15 min.

vii. Análisis de la oleada máxima (Q_{max})

No sólo se debe analizar el paso para las condiciones medias de circulación, sino que también es necesario saber qué nivel de servicio prestará en el caso de que alcance su número máximo de usuarios. Esto ocurre cuando los peatones de cabeza de ambos pelotones alcanzan el extremo contrario del cruce, respectivamente. De esta forma, el número máximo de peatones existentes en el cruce será:

$$Q_{\max} = (I_e + I_s) * \left(\frac{R_{p+tp}}{60} \right) \quad (6)$$

Dónde:

- $Q_{\text{máx}}$ = máxima oleada en pt.
- $(I_e + I_s)$ = volumen total de peatones que llegan al cruce por ambos extremos, en pt/min.
- R_p = tiempo de rojo peatonal del semáforo en segundos, empleado para estimar el número de peatones en espera. Se añadirán 3 segundos a dicho valor en el caso de no existir indicadores visuales de cruce.
- t_p = tiempo medio de cruce en segundos, introducido para tener en cuenta aquellos peatones que se van incorporando una vez el semáforo está en verde.

viii. Ocupación media (Ω_p) ...2°

Calculamos la ocupación media, es decir, la superficie de la que dispone cada peatón al efectuar el cruce:

$$\Omega_p = \frac{S_p}{Q_{\text{máx}}} = \frac{A_c \cdot A_p}{Q_{\text{máx}}} \quad (7)$$

Dónde:

- Ω_p = ocupación media en m²/pt.
- S_p = superficie total disponible en m²
- $Q_{\text{máx}}$ = máxima oleada en pt.

ix. Cálculo del nuevo nivel de servicio

Con el valor de ocupación media hallado, la determinación del nivel de servicio es inmediata entrando en las Tablas 4 y 5.

B: PARA ESQUINAS PEATONALES:

ii. Intensidades o flujos peatonales:

Son intensidades de todos los flujos peatonales que se presentan en la esquina de acera los cuales pueden ser expresados en pt/min o pt/ciclo.

$$I_{ab} = \frac{I_e}{15} * \frac{C}{60} \quad (i)$$

Dónde:

- I_{ab} es la intensidad expresado en pt/ciclo.
- I_e es el flujo peatonal en pt/15min
- C es el ciclo del semáforo en s.

iii. Intensidad total de circulación

El número de peatones que la esquina debe acomodar en cada ciclo semafórico viene dado por la suma de todas las corrientes de circulación peatonal existentes:

$$I_c = \sum I_i$$

Estando expresadas la totalidad de intensidades en pt/ciclo.

En el caso estudiado, estas intensidades son:

$$I_c = I_{e1} + I_{s1} + I_e + I_{s2} + I_{ab} \quad (ii)$$

Expresadas también en número de peatones por ciclo.

iv. Estimación de tiempo total de circulación (tc)

El tiempo que los peatones emplean en atravesar la zona de la esquina se toma como el producto del volumen total de circulación por un tiempo medio estimado de tránsito, que suele tomarse de 4 s

$$T_c = I_c * \frac{4}{60} \quad (\text{iii})$$

Donde:

- T_c = tiempo total de circulación expresado en pt*min
- I_c = flujo peatonal por ciclo, en pt/ciclo.
- $t = 4$ = tiempo medio de tránsito en la esquina, en segundos (s).

v. Superficie neta de la esquina (s)

Es la superficie libre que utilizan los peatones para la circulación y también para esperar el cruce.

$$S = AT1 + AP1 + AP2 * AO2 + AU * (AP2 - AU1) \quad (\text{IV})$$

vi. Tiempo- superficie disponible (Ts)

Se define como el producto de su superficie por el ciclo semafórico. Hemos de tener en cuenta que a la superficie debe sustraérsele el reborde circular, si éste existe, así como los posibles obstáculos existentes en dicha zona:

$$T_s = S * \frac{C}{60} \quad (\text{v})$$

Donde:

- T_s = tiempo- superficie en $m^2 \cdot \text{min}$.
- S = superficie neta de esquina en m^2
- C = ciclo del reglaje del semáforo en s.

vii. Tiempo de espera en zonas de espera (T_{e1} y T_{e2})

El tiempo medio de espera obedecerá a la siguiente expresión matemática:

$$T_{e1} = \left(I_{s1} * \frac{R1}{C} * \frac{R1}{2} \right) / 60 \quad (\text{vi})$$

$$T_{e2} = \left(I_{s2} * \frac{R2}{C} * \frac{R2}{2} \right) / 60 \quad (\text{vii})$$

Dónde:

- T_{e1} , T_{e2} es el tiempo de espera en cada estado, en $\text{pt} \cdot \text{min}$
- I_{s1} , I_{s2} es el número total peatones por ciclo semafórico que cruzan la calle secundaria, en pt/ciclo .
- $R1$, $R2$ es el tiempo de rojo de la fase peatonal en segundos (s).
- C es el ciclo semafórico, también expresado en segundos (s).

