

T/711.4/D542

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - SEDE JAÉN**



**EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO PEATONAL EN LA AVENIDA  
CHACHAPOYAS DISTRITO DE BAGUA GRANDE, UTCUBAMBA, AMAZONAS**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**BACHILLER: MANUEL DÍAZ CORONADO**

**ASESOR: ING. PACO ARTURO CACHAY DÍAZ**

**JAÉN - CAJAMARCA - PERÚ**

**2014**

**COPYRIGHT © 2014 BY**

**MANUEL DÍAZ CORONADO**

**Todos los derechos reservados**

## **Agradecimiento**

*A Dios como ser supremo por haberme guiado, dado salud, paciencia y por ser guía en nuestras vidas.*

*A mi madre y a mi padre que han estado conmigo brindándome su apoyo incondicional en los momentos más difíciles.*

*A mis hermanos por el apoyo que siempre me brindaron día a día*

## **Dedicatoria**

*Doy gracias ante todo a Dios por haberme dado una familia maravillosa, quienes han creído en mí siempre, dándome ejemplo de superación, humildad y sacrificio; enseñándome a valorar todo lo que tengo. A todos ellos dedico el presente trabajo, porque han fomentado en mí el deseo de superación y de triunfo en la vida. Lo que ha contribuido a la consecución de este logro. Espero contar siempre con su valioso e incondicional apoyo*

## CONTENIDO

<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
Agradecimientos.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Contenido.....	v
Índice de tablas.....	vii
Índice de figuras.....	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	4
2.1. Antecedentes teóricos.....	4
2.1.1. Internacional.....	4
2.1.2. Nacional.....	5
2.2 Bases Teóricas.....	6
2.2.1. Elementos del nivel de servicio peatonal.....	6
a) Flujo peatonal.....	6
b) Anchura efectiva de vía.....	8
c) Velocidad.....	9
d) Densidad y espacio peatonal.....	11
2.2.2. Niveles de servicio .....	16
a. Nivel de servicio en pasos peatonales.....	16
b. Nivel de servicio en esquinas de aceras.....	20
2.3. Definición de términos básicos.....	34
CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	37
3.1. Ubicación geográfica.....	37
3.2. Materiales.....	38
3.3 Método.....	38

<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
a. Procedimiento.....	38
a.1. Pasos de peatones.....	41
a.2. Esquina de acera.....	46
b. Tratamiento y análisis de datos y presentación de resultados.....	52
<b>CAPÍTULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....</b>	<b>59</b>
<b>CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>63</b>
Conclusiones.....	63
Recomendaciones.....	64
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>65</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>67</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Título</b>	<b>Página</b>
Tabla 1. Criterios de flujo en calzadas y aceras.....	8
Tabla 2. Factores de ajuste de ancho de las vías peatonales.....	9
Tabla 3. Velocidades medias normales de peatones.....	10
Tabla 4. Velocidad según el tipo de viaje.....	11
Tabla 5. Anchos de veredas según el tipo de vía peatonal.....	16
Tabla 6. Nivel de servicio peatonal en avenidas.....	16
Tabla 7. Nivel de servicio peatonal en esquinas de aceras.....	20
Tabla 8. Nivel de servicio peatonal en intersección semaforizadas.....	24
Tabla 9. Datos obtenidos del aforo peatonal para pasos peatonales.....	52
Tabla 10. Datos obtenidos en el aforo peatonal para esquina de aceras.	55
Tabla 11. Resultados obtenidos en pasos peatonales.....	60
Tabla 12. Resultados obtenidos en esquinas de aceras.....	61

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Título</b>	<b>Página</b>
Figura 1. Nivel de servicio A.....	17
Figura 2. Nivel de servicio B.....	17
Figura 3. Nivel de servicio C.....	18
Figura 4. Nivel de servicio D.....	18
Figura 5. Nivel de servicio E.....	19
Figura 6. Nivel de servicio F.....	20
Figura 7. Área ocupada por un peatón.....	22
Figura 8. Etapas del cruce peatonal (Intersección semaforizadas).....	24
Figura 9. Espacio requerido por un peatón en silla de ruedas.....	26
Figura 10. Sección transversal de una vía peatonal.....	27
Figura 11. Pendiente recomendada en vías peatonales.....	28
Figura 12. Características geométricas de una esquina.....	29
Figura 13. Zonas de circulación y espera en esquinas.....	29
Figura 14. Cruces peatonales en vías de doble sentido.....	32
Figura 15. Tipos de cruces peatonales.....	33
Figura 16. Se muestra la avenida Chachapoyas cuadras N°12,13 y 14.	37
Figura 17. Peatones realizando el flujo de entrada y salida en esquina de cera.....	39
Figura18. Peatones cruzando el paso peatonal de la avenida Chachapoyas en la cuadra 14.....	40
Figura 19. Realizando el conteo de los flujos peatonales cada 15 min....	40
Figura 20. Medición de obstáculos presentados en la acera.....	41
Figura 21. Elementos de un paso peatonal.....	42
Figura 22. Sentido de los flujos peatonales en esquina de aceras.....	47

## RESUMEN

La investigación se realizó en la ciudad de Bagua Grande - Perú, entre los meses de agosto y noviembre del año 2014. El objetivo de esta investigación fue evaluar el nivel de servicio peatonal en la avenida Chachapoyas distrito de Bagua Grande, Utcubamba, Amazonas. El método empleado fue el descriptivo y de corte transversal; Para ello se tomó aforos peatonales en horas punta, tanto en pasos peatonales y esquinas de aceras durante los tres días más críticos de una semana, también se midieron aceras, obstáculos, pasos de peatones, y se utilizó el cronometro para medir los reglajes de semáforos en cada fase. En las cuales se realizó el procesamiento estadístico de datos, obteniéndose resultados que fueron discutidos, analizados e interpretados; dichos resultados permitieron evaluar el nivel de servicio peatonal que brinda la avenida Chachapoyas tanto en paso de peatones y esquina de aceras. En base a estos resultados se concluyó que el nivel de servicio peatonal en pasos de peatones y esquina de aceras muestra que los peatones pueden elegir libremente la velocidad de marcha ya que se obtuvo un nivel de servicio A pero también se encontró que la evaluación con la metodología utilizada para pasos peatonales y esquina de aceras permite evaluar de forma aislada el nivel de servicio y no toma en cuenta comportamientos espontáneos de los peatones.

**Palabras clave:** Nivel de servicio, paso de peatones, esquinas, espacio, tiempo, intensidad, flujo peatonal y ancho efectivo.

## ABSTRACT

The research was conducted in the city of Bagua Grande - Peru, between August and November 2014. The objective of this research was to evaluate the level of service in the Chachapoyas pedestrian district of Bagua Grande, Utcubamba, Amazonas Avenue. The method used was descriptive and cross-sectional; For this pedestrian traffic counts was taken at peak times, both in crosswalks and corners of sidewalks during the three most critical days a week, sidewalks, barriers, pedestrian crossings were also measured, and the timer was used to measure the set of traffic lights in each phase. In which the statistical data processing was performed, yielding results that were discussed, analyzed and interpreted; these results allowed us to evaluate the level of service provided by the pedestrian avenue Chachapoyas both crosswalk and sidewalk corner. Based on these results it was concluded that the level of pedestrian service at crosswalks and corner of sidewalks shows that pedestrians can freely choose the travel speed as a service level was obtained "A" but it was also found that the assessment with the methodology used for walkways and sidewalks corner in isolation assesses the level of service and does not take into account spontaneous behaviors of pedestrians.

**Key words:** level of service, crosswalk, corners, space, time, intensity, pedestrian flow and effective width.

## **CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN**

La peatonalización es una herramienta de intervención urbana en la ciudad con la que se intenta, luego de estudios, dar preferencias al peatón sobre otros medios de transporte.

La sociedad, tolera cada vez menos vías peatonales estrechas, agrietadas, deslizantes e irregulares, manifestándose esto en el creciente número de litigios como consecuencia de accidentes en que los peatones se ven afectados por el mal estado de estas vías.

Las vías peatonales en la mayoría de las ciudades del Perú, constituyen una parte descuidada de las infraestructuras de tránsito vial que no han sido objeto de la atención debida, con diseños a veces no acordes al servicio que han de ofrecer a los usuarios por una parte y por otra con mantenimientos insuficientes. En los últimos 20 años, debido principalmente al crecimiento económico sostenido del Perú se ha dado un aumento en la tasa de motorización, sobre todo en los núcleos de desarrollo de nuestro país, dicho fenómeno sumado a la falta de inversión en infraestructura peatonal y a una política de inversión en infraestructura vehicular, ha tenido entre algunas de sus consecuencias la falta de interés por parte de las personas de disfrutar de la calle, su barrio y su comunidad.

Debido a lo antes mencionado se plantea el problema siguiente ¿Qué nivel de servicio peatonal presentan los pasos peatonales y esquinas de aceras en la Avenida Chachapoyas Distrito de Bagua Grande, Utcubamba, Amazonas?

La justificación de la presente investigación radica básicamente en que la Municipalidad Provincial de Utcubamba destina gran cantidad de recursos a la colocación de semáforos, construcción de vías, veredas peatonales en la ciudad, que normalmente son grandes inversiones si se les compara con el adecuado uso que se les da a estas; es por esta razón es que se vuelve de gran importancia realizar la evaluación de los niveles de servicios peatonales, de manera que se pueda determinar la función que en realidad están cumpliendo y de esta forma poder formular posibles soluciones encaminadas a optimizar el tránsito peatonal.

Este estudio evidenciará la carencia de investigación relevante en el tema en el ámbito local, Así mismo servirá como modelo o guía a las autoridades correspondientes y a otros investigadores.

Se plantea como objetivo general, evaluar el nivel de servicio peatonal en la avenida Chachapoyas distrito de Bagua Grande, Utcubamba, Amazonas.

Y como objetivos específicos; Analizar el tiempo y el espacio del nivel de servicio peatonal, determinar la intensidad y flujo peatonal que influye en el nivel de servicio peatonal y evaluar la anchura efectiva de las aceras en la avenida Chachapoyas.

Presentándose como hipótesis lo siguiente, los niveles de servicios peatonales en la avenida Chachapoyas distrito de Bagua Grande, Utcubamba, Amazonas, son del nivel de servicio C, debido a las características de las veredas, semáforos y cruces peatonales.

La presente investigación constará de cinco capítulos; el primer capítulo introduce la problemática de la evaluación del nivel de servicio y presenta los objetivos, importancia y justificación de la investigación, hipótesis que guían la ejecución del estudio.

En el segundo capítulo se describe los antecedentes teóricos, bases teóricas y definición de términos de la investigación, se desarrollan los elementos que determinan el nivel de servicio peatonal: velocidad, tiempo y espacio, intensidad, flujo peatonal y ancho útil.

En el tercer capítulo se presentan los materiales metodologías de análisis utilizados en la elaboración de la evaluación del nivel de servicio peatonal; describiendo el procedimiento, tratamiento y análisis de datos y además se presentaran los resultados obtenidos en la investigación.

En el cuarto capítulo se explica y discute los resultados obtenidos siguiendo la secuencia de los objetivos planteados, también se discuten los resultados encontrados de la evaluación del nivel de servicio.

En el quinto capítulo se presentan las conclusiones y recomendaciones basadas en los resultados obtenidos al aplicar la metodología a los casos estudiados en el ámbito local.

## **CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Antecedentes teóricos**

#### **2.1.1. Internacional**

En Ecuador se ha determinado que las veredas en las cuales los peatones circulan han sido afectadas por distintos factores, entre ellos: el principal que es el uso particular de comercios que utilizan la vereda como su lugar de venta siendo un obstáculo para el peatón. El espacio de vereda tiende a reducirse acercándose al límite de la capacidad peatonal, con cuellos de botella e interrupciones de flujo y no es suficiente para hacer sobrepasos sobre los peatones más lentos.

El peatón al observar estos obstáculos toma como alternativa caminar a lo largo de la calzada, con el fin de ahorrar tiempo, ya que por la calzada el peatón podrá ir a una mayor velocidad que en la vereda evitándola la espera en las interrupciones de flujo peatonal que se da en ella.

Con respecto al espacio de veredas se determinó que en los tramos seleccionados las veredas tienen un nivel de servicio B y C, respectivamente. Esto demuestra que la capacidad de las veredas cubre la demanda de peatones que existe en ella (Guillen, 2 014).

El entorno colombiano tiene características muy particulares en cuanto a la movilidad peatonal, por ejemplo, las ciudades pequeñas e intermedias, que en sus cascos históricos han priorizado el espacio para uso del automóvil, cuentan con aceras muy angostas que dificultan la aplicación de metodologías para cálculo de capacidad y nivel de servicio como HCM 2 000. Al aplicar estas metodologías, se encuentra que se está fuera de rango en aspectos como el ancho efectivo de caminata, lo que genera niveles de servicio muy bajos (Jerez y Torres, 2 009).

En México la metodología del HCM para estimar el nivel de servicio y capacidad de infraestructura peatonal es aplicable con características similares. Por lo tanto, es posible aplicar estas metodologías tal como se aplican en vialidades urbanas y carreteras para informar a las autoridades del nivel de servicio de la infraestructura peatonal (Avanti Engineering Group, 2 012).

Entre el año 2 003 y 2 012, más de 47 000 peatones murieron arrollados por conductores en Estados Unidos. Para ponerlo en perspectiva, esto es 16 veces el número de víctimas mortales causadas en el mismo período por los desastres naturales inundaciones, tornados, huracanes, y similares que llaman mucho más la atención. Un número adicional de 676 mil personas resultaron heridas, el equivalente a una persona cada ocho minutos. Las calles que están diseñadas principalmente para el flujo de velocidad y el volumen de tráfico son peligrosas para la vida humana. Estos son problemas inherentes al diseño de las vías. Sólo un cambio en la manera en que se construyen las calles y carreteras lo arreglaría (Valderrama, 2 014).

### **2.1.2. Nacional**

En la investigación de factores que influyen en la peatonalización de centros urbanos, Casos prácticos en Cusco y Piura Cualquier intervención urbana de grueso calibre en nuestro país debe ir acompañada de pasos previos que vayan mostrando los beneficios de la futura intervención. En ambos casos de estudio se ha podido apreciar que cuando se fuerza a la población a un cambio abrupto y drástico, estos reaccionan de manera negativa o se oponen tajantemente, mientras que si se les va mostrando las virtudes con pequeñas intervenciones transitorias, si bien no exigen un cambio mayor, aceptan una nueva propuesta. La peatonalización contrariamente a la creencia del comerciante, atrae clientela y aumenta los niveles y tiempos de exposición de los locales. Es bastante notable, en ambos casos de estudio, en donde la peatonalización de una calle ha logrado aumentar de manera evidente las ventas y esto es percibido por los comerciantes (Gamboa y Soto, 2 014).

En el análisis que se obtuvo en la ciudad de Lima encontró que los criterios del HCM (Highway Capacity Manual) son aplicables al ámbito local, pero que sus resultados no caracterizan por completo las condiciones de funcionamiento de la infraestructura peatonal ya que se verificaron problemáticas que el manual no es capaz de analizar. Se determinó que en los casos de estudio, la actividad peatonal registrada corresponde al ámbito de las actividades necesarias por lo que la percepción de la calidad del entorno físico no fue la problemática más relevante para los peatones.

Las principales problemáticas que afectan al peatón en los casos de estudio corresponden al aspecto de la seguridad vial, situación que se explica debido a la poca consideración que se le presta a la actividad peatonal en el diseño de la infraestructura vial que genera situaciones de alto riesgo para los peatones.

En cuanto a los criterios de flujo y circulación para el análisis de vías urbanas con interacción entre vehículos y peatones, se encontró que los indicadores de nivel de servicio basados en demora peatonal (tiempo) son más relevantes que aquellos basados en espacio disponible (Doig, 2 010).

## **2.2 Bases teóricas**

### **2.2.1. 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, 2 010).

Las expresiones que se deben utilizar para conocer el flujo peatonal son las siguientes (Castañeda, 2 010).

- **Flujo peatonal por minuto:** es el número de peatones que pasan por una determinada sección en la unidad de tiempo, expresada en peatones por cada 15 minutos o bien en peatones por minuto.

$$I = \frac{n}{t} \dots \dots \dots (1)$$

I: flujo de peatones por minuto (pt/min)

n: número de peatones en aforo (min)

t: tiempo del aforo (min)

- **Intensidad por unidad de anchura:** es la intensidad media por unidad de anchura efectiva de la zona peatonal.

$$i = \frac{I}{W} \dots \dots \dots (2)$$

i: intensidad por unidad de anchura (pt/min/m)

I: flujo de peatones por minuto (pt/min)

W: anchura efectiva (m)

- **Intensidad de pelotones**

Las intensidades generalmente empleadas para el cálculo de niveles de servicio corresponden a valores medios, tomados generalmente en los 15 minutos más cargados de una hora punta. Sin embargo, las intensidades pueden sufrir fluctuaciones en periodos de tiempo más reducidos del orden de uno o dos 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, 2 000).

$$I_p = i + 13.12 \dots \dots \dots (3)$$

I<sub>p</sub>: intensidad de pelotones (pt/min/m)

i: intensidad por unidad de anchura (pt/min/m)

Tabla 1. Criterios de flujo en calzadas y aceras

Niveles de servicio	Espacio (m <sup>2</sup> /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

#### b) Anchura efectiva de vía

Diversos estudios han demostrado que los peatones no caminan siguiendo patrones que se ajusten a carriles de flujo, sino que se debe considerar el ancho de la sección transversal efectiva disponible para la caminata. Para efectos del diseño de infraestructura peatonal, se considera un concepto similar al de carril, para definir anchos mínimos, sin embargo, en la práctica las trayectorias que siguen los peatones difieren de la línea recta.

El ancho de acera libre se refiere a la porción de la vía que puede usarse eficazmente para los movimientos peatonales en su caminata, los peatones se alejan de los obstáculos y no suelen acercarse estrechamente a las paredes. Por consiguiente, este espacio no utilizado debe descontarse al analizar una infraestructura peatonal. Lo mismo ocurre con los edificios residenciales y zonas comerciales con vitrinas, así como los elementos del mobiliario urbano, como postes de luz, buzones, señales de tránsito, paraderos de buses, ventas ambulantes, entre otros, que por supuesto, deben ser descontados del área efectiva de caminata (Manual de capacidad de carreteras, 2 000).

Ancho Total ( $W_T$ ): aquel que posee el paso sometido a estudio (m).

Ancho Efectivo ( $W_E$ ): es el ancho del paso del que realmente dispone el peatón, para circular por él (m).

$$W_E = W_T - W \dots\dots\dots (4)$$

Dónde: W Suma de obstáculos y restricciones (m).

Tabla 2. Factores de ajuste de ancho de las vías peatonales

Obstáculo	R (m)	Obstáculo	R (m)
<b>Limites vía peatonal</b>		<b>jardinería</b>	
Línea de fachada	0,45	Arboles	0,61 – 1,22
Fachada	0,60		
Fachada con escaparate	0,90	jardines	1,52
Bordillo	0,45		
<b>Mobiliario urbano</b>		<b>Usos comerciales</b>	
Báculos de alumbrado	0,75 – 1,10	Tenderetes	1,22 – 1,81
Semáforos	0,90 – 1,22	Kioscos	1,50 – 3,26
Alarmas contra incendio	0,75 – 1,13	Elementos de publicidad	0,80 – 1,23
Señales de tráfico	0,61 – 0,75	<b>Accesos</b>	
Cabinas de teléfono	1,22	Escaleras	1,66 – 2,13
Buzones	0,97 – 1,13	Rejillas de ventilación	1,83

Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras, 2 000

- **Volumen peatonal:** es el número de peatones que pasa por un punto en una unidad de tiempo. Usualmente se determina en peatones por metro por minuto ( $p/m/min$ ) (Castañeda, 2 010).