viii. Tiempo - superficie de la zona de espera (T_{se})

Para efectuar este cálculo, se debe establecer la hipótesis de que la compacidad del grupo de espera es suficiente para la formación de una "cola competitiva", que presenta una ocupación media de $0.45 \text{ m}^2 / \text{pt}$. Así, la demanda tiempo- espacio vendrá dada por la siguiente expresión:

$$T_{se} = 0.45(T_{e1} + T_{e2}) \quad (\text{viii})$$

Dónde:

- T_{se} = tiempo- superficie en $\text{min} \cdot \text{m}^2$
- T_{e1}, T_{e2} = tiempos de espera de cada estado, en $\text{pt} \cdot \text{min}$.

ix. Tiempo - superficie de circulación

Este dato se obtiene por diferencia entre el tiempo espacio total (T_s) y el requerido en las zonas de espera (T_{se}). Un valor negativo significaría que no existe suficiente espacio para que circulen los peatones, produciéndose un bloqueo en dicha esquina. Evidentemente, el nivel de servicio será el más bajo de todos y es necesario un nuevo ajuste para aumentar el tiempo – espacio disponible, bien aumentando la superficie de la zona, bien modificando los tiempos del ciclo semafórico.

$$T_{sc} = T_s - T_{se} \quad (\text{ix})$$

Dónde:

- T_{sc} = tiempo- espacio disponible, en $\text{m}^2 \cdot \text{min}$
- T_s = tiempo- espacio total disponible, en $\text{m}^2 \cdot \text{min}$
- T_{se} = tiempo- espacio requerido, en $\text{m}^2 \cdot \text{min}$

x. Ocupación media o superficie peatonal

Es la ocupación media, que posteriormente definirá el nivel de servicio de la esquina, se calcula dividiendo el tiempo- espacio disponible para la circulación (T_{sc}) por el tiempo total de circulación (T_c):

$$\Omega = \frac{T_{sc}}{T_c} \quad (\text{x})$$

Dónde:

- Ω = ocupación media o superficie peatonal en m²/pt.
- Tsc = tiempo- superficie de circulación en m²*min.
- Tc = tiempo total de circulación en pt*min.

xi. Cálculo del nivel de servicio

Para averiguar cuál es el nivel de servicio de la esquina, previamente hemos calculado la ocupación media.

Con el valor de ocupación media hallado, la determinación del nivel de servicio es inmediata entrando en la Tabla 6.

Tabla 6:

Nivel de servicio peatonal en esquinas de aceras

Nivel De Servicio A

Ocupación media de la zona peatonal: 1.17 m²/persona o más

Espaciamiento medio entre personas: 1.22 m o más.

Descripción: Son posibles la parada y la libre circulación a través de la zona de espera sin causar molestias a los integrantes de la cola.

Nivel De Servicio B

Ocupación media de la zona peatonal: 0.9 a 1.17 m²/persona

Espaciamiento medio entre personas: 0.91 a 1.0 m.

Descripción: Son posibles la parada y la circulación parcialmente restringida sin causar molestias a los integrantes de la cola.

Nivel De Servicio C

Ocupación media de la zona peatonal: 0.63 a 0.9 m²/persona

Espaciamiento medio entre personas: 0.61 a 0.91 m.

Descripción: Son posibles la parada y la circulación restringida a través de la zona de formación de cola, pero causando molestias a los integrantes de ésta; esta densidad determina el límite de la comodidad de las personas.

Nivel De Servicio D

Ocupación media de la zona peatonal: 0.27 a 0.63 m²/persona

Espaciamiento medio entre personas: 0.61 m. o menos

Descripción: Todavía es posible la parada sin que haya contacto físico; la circulación en el interior de la cola se halla muy restringida y el movimiento hacia delante sólo es posible para todo el grupo en conjunto.

Nivel De Servicio E

Ocupación media de la zona peatonal: 0.18 a 0.27 m²/persona.

Espaciamiento medio entre personas: 0.61 m. o menos

Descripción: En la parada el contacto físico resulta inevitable; no es posible la circulación en el interior de la cola; la formación de las colas con esta densidad sólo puede prolongarse durante breves períodos de tiempo.

Nivel De Servicio F

Ocupación media de la zona peatonal: 0.18m²/persona o menos.

Espaciamiento medio entre personas: Contacto físico estrecho entre personas.

Descripción: Prácticamente todas las personas integrantes de la cola se hallan en contacto físico directo con aquéllas que le rodean; esta densidad resulta extremadamente incómoda; en el interior de la cola no es posible ningún movimiento.

Fuente: manual de capacidad de carreteras ,2 000

b) Tratamiento y análisis de datos y presentación de resultados

La investigación es del tipo descriptivo, ya que no se manipularon las variables, se reconoció las características de las esquinas de acera, veredas y pasos peatonales del cruce

Jr. Zoilo León Ordoñez y la Av. Andrés Zevallos de la ciudad de Cajamarca cuadras 1 y 15 y 16.