**c) Velocidad**

Es la distancia recorrida por unidad de tiempo. Al tratarse de un paso peatonal, se establece la velocidad promedio en todos los peatones que pasan por un

tramo en un momento de mayor demanda; esta medida se ve afectada por las diferentes características del mismo, si es hombre o mujer, ya que el hombre camina un 15 o 20% más rápido que una mujer, la edad, porque la velocidad se reduce de un 10 a un 30%, y los obstáculos que se puedan presentar tanto de personas como de la propia infraestructura (Castañeda, 2 010).

$$V = \frac{nL}{t} \dots\dots\dots (5)$$

Dónde:

V = velocidad en (m/min)

n = número de peatones (pt).

L = Longitud del tramo (m).

t = tiempo (min)

La edad del peatón es un factor importante relacionado con los accidentes generados por la colisión de vehículos con peatones. Los peatones muy jóvenes son generalmente descuidados con el tráfico vehicular, sea por ignorancia o exceso de confianza. Por otro lado, los peatones de mayor edad pueden resultar afectados por limitaciones en su percepción sensorial y mayor tiempo de reacción, otras razones (Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas, 2 005).

Tabla 3. Velocidades medias normales de peatones

<b>Edad y sexo</b>	<b>Velocidad (m/s)</b>
Hombres de menos de 55 años	1,7
Hombres de más de 55 años	1,5
Mujeres de menos de 50 años	1,4
Mujeres de más de 50 años	1,3
Mujeres con niños	0,7
Niños de 6 a 10 años	1,0
Adolescentes	1,8

Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas, 2 005

Tabla 4. Velocidad según el tipo de viaje

<b>Domicilio – Trabajo</b> (un solo sentido)	<b>Tráfico mixto</b> (Profesional y compras)	<b>Área comercial y de recreo</b> (Con circulación en sentido contrario)
1,2 a 1,6 m/s	1,0 a 1,4 m/s	0,8 a 1,2 m/s

Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas, 2 005

La velocidad de los peatones depende principalmente de la densidad del flujo, del motivo del viaje y del tipo de peatón según se observa en la tabla 3 y tabla 4.

#### d) Densidad y espacio peatonal

- **Densidad:** es el número de peatones por unidad de área. Se expresa en peatones por metro cuadrado (pt/m<sup>2</sup>).
- **Superficie o espacio peatonal:** es la superficie media de que dispone cada peatón en una zona, evaluada en metros cuadrados por peatón (m<sup>2</sup>/pt).
- **Intervalo:** es la separación entre peatones, medida en unidades de tiempo. Por ejemplo, una circulación de 30 peatones por minuto determina un intervalo medio de dos segundos (Castañeda, 2 010).

#### ✚ Caracterización de flujos peatonales

El ingeniero de tránsito suele determinar las variables de flujo peatonal mediante la realización de toma de información primaria o estudios de campo, la metodología para estos estudios suele variar dependiendo del objetivo que se pretenda lograr, así, por ejemplo, un estudio de volumen peatonal que pretenda determinar el grado de utilización de una acera, puede no requerir la distinción del tipo de peatón; mientras que un estudio de volúmenes para diseñar un cruce en una zona de alto flujo peatonal requiere necesariamente conocer la participación y características de cada categoría considerada dentro de la corriente peatonal (Guío, 2 009).

Existen básicamente dos técnicas para recolección de datos respecto a movilidad peatonal: manualmente y mediante sensores. La técnica manual se ha utilizado tradicionalmente en los estudios peatonales, y es indispensable, por ejemplo, para los estudios de inventario vial, auscultación del estado de la red o inventario de señalización; la principal restricción que presenta esta técnica es que la presencia de personal en campo puede interferir con el comportamiento usual de los peatones, induciendo errores (Guío, 2 009).

### **1. Estudios de inventario**

Su objetivo es determinar las características geométricas de la infraestructura peatonal y otras condiciones físicas como su estado, la localización de obstáculos, riesgos y condiciones que puedan afectar el movimiento de las personas. Los estudios de inventario también consideran la señalización vial para peatones, esto involucra: señales verticales, demarcación horizontal, dispositivos de control del tránsito, elementos de apoyo como barandas, rampas, zonas sensoriales, entre otras.

Como resultado de estos estudios, el ingeniero de tránsito determina las características de la oferta y puede detectar falencias de la misma.

El nivel de detalle del estudio de inventarios es relativo al nivel del proyecto que se esté desarrollando, de esta forma, un proyecto con fines de planificación de transporte requerirá un nivel de detalle bajo, mientras que un estudio de nivel operativo necesitará mayor precisión, especialmente si se van a calibrar modelos de flujo o modelos de simulación microscópica.

Debe tenerse especial cuidado al referenciar aquellos elementos que brindan accesibilidad a los peatones con movilidad restringida, como escalones, rampas, sensores, delimitadores, canalizadores, etc. así como los elementos propios del mobiliario urbano, como sillas, postes de servicios, iluminación, zonas verdes, entre otras (Guío, 2 009).

## **2. Volumen de tránsito peatonal**

También denominado aforo o conteo, es un estudio realizado comúnmente en ingeniería de tránsito, su objetivo es cuantificar la demanda de infraestructura peatonal, especialmente su variación (espacial y temporal), distribución (por sentidos o cruces en accesos de intersecciones) y composición (de acuerdo con los atributos de los peatones, como género, edad y ocupación).

Los aforos peatonales son realizados mediante sensores que el peatón generalmente no detecta como lo son las cámaras de video, sin embargo, su utilización en los aforos implica contar con software especializado para conteo. Sin embargo, en muchos sistemas con altos flujos peatonales, los conteos son realizados en forma mecánica o mediante sensores electromagnéticos u ópticos. En los estudios de ingeniería de tránsito aún se utiliza mucho el conteo manual, puesto que en ocasiones se requiere identificar algunas características del peatón, por ejemplo su edad; realizar esta identificación mediante el uso de sensores puede resultar muy costoso e involucrar grandes errores de medición. Otro aspecto que ha inducido la continuidad en el uso de conteos manuales es el costo de la mano de obra dado que no se requiere preparación especial para realizar este tipo de estudio (Guío, 2 009).

## **3. Velocidad de caminata**

Los estudios de velocidad peatonal tienen muchas aplicaciones en ingeniería de tránsito, pues esta es la variable de flujo más importante.

El objetivo de realizar un estudio de velocidades de caminata es llegar a determinar los parámetros adecuados para realizar diseño de infraestructura peatonal.

La velocidad de caminata se mide principalmente utilizando técnicas de observación directa en campo, esta observación suele realizarse en una base con longitud predeterminada, y la medición del tiempo de caminata en la misma. La longitud de la base debe conservar dos criterios fundamentales, primero, si la medición es manual, el observador debe tener tiempo suficiente para realizar las operaciones respectivas en el cronómetro, de manera que los posibles errores

en el registro de los datos sean bajos respecto a la observación, así, si se tiene una velocidad media de caminata de 1,2 m/s, se requerirá una base de al menos 3,00 m para que el observador tenga al menos un par de segundos para realizar la medición del tiempo. En segundo lugar, debe tenerse en cuenta que, si se trata de observar una velocidad puntual, debe procurarse utilizar la menor longitud de base posible. De esta forma, en el estudio de velocidades la longitud de la base estará en función del objetivo del estudio y de la tecnología disponible para la medición del tiempo (Guío, 2 009).

#### **4. Densidad peatonal**

La medición de densidad peatonal se realiza con el fin de encontrar condiciones operativas, especialmente cuando se trata de evaluar atributos como la comodidad. Existen dos condiciones que deben considerarse en los estudios de densidad: peatones en movimiento y peatones en áreas de espera.

Los estudios para determinar densidad peatonal también se basan en observación directa en campo. Debe tenerse en cuenta que la densidad es una variable estática, por esta razón, su observación manual suele ser dispendiosa.

El método de medición manual de la densidad se basa en definir previamente un área o áreas de observación, estas áreas deben tener un tamaño lo suficientemente grande como para tener buena probabilidad de que en un instante dado se observe un número significativo de peatones. Pero el tamaño debe ser lo suficientemente pequeño para que la observación sea instantánea, de manera que no entren ni salgan peatones al área considerada durante la observación.

El método más utilizado para determinar densidad es la utilización de cámara de video o cámara fotográfica, puesto que sobre una imagen puede contarse el número de peatones por unidad de área con precisión.

Usualmente suele determinarse indirectamente la densidad, sin recurrir a su medición, a partir de la ecuación fundamental del flujo vehicular, con base en conteos de flujo y determinación de velocidad media espacial (Guío, 2 009).

## **5. Estudios de observación**

Los estudios de observación son muy importantes dentro del proceso de investigación de campo, pues permiten detectar posibles falencias del sistema peatonal, ya sean debidas al peatón, a la infraestructura, a la interacción con otros sistemas o al entorno.

Los principales estudios de observación peatonal se enfocan hacia identificar características del comportamiento de los peatones, especialmente los conflictos con los vehículos, el acatamiento de las normas de tránsito y el llamado "comportamiento exhibido", principalmente en los cruces (Guío, 2 009).