Los resultados de vías peatonales, pasos peatonales y esquina de acera se presentarán en tablas en las cuales se muestra el nivel de servicio peatonal para el caso estudiado.

Tabla 7

Datos obtenidos del aforo peatonal para vías, pasos y esquinas peatonales

Datos de Aforo	Av. Andrés Zevallos	Jr. Zoilo León Ordoñez		Av. Andrés Zevallos
Datos obtenidos	Paso peatonal 1	Paso peatonal 2		Paso peatonal 3
Ancho de paso peatonal (Ap)	4.50 m	3.00 m	3.00 m	4.50 m
Longitud del paso peatonal(Ac)	17.70 m	13.00 m	13.00 m	17.50 m
Flujo de entrada (Ie)- PASES	698 pt/15min	659 pt/15min	698 pt/15min	360 pt/15min
Flujo de entrada (Ie)- PASES	47 pt/min	44 pt/min	698 pt/15min	24 pt/min
Flujo de salida (Is) - PASES	723 pt/15min	607 pt/15min	723 pt/15min	498 pt/15min
Flujo de entrada (Ie)- PASES	48 pt/min	40 pt/min	698 pt/15min	33 pt/min
Flujo de entrada (Ie) - VIAS	602 pt/15min			385 pt/15min
Flujo de salida (Is) - VIAS	460 pt/15min			523 pt/15min
Flujo esquina (Iab), (Iac)	647 pt/15min			484 pt/15min
Ancho total de la acera (AT1)	3.10 m	3.00 m	2.60 m	3.30 m
Ancho zona de obstáculos (AO)	1.60 m	.70 m	.00 m	1.30 m
Ancho paso de peatones (AP)	4.50 m	3.00 m	3.00 m	4.00 m
Ancho útil de acera (AU)	1.50 m	2.30 m	2.60 m	2.00 m
Radio de la esquina (R)	5.50 m			4.50 m
Reglaje del semáforo				
Ciclo (C)	83 S	83 S	83 S	83 S
Verde ámbar (VP)	58 S	58 S	58 S	58 S
Rojo (RP)	25 S	25 S	25 S	25 S
Velocidad media	1.35 m/s	1.35 m/s	1.35 m/s	1.35 m/s

Fuente: elaboración propia

DESARROLLO DE ECUACIONES

VIAS PEATONALES:

Ecuación 1: i. Intensidades o flujos en vías peatonales:

$$I = \frac{I_p 15 \text{ min}}{15 \text{ AU}}$$

$$I = 47.2 \text{ pt/min/m}$$

$$I = 30.3 \text{ pt/min/m}$$

PASOS PEATONALES:

Ecuación 2: i. Tiempo - espacio disponible (TSp) en pasos peatonales

$$T_{sp} = S_p * \frac{V_p}{60} = A_p * A_c * \frac{V_p}{60} \quad (1)$$

$$T_{sp1} = 77.00 \text{ m}^2/\text{min}$$

$$T_{sp2} = 37.70 \text{ m}^2/\text{min}$$

$$T_{sp3} = 76.13 \text{ m}^2/\text{min}$$

Ecuación 3: ii. Tiempo medio de cruce (tp) en pasos peatonales

$$t_p = \frac{A_c}{V} = \frac{A_c}{1.35} \quad (2)$$

$$t_{p1} = 13 \text{ S}$$

$$t_{p2} = 10 \text{ S}$$

$$t_{p3} = 13 \text{ S}$$

Ecuación 4: i. Tiempo total de ocupación del cruce (Tp) en pases peatonales

$$T_p = (I_e + I_s) * \frac{t_p}{60} \quad (3)$$

$$T_{p1} = 20.70 \text{ pt/ciclo}$$

$$T_{p2} = 13.55 \text{ pt/ciclo}$$

$$T_{p3} = 12.36 \text{ pt/ciclo}$$

Entonces el tiempo total de ocupación en minutos en éste caso será:

Tp1 =	1.38 pt/min
Tp2 =	0.90 pt/min
Tp3 =	0.82 pt/min

Ecuación 5: iv. Ocupación media en pasos peatonales

$$\Omega_p = \frac{T_{Sp}}{T_p} \quad (4)$$

$\Omega_{p1} =$	3.7 m ² /pt
$\Omega_{p2} =$	2.8 m ² /pt
$\Omega_{p3} =$	6.2 m ² /pt

Ecuación 6: v. Flujo peatonal en pasos peatonales

$$F_p = \frac{60 \cdot V}{\Omega_p} \quad (5)$$

Fp1 =	21.8 pt/min/m
Fp2 =	29.1 pt/min/m
Fp3 =	13.1 pt/min/m

i. Cálculo del nivel de servicio

- Según la tabla 4, el nivel de servicio peatonal que corresponde a la ocupación media de 23.7 m²/pt y flujo peatonal de 21.8 pt/min/m, es el nivel de servicio B.
- Según la tabla 4, el nivel de servicio peatonal que corresponde a la ocupación media de 2.8m²/pt y flujo peatonal de 29.1 pt/min/m, es el nivel de servicio C.
- Según la tabla 4, el nivel de servicio peatonal que corresponde a la ocupación media de 6.2m²/pt y flujo peatonal de 13.1 pt/min/m, es el nivel de servicio B.