### **✦ Clasificación de vías peatonales**

El Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas (2 005), los clasifica en:

- a) Vías peatonales expresas.** En casos excepcionales (túnel, puente, etc.) y donde la demanda peatonal sea excesiva, se puede optar por fajas peatonales con accesos controlados y preparados para conducir peatones sin propiciar detenciones.
- b) Vías peatonales arteriales.** Se presentan en diversos puentes de la ciudad, generalmente en zonas de comercio y servicios, o adyacentes a vías vehiculares de tipo arterial. Su rol es llevar los grandes flujos peatonales de origen a destino.
- c) Vía peatonal colectora.** Cumple el rol de alimentar a las vías arteriales, integrando con ellas el flujo peatonal de las vías locales. El diseño de estas se aprecia también en zonas de recreación o paseos.
- d) Vías peatonales locales.** Es el caso más común en nuestro medio y muchas veces es el peatón quien condiciona y asume el dominio de estas vías sin que el diseño de los mismos los haya preparado para tal fin.

Tabla 5. Anchos de veredas según el tipo de vía peatonal

Clasificación Vial	Dimensionamiento		Observación
	Mínimo (m)	Deseable (m)	
Expresa			No Recomendable
Arterial	2,5 – 3,50	4,00	Protección
Colectora	1,5 – 2,50	3,00	Protección
Local	1,2 – 1,50	2,00	

Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas, 2 005

Tabla 6. Nivel de servicio peatonal en avenidas

Nivel de Servicio	Flujo de servicio esperado			
	peatón/min/m	m <sup>2</sup> /peatón	m/min	m/s
A	≤ 7	≥ 12,1	≥ 79	≥ 1,31
B	≤ 23	≥ 3,7	≥ 76	≥ 1,28
C	≤ 33	≥ 2,2	≥ 73	≥ 1,22
D	≤ 49	≥ 1,4	≥ 69	≥ 1,14
E	≤ 82	≥ 0,6	≥ 46	≥ 0,78
F	Variable	< 0,6	< 46	< 0,78

Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas, 2 005

### 2.2.2. Niveles de servicio

#### a. Nivel de servicio en pasos peatonales

Según Manual de Capacidad de Carreteras (2 000), los clasifica en:

- **Nivel de servicio A:** En la Fig 1, se muestra que los usuarios se mueven en zonas ideales sin interferencias de otros peatones. Estos prácticamente caminan en la trayectoria que desean, sin verse obligados a modificarla por la presencia de otros peatones. Las velocidades de marcha son elegidas libremente y los conflictos entre peatones son improbables.

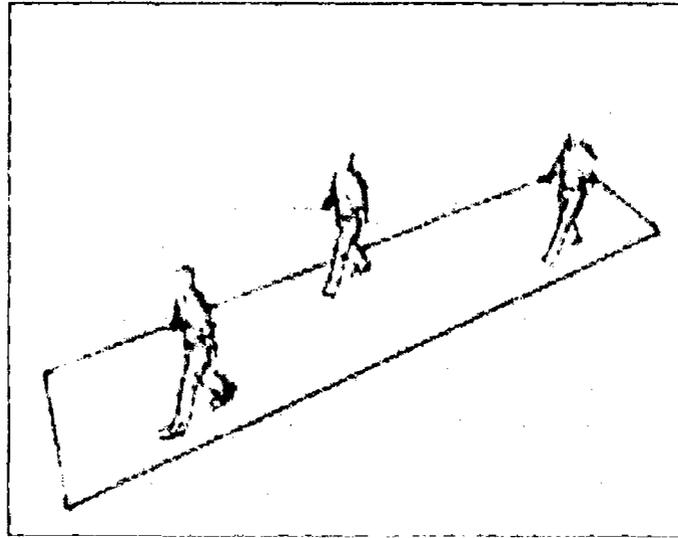


Figura 1. Nivel de Servicio A

- **Nivel de servicio B:** En la Fig 2, se muestra que hay suficiente área para que el peatón camine libremente a la velocidad que desee. A este nivel, los peatones comienzan a enterarse de la presencia de otros y a seleccionar una trayectoria adecuada. Las velocidades de marcha son elegidas libremente y los conflictos entre peatones son improbables.

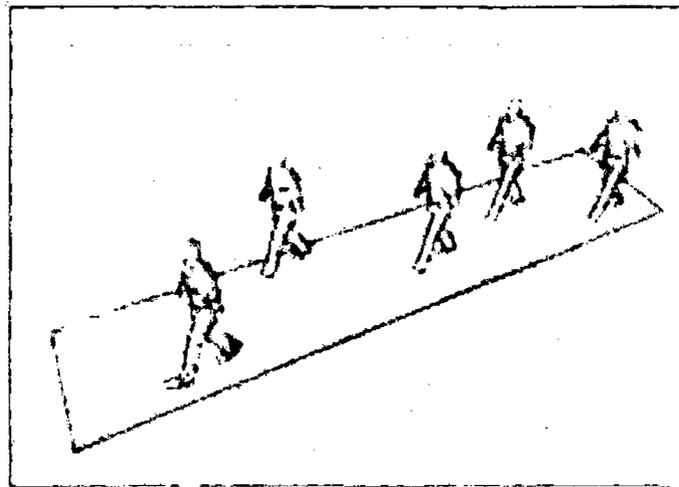


Figura 2. Nivel de Servicio B

- **Nivel de servicio C:** En la Fig 3, se muestra que el espacio es suficiente para velocidades de marcha normales y para sobrepasos sobre otros peatones en la dirección principal. El movimiento en dirección contrario o la realización de cruces pueden causar pequeños conflictos, lo cual hará que las velocidades y flujos sean un poco menores.

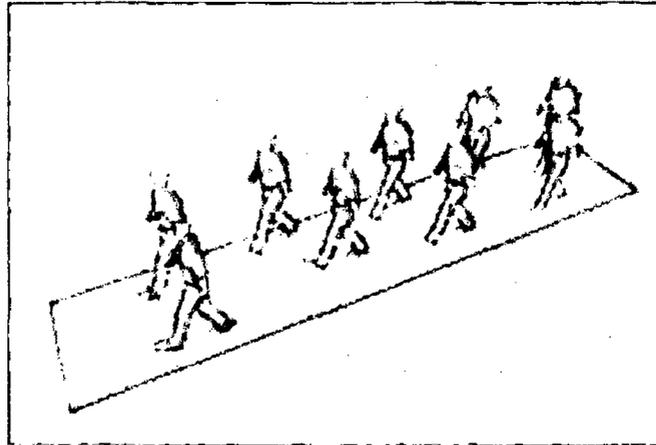


Figura 3. Nivel de Servicio C

- **Nivel de servicio D:** La libertad de elegir la velocidad de marcha individual o realizar sobrepasos, están restringidos según muestra la Fig 4, Los movimientos en la dirección secundaria o en cruce, presentan una alta probabilidad de conflictos y requieren frecuentes cambios de posición y velocidad. Este nivel de servicio indica una circulación razonablemente fluida, pero la fricción e interacción entre los peatones es muy probable.

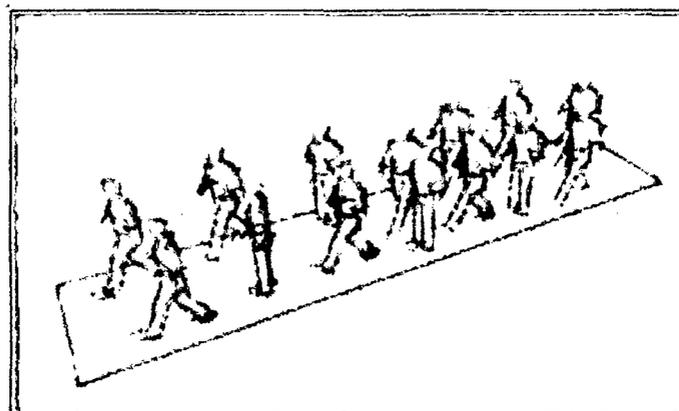


Figura 4. Nivel de Servicio D

- **Nivel de servicio E:** En la Fig 5, se muestra que prácticamente todos los peatones verán restringida su velocidad normal de marcha, lo que les exigirá con frecuencia modificar y ajustar su paso. En su nivel más bajo, el movimiento hacia adelante es posible solamente arrastrando los pies.

El espacio no es suficiente para hacer sobrepasos sobre los peatones más lentos. Los movimientos en la dirección secundaria o la realización de cruces son posibles, pero con dificultad extrema. Los volúmenes de diseño se acercan al límite de la capacidad peatonal, con cuellos de botella e interrupciones de flujo.

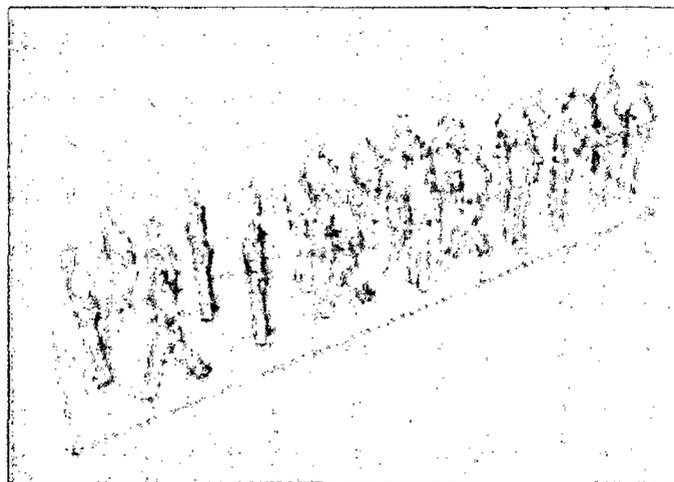


Figura 5. Nivel de Servicio E

- **Nivel de servicio F:** Todas las velocidades de marcha están totalmente restringidas y el movimiento hacia adelante se realiza solamente arrastrando los pies según muestra la Fig 6, Hay un contacto frecuente e inevitable con otros peatones. Los movimientos en la dirección secundaria o la realización de cruces son virtualmente imposibles de realizar. El flujo es esporádico e inestable. El espacio es más característico de zonas de espera que de zonas de paso peatonales.

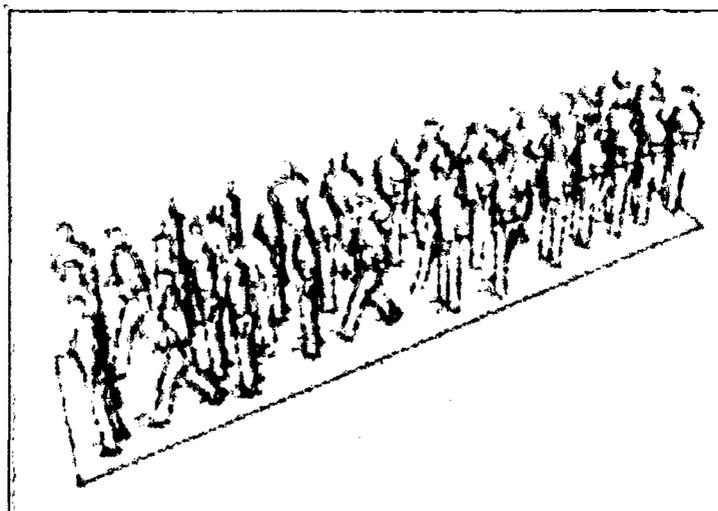


Figura 6. Nivel de Servicio F

**b. Nivel de servicio en esquinas de aceras**

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. En estas zonas, el peatón está parado temporalmente, mientras espera que le presten un cierto servicio. El nivel de servicio de las zonas de espera depende de la superficie media disponible por cada peatón y del grado de movilidad permitido. En aglomeraciones densas en pie, apenas hay sitio para moverse, pero a medida que aumenta la superficie media por persona es posible una cierta movilidad.

En la Tabla 7, se describen los niveles de servicio para las zonas de espera en función de la superficie media por peatón, la comodidad personal y el grado de movilidad interna (Manual de Capacidad de Carreteras ,2 000).

Tabla 7. Nivel de servicio peatonal en esquinas de aceras

---

**Nivel De Servicio A**

Ocupación media de la zona peatonal: 1,17 m<sup>2</sup>/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 m<sup>2</sup>/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 m<sup>2</sup> /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 m<sup>2</sup>/ 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 m<sup>2</sup>/ 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: 0,18 m<sup>2</sup>/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

## Peatón

Se define a un peatón como a cualquier persona que se moviliza a pie; para los viajes relativamente cortos, el caminar puede ser un modo eficiente. Los peatones tienden, para anticipar a su objetivo, mirar a una visual de  $15^\circ$  debajo de la horizontal de los ojos; generalmente no observan hacia abajo a menos que algo atraiga su atención, por lo tanto, cuando haya cambios uniformes en la elevación de la superficie, o en las características del terreno, éstas no se considerarán en la Fig 7, se muestra la representación simplificada del área mínima que necesita un peatón para su libre tránsito sin tener un contacto físico con otro peatón (Castañeda, 2 010).

El peatón tiene gran movilidad y tiende a recorrer las distancias más cortas posibles entre los puntos de origen y destino, Es reacio a desviar su ruta aun cuando eso se requiera para utilizar cruces establecidos, también a esperar en las veredas y a usar pasos peatonales en desnivel. El peatón baja con frecuencia a la calzada si existen obstáculos u otros peatones que le restringen su andar. Es sensible al confort y al atractivo del clima y ambiente (Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas, 2 005).

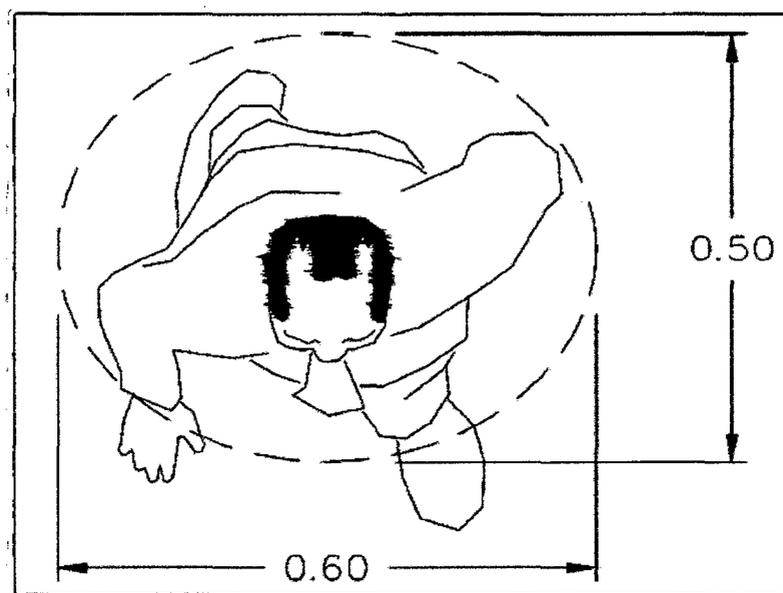


Figura 7. Área ocupada por un peatón

## **Comportamiento peatonal**

El peatón es quien más expuesto e indefenso está fundamentalmente en la niñez por desconocimiento del peligro, por falta de conciencia sobre el valor seguridad, por falta de dominio personal y de las interacciones de tránsito, que lo llevan a tener actitudes imprudentes. Creer que el peatón está menos expuesto que los conductores a los peligros de un accidente de tránsito, es un gran error. Si bien el peatón tiene siempre la prioridad, hay dos factores adversos y ambos atribuibles a fallas humanas: por un lado, el conductor que ignora o infringe la prioridad del peatón; y por otro, el peatón mismo, que viola las normas de seguridad por ignorancia, distracción o imprudencia (Castañeda, 2 010).

## **Visibilidad y reacción del peatón**

La visibilidad del peatón se define como la percepción visual que tiene el peatón respecto a los vehículos que pasan por la vía, la forma como puede identificar el peligro y el grado en que pueda verse afectado. Esta varía de acuerdo la hora del día, dependiendo si se trata del día o la noche; en condiciones nocturnas influyen dos factores: la iluminación que pueda tener el peatón y el contraste visual del peatón con su entorno. En la luz del día el contraste con su entorno es una ayuda muy importante a su visibilidad, los colores pueden ser más pronunciados, lo que no ocurre en las sombras de los árboles, edificios y bajo condiciones climáticas no favorables para el peatón (Jerez y Torres, 2 009).

**Intersecciones semaforizadas:** Los puntos críticos de accidentalidad peatonal en intersecciones semaforizadas de las ciudades presentan los siguientes problemas según el Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas, (2 005):

- Falta de fases peatonales protegidas.
- Insuficiencia de tiempo peatonal.
- Mala utilización del tiempo intermedio por de los peatones y conductores.
- Problemas en la demarcación del paso peatonal.
- Falta de dispositivos de control apropiadas para todo tipo de peatones.



Figura 8. Etapas del cruce peatonal (Intersección semaforizadas)

El análisis de capacidad define un área de espera donde busca garantizar que los peatones tengan suficiente espacio en la Fig 8, Se muestra las dos etapas del cruce peatonal en la fase de espera y cuando el peatón está cruzando a través de los pasos de cebra que debe existir en el paso peatonal.

De igual forma, el área por donde los peatones cruzan debe contar con suficiente espacio. Una consideración importante es el tiempo de espera ya que a mayor tiempo existe mayor probabilidad de que el peatón ignore la señal del semáforo y decida cruzar cuando vea una brecha (Manual de Capacidad para Carreteras, 2 000).

Tabla 8. Nivel de servicio peatonal en intersección semaforizadas

Niveles de servicio	Demora peatonal (Segundos/Peatón )	Probabilidad de desobediencia
A	$\leq 10$	Baja
B	10 – 20	
C	20 – 30	Moderada
D	30 – 40	
E	40 – 60	Alta
F	> 60	Muy alta

Fuente: Manual de Capacidad para Carreteras, 2 000

## ✦ Consideraciones de diseño para vías peatonales

La principal consideración de diseño es la de proveer sistemas seguros y adecuados para el flujo peatonal convencional así como para el eventual flujo de peatones con alguna discapacidad. El diseño de las vías peatonales debe tener en cuenta tanto las características del flujo peatonal como la capacidad de dichas vías. Debe tenerse presente también diversas particularidades de la conducta y modos de operación del peatón, del flujo peatonal y/o vehicular.

Según Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas, (2 005) se tiene las siguientes consideraciones para vías peatonales.

### 1. Diseño en planta

El diseño en planta está referido a determinar el alineamiento horizontal y el ancho.

- **Alineamiento horizontal.**- La alineación de una vía peatonal resulta de hacer discurrir la misma en forma sensiblemente paralela a la envolvente de las líneas de borde de las propiedades adyacentes. Esta línea puede verse afectada por la ocupación puntual de espacios públicos adosados a ella para otros fines autorizados que no sean desplazamiento (ejemplo: quioscos, vendedores en general, etc.). El trazado de los bordes de la vía peatonal no debe presentar quiebres (el radio de curvatura de las alineaciones empleadas será mayor o igual a 5,00 m) cuando la vía no queda flanqueada por elementos de cierta altura, que puedan servir de guía óptica, y cuando las densidades peatonales no son altas. En tales casos un cambio fuerte de dirección opera como recodo y puede producir entorpecimiento del flujo peatonal.
- **Ancho.**- Este es el ancho que se debe prever para la circulación de peatones, que debe ser continua y libre de obstáculos. Se considera que el ancho mínimo recomendable para un flujo peatonal es de 2,00 m, que corresponde al espacio necesario para que se crucen dos personas que llevan paquetes, coche de niños o que circulen en silla de ruedas según muestra en la Fig 9.