Ecuación 7: vii. Análisis de la oleada máxima (Q_{max}) en pasos peatonales

$$Q_{max} = (I_e + I_s) * \left(\frac{R_p + t_p}{60} \right) \quad (6)$$

$Q_{max1} =$	60.17 pt
$Q_{max2} =$	48.71 pt
$Q_{max3} =$	36.19 pt

Ecuación 8: viii. Calculamos la nueva ocupación media en pasos peatonales

$$\Omega_p = \frac{S_p}{Q_{max}} = \frac{A_c * A_p}{Q_{max}} \quad (7)$$

$\Omega_{p1} =$	1.32 m ² /pt
$\Omega_{p2} =$	0.80 m ² /pt
$\Omega_{p3} =$	2.18 m ² /pt

ii. Calculamos el nuevo nivel de servicio

- Según la tabla 4, el nuevo nivel de servicio peatonal con oleada máxima, corresponde a la ocupación media de 1.32m²/pt, es el nivel de servicio D.
- Según la tabla 4, el nuevo nivel de servicio peatonal con oleada máxima, corresponde a la ocupación media de 0.80m²/pt, es el nivel de servicio E.
- Según la tabla 4, el nuevo nivel de servicio peatonal con oleada máxima, corresponde a la ocupación media de 2.18m²/pt, es el nivel de servicio C.

ESQUINAS DE ACERAS:

Ecuación 9: i. Intensidades o flujos peatonales (Pt/Ciclo), en esquinas

$$I_{e1} = \frac{I_{s1}}{15} * \frac{C}{60} \quad (1) \quad I_{s1} = \frac{I_{s1}}{15} * \frac{C}{60} \quad (1) \quad I_{ab} = \frac{I_{a1}}{15} * \frac{C}{60} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} I_{e1} &= 60.77 \text{ pt/ciclo} \\ I_{s1} &= 55.98 \text{ pt/ciclo} \\ I_{ab} &= 59.67 \text{ pt/ciclo} \end{aligned}$$

$$I_{e2} = \frac{I_{s2}}{15} * \frac{C}{60} \quad (1) \quad I_{s2} = \frac{I_{s2}}{15} * \frac{C}{60} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} I_{e2} &= 64.37 \text{ pt/ciclo} \\ I_{s2} &= 66.68 \text{ pt/ciclo} \end{aligned}$$

$$I_{e3} = \frac{I_{s3}}{15} * \frac{C}{60} \quad (1) \quad I_{s3} = \frac{I_{s3}}{15} * \frac{C}{60} \quad (1) \quad I_{ac} = \frac{I_{ac}}{15} * \frac{C}{60} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} I_{e3} &= 33.20 \text{ pt/ciclo} \\ I_{s3} &= 45.93 \text{ pt/ciclo} \\ I_{ac} &= 44.64 \text{ pt/ciclo} \end{aligned}$$

Ecuación 10: ii. Intensidad total de circulación (Ic) en esquinas

$$I_c = I_{e1} + I_{s1} + I_{e2} + I_{s2} + I_{ab}$$

$$I_c = 307.47 \text{ pt/ciclo}$$

$$I_c = I_{e1} + I_{s1} + I_{e3} + I_{s3} + I_{ab}$$

$$I_c = 240.52 \text{ pt/ciclo}$$

Ecuación 11: iii. Tiempo total de circulación (Tc) en esquinas

$$T_c = I_c * \frac{4}{60} \quad (4)$$

$$T_c = 20.5 \text{ pt/min}$$

$$T_c = 16.0 \text{ pt/min}$$

Ecuación 12: iv. Superficie neta de la esquina (S) en esquinas

$$S = AT1 + AP1 + AP2 * AO2 + AU2 * (AP2 - AU1)$$

S= 16.50 m²

$$S = AT1a + AP1a + AP3 * AO3 + AU3 * (AP3 - AU1a)$$

S= 13.60 m²

Ecuación 13: v. Tiempo- superficie disponible (Ts) en esquinas

$$Ts = S * \frac{C}{60} \quad (6)$$

Ts= 22.83 m²/min

Ts= 18.81 m²/min

Ecuación 14: vi. Tiempo de espera en zonas de espera (Te1 y Te2) en esquinas

$$Te1 = \left(Is1 * \frac{R1}{C} * \frac{R1}{2} \right) / 60$$

Te1= 3.5 pt/min

$$Te2 = \left(Is2 * \frac{R2}{C} * \frac{R2}{2} \right) / 60$$

Te2= 4.2 pt/min

Ecuación 15: vii. Tiempo- superficie de la zona de espera (Tse) en esquinas

$$Tse = 0.45(Te1 + Te2) \quad (9)$$

Tse= 3.46 m²/min

Tse= 1.58 m²/min

Ecuación 16: viii. Tiempo- superficie de circulación (T_{sc}) en esquinas

$$T_{sc} = T_s - T_{se} \quad (10)$$

$$T_{sc} = 19.36 \text{ m}^2/\text{min}$$

$$T_{sc} = 17.23 \text{ m}^2/\text{min}$$

Ecuación 17: ix. Ocupación media o superficie peatonal (Ω) en esquinas

$$\Omega = \frac{T_{sc}}{T_c} \quad (11)$$

$$\Omega = 0.94 \text{ m}^2/\text{pt}$$

$$\Omega = 1.07 \text{ m}^2/\text{pt}$$

Tabla 8

Niveles de servicio en zonas de acumulación

	A	B	C	D	E	F
$\Omega(\text{m}^2/\text{pt})$	1.17	0.90	0.63	0.27	0.18	0.18
	∞	1.17	0.90	0.63	0.27	0
d(m)	1.22	0.91	0.61	0.61	0.61	-
	∞	1.00	0.91	-	-	

Anchura efectiva de la vía peatonal

El análisis de la circulación peatonal no debe realizarse contabilizándose el número de carriles existentes en la zona de tránsito, ya que se ha demostrado experimentalmente que los viandantes no caminan formando filas o carriles pre establecidos. Únicamente puede utilizarse este concepto para saber cuál puede ser el número máximo de personas que pueden circular en paralelo. Se denomina anchura libre o efectiva de la vía a la franja transversal que realmente puede ser empleada por los peatones para su libre tránsito. Los

peatones, durante su recorrido, tienden a salvaguardarse de la calzada y a no caminar próximos a las fachadas de los edificios. Este aspecto produce una merma inicial de la anchura eficaz de la vía peatonal, que se va agravada por la presencia de obstáculos adicionales, como la presencia de personas mirando los escaparates o la existencia de mobiliario urbano: bacilos de alumbrado, jardineras, papeles, cabinas de teléfono, etc. El grado en que los objetos puntuales no periódicos influyen en la circulación peatonal no está excesivamente documentado, aunque lo que sí se sabe con certeza es que al menos en sus inmediaciones, reducen el ancho eficaz de la vía. (Bañón y Beviá.2000)

En la tabla siguiente se detalla una relación de diferentes elementos presentes en la vía peatonal, y la influencia que tienen en la reducción del ancho eficaz de la misma. Naturalmente, los valores responden a modelos genéricos y son por tanto orientativos, debiendo particularizarse para un estudio más concreto.

Tabla 9

Factores de ajuste de la Anchura de las vías peatonales producida por elementos urbanos.

Obstáculo	R(m)	Obstáculo	R(m)
Limites peatonal		Jardinería	
Línea de fachada	0.45	Arboles	0.61 – 1.22
Fachada	0.60	Jardines	1.52
Fachada con escaparate	0.90		
Bordillo	0.45		
Mobiliario Urbano		Usos Comerciales	
Báculos de alumbrado	0.75 – 1.10	Tenderetes	1.22 – 1.81
Semáforos	0.90 – 1.22	Kioscos	1.50 – 3.26
Alarmas contra incendios	0.75 – 1.13	Elementos de publicidad	0.80 – 1.13
Hidrantes	0.75 – 0.91	Fila de mesas	1.06 – 1.21
Señales de Tráficos	0.61 – 0.75		
Parquímetros	0.61	Accesos	

Buzones postales	0.97 – 1.13	Escaleras	1.66 – 2.13
Cabinas de teléfono	1.22	Parking/metro	1.83
Papeleras	0.91	Rejillas de ventilación.	1.52 – 2.23
Bancos	0.52	Sótanos	
Paradas de autobús		Elementos resaltados	
Con banco de espera	– 1.95	Pilares	0.75 – 0.91
Señal exclusiva	0.60 – 0.87	Porches y soportales	0.61 – 1.83
		Acometidas	0.30
		Soporte de toldos	0.7

Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras

En obstáculos puntuales, deberá añadirse a la anchura del objetivo un margen de entre 0.30 y 0.45 m. en concepto de distancia de seguridad que guarda el peatón.

Efecto de los pelotones de peatones

Las intensidades generalmente empleadas para el cálculo de niveles de servicio corresponden a valores medios, tomados generalmente en 1 minuto más cargado de una hora punta. Sin embargo, las intensidades pueden sufrir fluctuaciones en periodos de tiempo más reducidos del orden de 1 o 2 minutos llegando estas a doblar el valor medio.