Ese ancho mínimo recomendable puede reducirse hasta 1,20 m., que es el ancho mínimo absoluto previsto en nuestro Reglamento Nacional de Construcciones, en calles locales en las que se prevea un tráfico ínfimo de peatones. Si los flujos vehiculares también son bajos se puede estar en un caso en el que convenga analizar la posibilidad de eliminar del todo la vereda y diseñar una calle vereda.

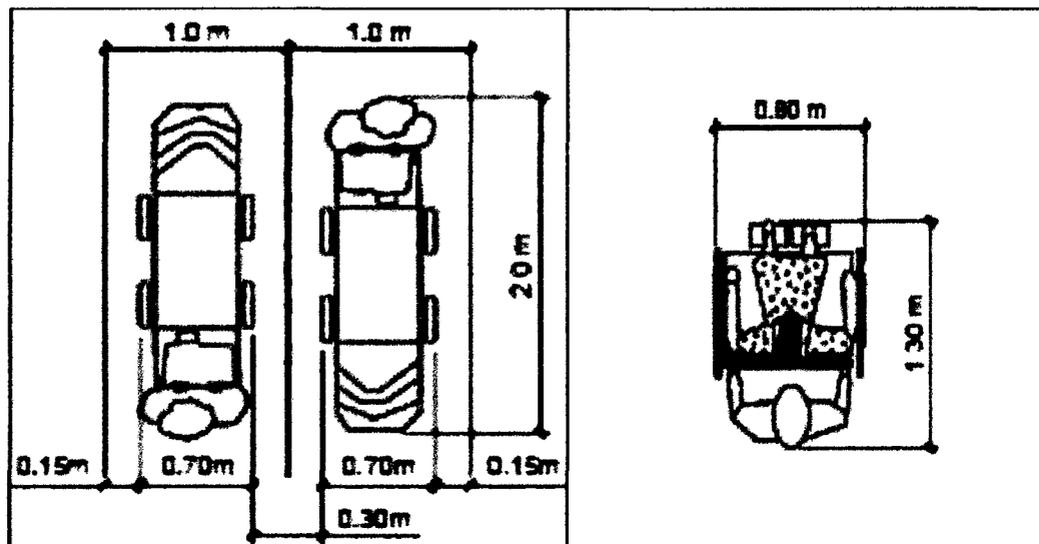


Figura 9. Espacio requerido por un peatón en silla de ruedas.

## 2. Sección transversal

Una franja de esta naturaleza debe ser homogénea, sin irregularidades en su sección que puedan significar un peligro. Eventualmente puede limitársela con alguna línea que destaque (baldosas de otro color), si se pretende algún objetivo estético, pero este detalle no debe sobresalir de la línea continua de su perfil.

La pendiente transversal debe ser constante con un mínimo de 0.5% para revestimientos lisos y un máximo de 3% cuando no se tiene revestimiento o éste es muy rugoso según se muestra en la Fig 10, La pendiente transversal máxima será de 2% para vías peatonales revestidas. En los casos en los que una vía peatonal sea cruzada por la entrada vehicular a un predio, la pendiente de esa entrada vehicular debe adecuarse para cumplir el requisito indicado de pendiente máxima de la vía peatonal.

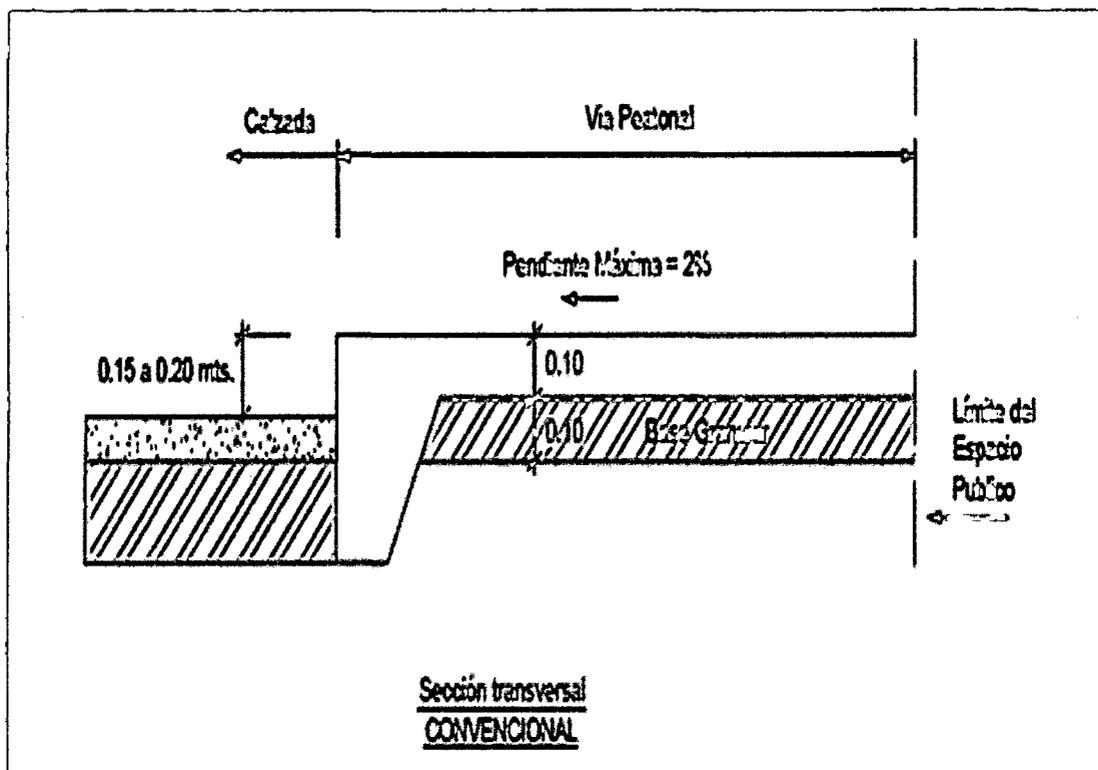


Figura 10. Sección trasversal de una vía peatonal.

### 3. Pendiente longitudinal

La pendiente longitudinal de vías peatonales no deberá exceder la pendiente establecida para las calzadas adyacentes. Sin embargo se permitirá que la pendiente de las vías peatonales sea mayor que la de las calzadas adyacentes siempre y cuando la pendiente de la vía peatonal sea menor que el 5%.

### 4. Pendiente de berma para estacionamiento

Según se muestra en la fig11, La pendiente transversal de bermas para estacionamiento ( $P_b$ ) emplazadas entre una vía peatonal y una calzada será igual o mayor que la pendiente transversal de la vía peatonal adyacente ( $P_v$ ), y en ningún caso menor a 1%.

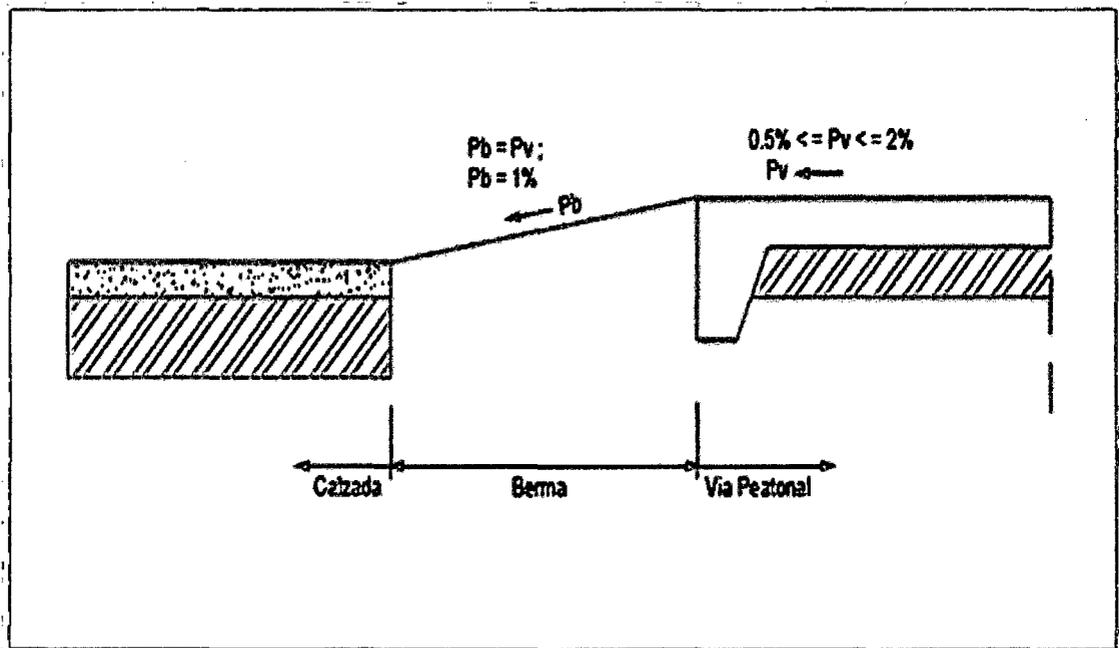


Figura 11. Pendiente recomendada en vías peatonales

## 5. Esquinas

La concentración de movimientos de peatones en esquinas y pasos para peatones, los convierte en tramos de tráfico críticos tanto para la red vial urbana como para la peatonal.

El problema de la esquina de acera es más complejo que en el caso de un tramo de acera entre esquinas, estando influido por los flujos de cada acera confluyente y por las muchas combinaciones de movimientos posibles como se puede observar en la Fig 12, Cada uno de los movimientos que llegan a la esquina pueden bien seguir recto, O bien girar a la izquierda, o bien girar a la derecha.

Las esquinas no son más que un frente de encuentro entre dos zonas peatonales que se cruzan, sean estas veredas, paseos o calles peatonales. Conviene sin embargo destacarlas como una zona especial por el comportamiento del peatón en relación a ellas.