Estos picos son producidos por la llegada de oleadas de peatones conformando pelotones; un claro ejemplo de este tipo situaciones se produce en las inmediaciones de zonas destinadas al transporte colectivo que dan salida a gran cantidad de personas. (Bañón y Beviá 2000)

Artículo 8- RNE. - Las secciones de las vías locales principales y secundarias, se diseñarán

de acuerdo al tipo de habilitación urbana, en base a lo siguiente:

Tabla 10

(Reglamento Nacional de Edificaciones 2006)

	TIPO DE HABILITACIÓN				
	Vivienda		Comercial	Industrial	Usos especiales
Vías locales					
Principales					
Aceras o veredas	1.80	2.40 3.00	3.00	2.40	3.00
Estacionamiento	2.40	2.40 3.00	3.00- 6.00	3.00	3.00 – 6.00
Calzado o	3.60	ó 3.30	3.60	3.60	3.30 – 3.60
Pistas (modulo)	Sin separador Central	con separador central			
Vías locales secundarias					
Aceras o veredas	1.20		2.40	1.80	1.80 – 2.40
Estacionamiento	1.80		5.40	3.00	2.20 – 5.40
Calzados o pistas (modulo)	2.70		3.00	3.60	3.00

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones- Perú. 2006

Notas: Las medidas indicadas están indicadas en metros

Tabla 11

Factores de ajuste de la Anchura de las vías peatonales producida por elementos urbanos.

Obstáculo	Restricción(m)	Obstáculo	Restricción(m)
Limites vía Peatonal		Jardinería	
Línea de Fachada	0.45	Arboles	0.61-1.22
Fachada	0.60	Jardines	1.52
Fachada con escaparate	0.90		
Bordillo	0.45		
Mobiliario Urbano		Usos Comerciales	
Báculos de alumbrado	0.75 – 1.10	Tenderetes	1.22 – 1.81
Semáforos	0.90 – 1.22	Kioscos	1.50 – 3.26
Alarmas contra incendios	0.75 – 1.13	Elementos de	0.80 – 1.23
Hidrantes		publicidad	
Señales de Tráficos	0.75 – 0.91	Fila de mesas	1.06 – 1.21

Parquímetros	0.61- 0.75	Accesos	
Buzones postales	0.61		1.66 – 2.13
Cabinas de teléfono	0.97 – 1.13	Escaleras	
Papeleras	1.22	parking/metro	1.83
Bancos	0.91	Rejillas de ventilac.	
Paradas de autobús	0.52	sótanos	1.52 – 2.13
Con banco de espera	1.73 – 1.95		
Señal exclusivamente	0.60 – 0.87	Elementos resaltados	
		Pilares	
		Porches y soportales	0.75 – 0.91
		Acometidas	0.61 – 1.83
		Soportes de toldos	0.30
			0.75

Fuente: Fuente: manual de capacidad de carreteras 1985



Ilustración 17: paso peatonal 1 y esquina 1



Ilustración 18: Flujo peatonal en esquina 1



Ilustración 19: Flujo peatonal en paso peatonal



Ilustración 20: Obstáculos, comercio ambulante en av. Andrés Zevallos



Ilustración 21: Interacción de peatones y vehículos en pasos peatonales

Características geométricas de aceras y calzadas

Nuestro país cuenta desde hace años con manuales y normas para diseño de carreteras, las que atienden los requerimientos del diseño geométrico respectivo. Sin embargo, no se encuentra normatividad nacional aplicable a vías urbanas por lo que los proyectistas peruanos han venido empleando, referencialmente, normatividad desarrollada para otros países y eventualmente estipulaciones previstas para el diseño de carreteras.

Criterios de clasificación de las vías urbanas.

La circulación, más o menos difícil, en las grandes ciudades siempre se caracteriza por la gran confusión entre peatones y vehículos que estacionan y circulan, entre vehículos lentos

y rápidos, y sus diferentes deseos de desplazamiento.

Esta confusión se traduce, por una parte, en una degradación de las condiciones de habitabilidad de la ciudad: aumentan los accidentes, se contamina la atmósfera y desaparecen progresivamente los espacios libres. Por otra parte, no es posible ni conveniente aumentar la superficie ocupada por la red vial, lo que acabaría destruyendo la propia ciudad. No puede, pues, pensarse en la extensión indefinida de las redes viales urbanas.

Luego, es necesario especializar las vías, destinando cada una de ellas a una función específica y acomodándola a cumplir lo mejor posible su función. Esta especialización se justifica fundamentalmente desde tres puntos de vista.

En primer lugar, por un criterio de capacidad y nivel de servicio. A medida que las dimensiones de la ciudad aumentan, los desplazamientos urbanos son de mayor longitud y el tiempo empleado en el transporte tiene una trascendencia más importante. Conseguir velocidades relativamente altas, puede ahorrar muchas horas al año y eso sólo se logra si las calles se proyectan de forma adecuada. Al estudiar la capacidad, se comprueba cómo el estacionamiento en la calle y los accesos demasiado próximos la disminuyen considerablemente.

En segundo lugar, por un criterio de seguridad, ya que la confusión que se produce en la calle cuando la intensidad de tráfico es importante y parte de los vehículos circulan de prisa, hace aumentar rápidamente el índice de accidentes.