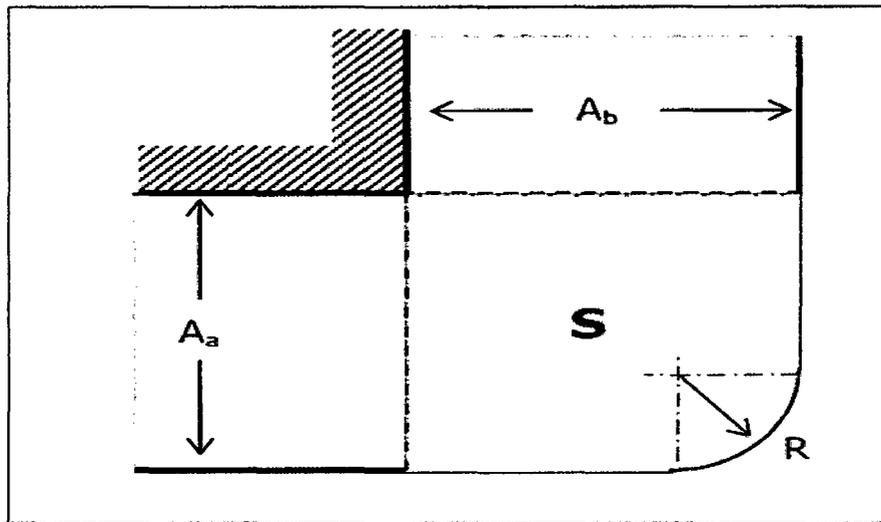


Figura 12. Características geométricas de una esquina.

Las esquinas suelen ser también punto de encuentro y espera de los peatones como se puede observar en la Fig 13, sea porque allí se ejecuta el cruce de las calzadas, porque allí existen quioscos donde se exhiben diarios y revistas, o simplemente porque la aparición de un espacio no lineal, con alternativas visuales amplias, los predispone a una actitud distinta a aquella propia del mero desplazamiento.

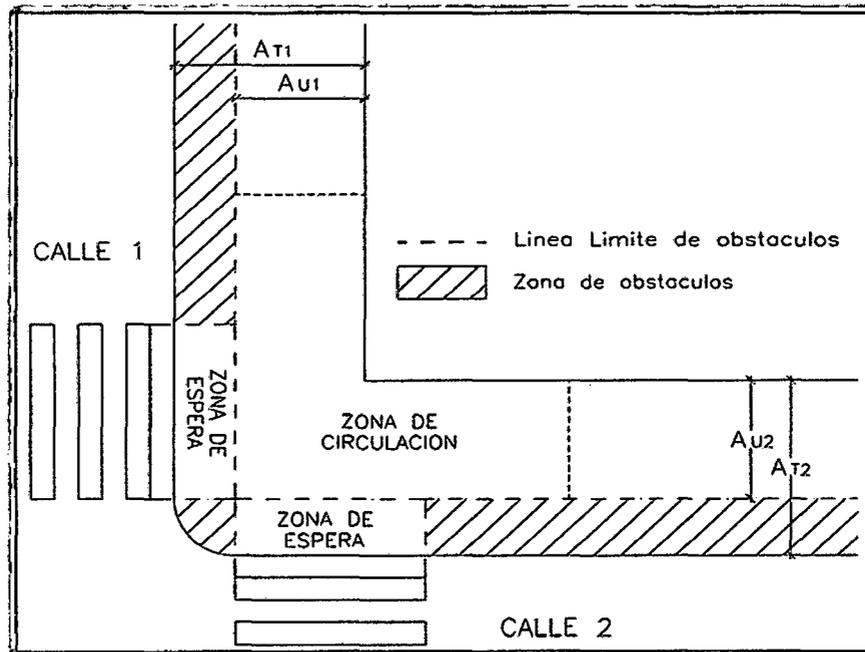


Figura 13. Zonas de circulación y espera en esquinas.

## **6. Vías peatonales en terrenos de fuerte pendiente**

Si bien el territorio peruano presenta zonas con topografía relativamente plana donde se emplazan ciudades, existen también zonas urbanas desarrolladas en lugares con pendientes pronunciadas que requieren, además de sus respectivas vías vehiculares, otras de carácter exclusivamente peatonal.

Ciudades o centros urbanos emplazados en nuestra serranía, así como también en las periferias de las ciudades mayores, se desarrollan en laderas de cerros con pendientes a veces superiores a los 50°.

Muchos centros poblados actuales, emplazados en terrenos con fuerte pendiente, requieren ser dotados de vías peatonales de acceso. El diseño de estas se hace empleando los criterios de capacidad de vías y se sugiere considerar la velocidad promedio del peatón como 0,40 m/s.

### **■ Resaltos o lomos de seguridad**

La influencia del exceso de velocidad sobre la ocurrencia y gravedad de accidentes de tránsito se encuentra documentada en diversas investigaciones. En efecto, son múltiples las situaciones donde una reducción de la velocidad ha permitido disminuir el número de accidentes.

La creciente demanda por soluciones al problema de velocidad excesiva, ha llevado al desarrollo de una gran variedad de medidas reductoras, independientes de la voluntad del conductor, dentro de las cuales destacan, por su eficiencia, los denominados Resaltos o Lomos de Seguridad, también conocidos como "Gibas". Estos dispositivos, han sido utilizados exitosamente en otros países en accesos a intersecciones con altas tasas de accidentes, en cruces donde es necesario proteger el flujo peatonal y en diversos tipos de vía donde es necesario disminuir las velocidades de circulación vehicular.

Si bien lo anterior muestra que este tipo de reductores constituye un real aporte al mejoramiento de la seguridad vial local, un incorrecto diseño, ubicación y construcción de éstos puede generar impactos nocivos como, reasignación de flujos no deseados, demoras excesivas y migración de accidentes (Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas, 2 005).

Este tipo de resaltos apuntan al tratamiento de las siguientes situaciones según el Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas, (2 005).

- Cruces regulados por señal de prioridad donde ésta no se respeta y/o se observa exceso de velocidad por la rama secundaria.
- Cruces de vías de acceso o locales no reguladas, donde se requiere reducir la velocidad.
- Cruces y tramos de vía donde es necesario proteger el flujo peatonal.
- Tramos de vía donde se registra exceso de velocidad.

### **■ Intersecciones y cruces de calzada**

Cuando los peatones encuentran una intersección interrumpen significativamente el flujo peatonal. Las vías peatonales deben por tanto proveer suficiente área para almacenamiento para aquellas personas que esperan cruzar, así como un área adecuada para el cruce que pasará la intersección.

Tan pronto los peatones reciben la indicación de cruzar, en caso de que exista semáforo o indicaciones de un policía de tránsito, el ancho y largo del cruce peatonal se convierten en importantes. Los cruces peatonales deben tener ancho suficiente para acomodar los flujos en ambas direcciones durante la fase o periodo destinado al cruce. Mientras más ancha sea la calle más tiempo requerirán los peatones para cruzarla y por tanto se dispondrá de menor tiempo para otros movimientos importantes de la vía (Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas, 2 005).

En intersecciones importantes son frecuentes los conflictos entre vehículos y peatones. Las siguientes recomendaciones pueden considerarse para reducir dichos conflictos e incrementar la eficiencia de la calzada:

- Marcas en la calzada (cebras), visibles a toda hora.
- Iluminación próxima a las zonas de cruces.
- Superficies que sirvan como refugio según se muestra en la Fig 14, sean estas islas específicamente diseñadas para tales efectos u otras como medianas, islas separadoras o canalizadores.

- Semáforos con indicadores muy diferenciados para detenerse o seguir.
- Barreras entre las veredas y las calzadas para prevenir el cruce en puntos peligrosos o que producen interferencias importantes al tránsito.
- Vallas, plantaciones o barreras en medianas para evitar cruces en puntos cualesquiera de una calle con calzadas separadas.
- Eliminación de giros conflictivos, cuando ellos pueden ser desplazados sin inconvenientes mayores.
- Provisión de fases especiales de semáforos, para peatones.
- Eliminación de algunos cruces.
- Conversión de calles de doble sentido en calles unidireccionales.
- Campañas educativas que resalten y desarrollen ciertas conductas socialmente positivas.

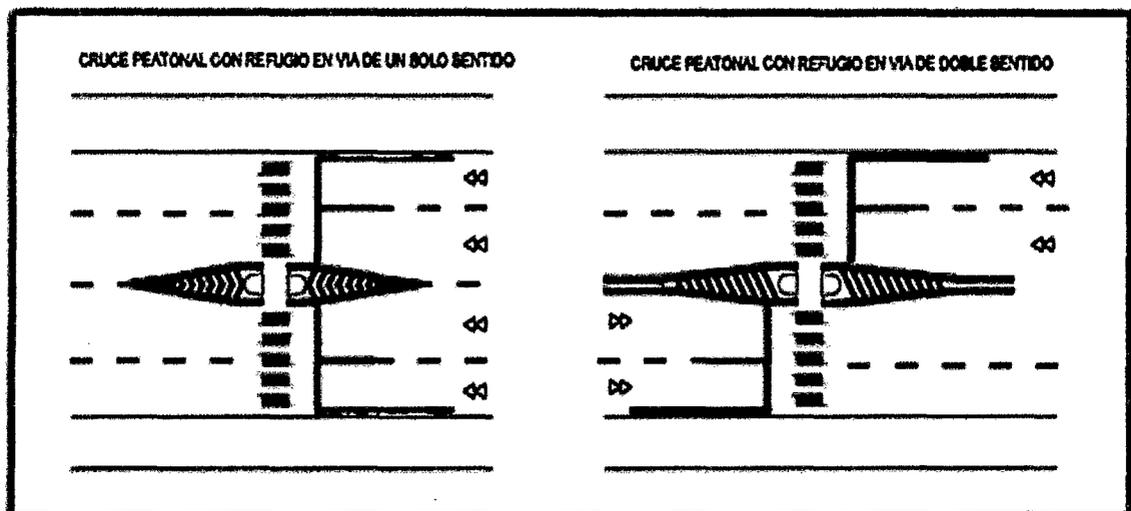


Figura 14. Cruces peatonales en vías de doble sentido.