Y, por último, por un criterio funcional, tanto desde el punto de vista de las vías principales, que en todos sus aspectos han de proyectarse con este criterio, como de las vías locales, en las que hay que evitar en lo posible un tráfico intenso y rápido que perturba considerablemente la vida urbana.

Clasificación de las vías urbanas.

El sistema de clasificación planteado es aplicable a todo tipo de vías públicas urbanas terrestres, ya sean calles, jirones, avenidas, alamedas, plazas, malecones, paseos, destinados al tráfico de vehículos, personas y/o mercaderías; habiéndose considerado los siguientes criterios:

Funcionamiento de la red vial.

Tipo de tráfico que soporta.

Uso del suelo colindante (acceso a los lotes urbanizados y desarrollo de establecimientos comerciales).

Espaciamiento (considerando a la red vial en su conjunto).

Nivel de servicio y desempeño operacional.

Características físicas.

Compatibilidad con sistemas de clasificación vigentes.

La clasificación adoptada considera cuatro categorías principales: vías expresas, arteriales, colectoras y locales. Se ha previsto también una categoría adicional denominada “vías especiales” en la que se consideran incluidas aquellas que, por sus particularidades, no pueden asimilarse a las categorías principales.

La clasificación de una vía, al estar vinculada a su funcionalidad y al papel que se espera desempeñe en la red vial urbana, implica de por sí el establecimiento de parámetros relevantes para el diseño como son:

Velocidad de diseño.

Características básicas del flujo que transitara por ellas.

Control de accesos y relaciones con otras vías.

Número de carriles.

Servicio a la propiedad adyacente.

Compatibilidad con el transporte público.

Facilidades para el estacionamiento y la carga y descarga de mercaderías.

Ancho de Calzada

El ancho de calzada es el factor decisivo para considerar la provisión de una zona de protección peatonal en ella. Si dicha provisión es posible, las condiciones de seguridad en el área pueden mejorar sin necesidad de instalar un paso cebra o un paso peatonal regulado por semáforo, por lo que se debe re determinar la facilidad peatonal requerida, esta vez considerando la existencia de aquélla.

Así, en el caso de calzadas bidireccionales de 8 a 10 m (o que puedan ser ampliadas a lo menos a 8 m), la modificación de la geometría de dichas calzadas a fin de posibilitar la instalación de una isla o refugio peatonal central, puede hacer innecesaria la habilitación de otra facilidad.

En el caso de calzadas cuyo ancho sea mayor a 10 m, y en concordancia con lo expresado, siempre deberá proveerse una isla o refugio peatonal sobre la calzada si la facilidad peatonal a implementar es un paso cebra.

La provisión de una isla o refugio central es obligatoria en calzadas bidireccionales con un ancho mayor a 13 m, cualquiera sea la facilidad - paso cebra o semáforo peatonal

Pasos Cebra

La ubicación de pasos de cebra próximos a una intersección no regulada, debe considerar tanto el impacto de la facilidad en la operación del cruce, como el patrón de comportamiento de los peatones en el área. Los movimientos vehiculares, la distribución de flujos y las características físicas y geométricas del cruce son factores a considerar al definir la mejor ubicación de dicha facilidad peatonal.

No obstante, se recomienda lo siguiente:

No ubicar pasos cebra en todos los accesos y salidas de una intersección, ya que es probable que el conductor deba detenerse dos veces seguidas, lo que dificulta la operación y puede deteriorar la seguridad de los peatones.

En vías unidireccionales, así como en las bidireccionales susceptibles de ser asistidas con una isla peatonal, que cuentan con flujos vehiculares provenientes del cruce, y a fin de evitar que los vehículos que requieran detenerse ante la facilidad peatonal obstaculicen la circulación en él, ubicar los pasos cebra alejados, a lo menos 6 m de la intersección y

encauzar en ambos costados de la vía el flujo peatonal, con vallas dispuestas desde la intersección hasta la facilidad peatonal. Dicha distancia puede ser aumentada según sea la composición y volumen del flujo vehicular que cruce el paso cebra.

En vías unidireccionales, en las que exista señal PARE o ceda el paso, así como en las bidireccionales susceptibles de ser asistidas con una isla peatonal y con el objeto de facilitar el cruce de los vehículos que acceden sin prioridad a la intersección, ubicar los pasos cebra antes de la demarcación asociada a la señal reglamentaria de prioridad, esto es, a lo menos 6 m antes de la intersección, encauzando en ambos costado de la vía el flujo peatonal, con vallas dispuestas desde la intersección hasta la facilidad peatonal.

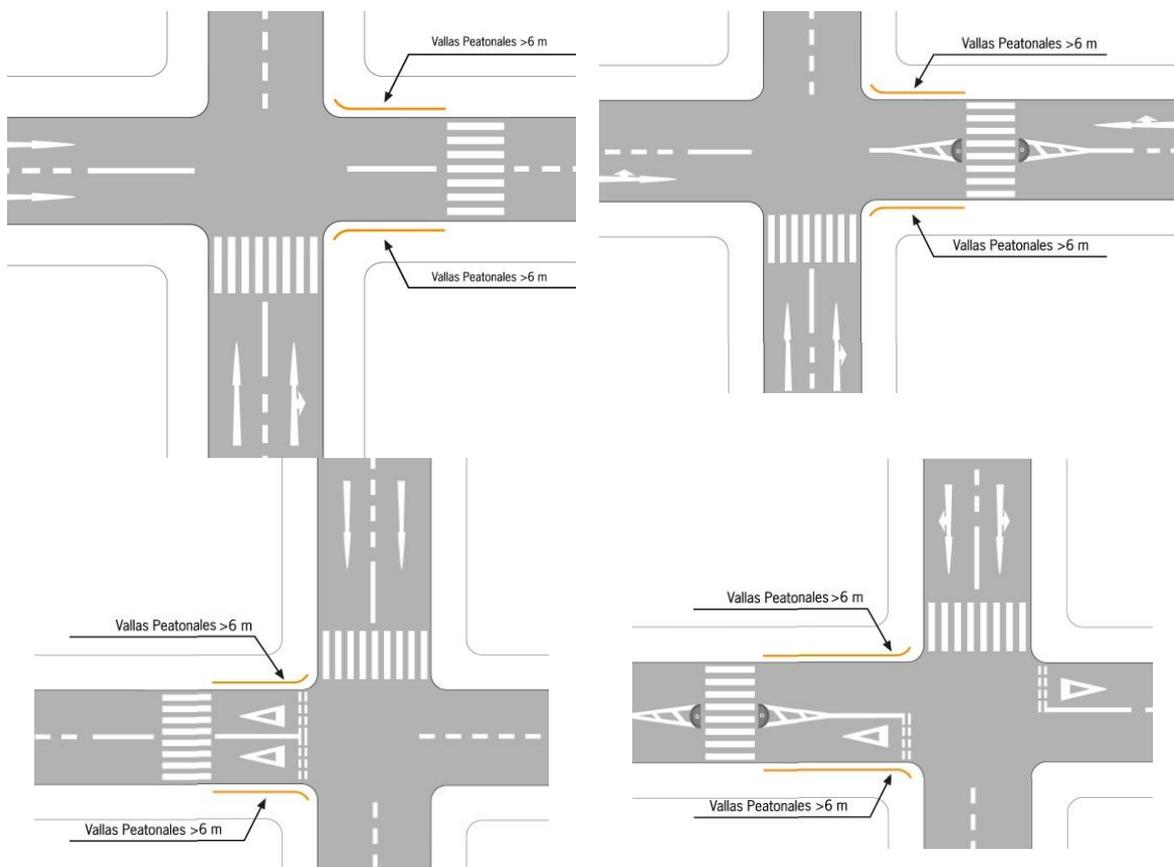


Ilustración 22: Instalación de vallas peatonales en pasos peatonales

Vías de circulación peatonal

La circulación peatonal es la más lenta y frágil de los sistemas de circulación, la red de vías de circulación peatonal debe garantizar el tránsito con el mayor grado de seguridad y comodidad a todo usuario (Instituto de Desarrollo Urbano, 2016). Estas vías están compuestas principalmente por aceras, las cuales se interconectan entre sí y con otros tipos de instalaciones peatonales. Estas vías son aquellas diseñadas específicamente para el tránsito de peatones. Como ya se mencionó anteriormente, en el “Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas” (Grupo VCHI S.A., 2005) se hace una referencia a las vías especiales como aquellas que principalmente dan servicio a los peatones. Es decir, las vías especiales se diferencian de las vías de circulación vehicular porque principalmente están

avocadas para el tránsito de personas y no de vehículos motorizados. Dentro de estas vías podemos encontrar:

- Red de aceras.

Estos espacios son vías peatonales de acceso a frentes de domicilios o establecimientos en general. En su diseño deben ser continuos y a nivel, sin generar obstáculos con los predios colindantes y tratados con materiales duros y antideslizantes, garantizando el desplazamiento de personas con alguna limitación. Su conectividad debe darse longitudinal para que los usuarios puedan desplazarse sin ningún problema (Instituto de Desarrollo Urbano, 2016).

- Pasajes peatonales.

Es aquella vía destinada para el tránsito de peatones que puede recibir el uso eventual de vehículos de emergencia y que está conectada a una vía de tránsito vehicular o a un espacio de uso público (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2006).

- Malecones.

Se puede definir como un paseo que esta junto a un rio o al mar, son de amplias dimensiones y generalmente posee infraestructura para realizar actividades sociales y de recreación.

- Paseos.

Son conocidos también como alamedas y son espacios peatonales amplios, adornados con árboles y vegetación y destinados al esparcimiento de los usuarios. Su conectividad se da de forma transversal principalmente (Instituto de Desarrollo Urbano, 2016).