### 1. Cruces de peatones dentro de los tramos

Estos cruces, cuando se requieran, deben implantarse a la altura de centros importantes de generación de flujos peatonales, como son escuelas, centros comerciales, etc. Dependiendo de las características del flujo peatonal y vehicular de la zona, el cruce se materializa con apoyo de semáforos o cebras con o sin intermitentes amarillos. Si es procedente, se aprovecha una “giba” o resalto (Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas, 2 005).

## 2. Cruces peatonales en intersecciones o esquinas

Las esquinas pueden recibir flujos muy variables de peatones y de vehículos, determinando situaciones que pueden requerir semáforos para optimizarlas. El tratamiento de los cruces depende de la existencia de ellos y de la geometría concreta de la intersección.

En la fig 15 se muestran los puntos de conflicto entre peatones y vehículos en una intersección de cuatro ramas con semáforos. En las tres primeras se ve cómo la eliminación de sentidos de circulación doble va eliminando situaciones conflictivas. Además se observa una simplificación adicional, como resultado de la supresión de uno o más giros. Esto suele ser necesario durante las horas punta (Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas, 2 005).

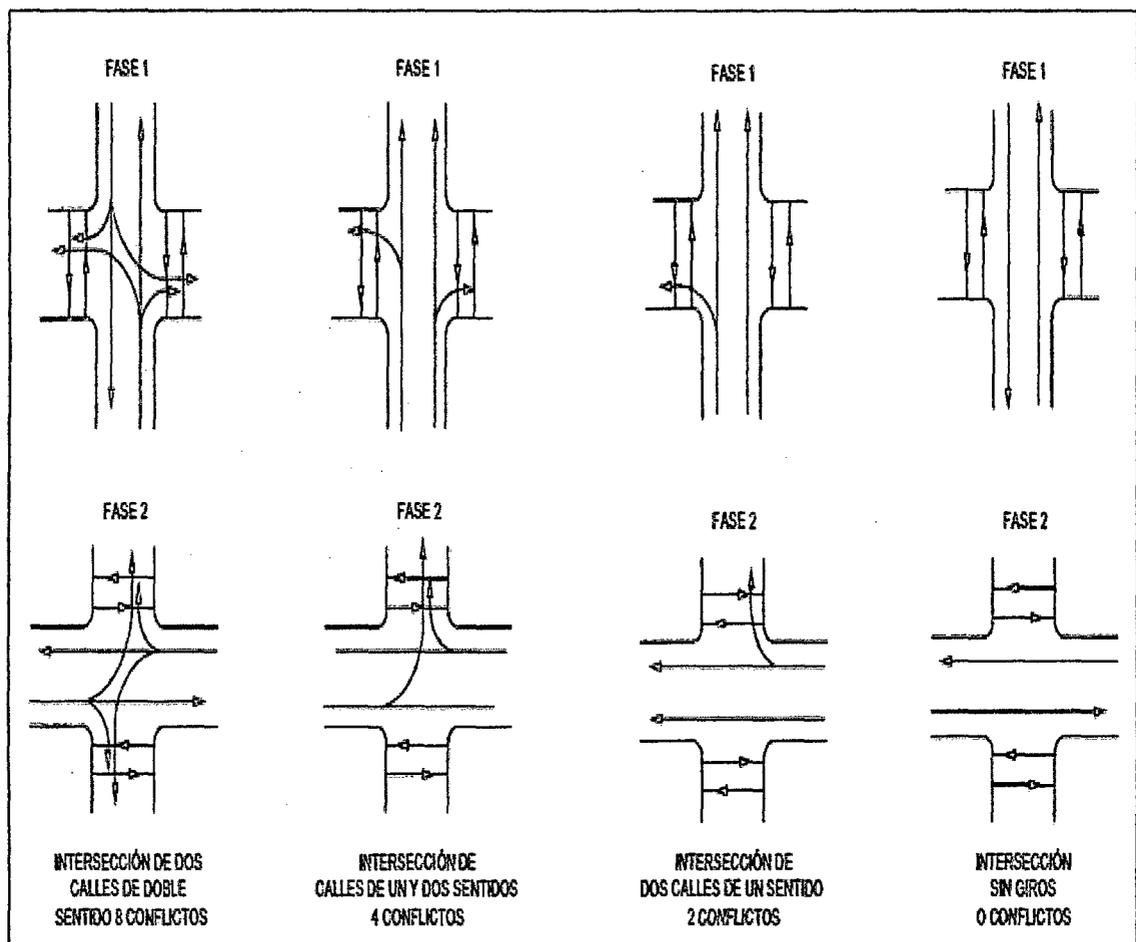


Figura 15. Tipos de cruces peatonales.

## **Tipos de peatones**

Según Castañeda, (2 010) clasifica los siguientes tipos de peatones.

**1. Niños:** debido a la inmadurez propia de su edad, tienen menos capacidades que los adultos, por lo que los lleva a carecer de experiencia en el día a día; muchos de ellos no saben leer aún, por lo que no entienden una señal de tránsito o de peligro, no tienen la habilidad de calcular distancias, entre otras.

**2. Adultos mayores:** cuando un individuo envejece adquiere ciertas limitaciones en cuanto a movilidad y capacidades sensoriales, por ejemplo, es normal esperar que no caminen rápidamente, que sus reflejos sean más lentos, que su agudeza visual se vea afectada, etc.

**3. Personas con movilidad reducida:** este tipo de peatones se diferencia de los demás por la existencia de una deficiencia a nivel cognitivo, mental, sensorial o motor, y por este motivo requieren de la ayuda total o parcial de un tercero.

### **2.3. Definición de términos básicos.- Bañón y Beviá, (2 000)**

**Aceras:** Zona longitudinal de la calle, carretera o camino, elevada o no, destinada al tránsito de peatones.

**Anchura neta, libre o efectiva:** Es la anchura de la vía de que, realmente dispone el peatón para circular por ella.

**Anchura total o bruta:** Aquella que posee la vía sometida a estudio.

**Bordillo:** Pieza de piedra o elemento prefabricado de hormigón colocado sobre una solera adecuada, que constituye una faja o cinta que delimita la superficie de la calzada, la de una acera o la de un andén.

**Calzada:** Zona de la calle, carretera o camino destinada a la circulación de vehículos, componiéndose de uno o más carriles.

**Carril:** Zona longitudinal de la calzada con anchura suficiente para la circulación de una fila de vehículos.

**Ciclo:** Se denomina así, al tiempo necesario para que se dé una sucesión completa de indicaciones en los semáforos conectados a un mismo regulador.

**Densidad peatonal:** Se define como el número medio de peatones existentes por unidad de superficie, dentro de la zona peatonal estudiada.

**Elementos de urbanización:** Son todos aquellos que componen las obras de urbanización, entendiéndose por éstas las referentes a pavimento, saneamiento, alcantarillado, distribución de energía eléctrica, alumbrado público, etc.

**Encintado:** Bordillo enrasado con el pavimento.

**Fase.** Cada una de las combinaciones de indicaciones que permiten uno o varios movimientos simultáneos a través de la intersección de peatones y vehículos. Las luces verde y roja significan respectivamente, la autorización y prohibición de pasar.

**Intensidad peatonal (I):** Es el número de peatones que pasan por una determinada sección de la vía en un determinado tiempo, expresada bien en peatones por 15 minutos, o bien en peatones por minuto.

**Intensidad por unidad de ancho (i):** Es la intensidad peatonal media por unidad de ancho efectivo de la zona peatonal, denominada también Flujo, expresada en (pt/min/m).

**Intersección:** Zona común a dos o varias calles, carreteras o caminos que se cruzan al mismo nivel y en la que se incluyen las plataformas que puedan utilizar los vehículos y los peatones para el desarrollo de todos los movimientos.

**Isleta:** Es una zona bien definida, situada entre los carriles de circulación y destinada a guiar el movimiento de vehículos o a refugio 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.

**Nivel de servicio:** Es un indicador de los distintos grados de comodidad de la circulación peatonal, con base en la realización de una serie de factores.

**Obstáculos o restricciones:** Está conformado por todos aquellos elementos de uso público como cabinas telefónicas, bancas, buzones, postes, entre otros.

**Peatón:** Se puede considerar como peatón a la población en general, desde personas de un año hasta de más de cien años.

**Pelotón:** Hace referencia a un cierto número de peatones que caminan juntos en grupo, normalmente de forma involuntaria.

**Reparto del ciclo:** Es la distribución de éste entre las distintas calles que confluyen en la intersección.

**Velocidad peatonal (V):** Es la velocidad de marcha peatonal media, expresada en metros por segundo.

**Zona de circulación.** Zona disponible para el movimiento de peatones; necesaria para acomodar a los peatones que cruzan durante la fase verde, a los que circulan para sumarse a la cola de la fase roja y también a aquellos otros que circulan entre las aceras adyacentes pero que no cruzan la calle.

**Zona de Espera:** Es la necesaria para acomodar aquellos peatones que se hallan en espera de cruzar la calle durante la fase roja peatonal.

**Zona de influencia peatonal:** Zona que comprende la zona de circulación y de espera.

**Zona de obstáculos.** Zona comprendida entre la "línea límite de obstáculos" y el bordillo de delimitación acera - calzada.

### CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Ubicación geográfica:

La investigación se realizó en la ciudad de Bagua Grande específicamente en la avenida Chachapoyas según se muestra en la Fig 16 y anexo E, Bagua Grande es una ciudad del nororiente del Perú, capital de la provincia de Utcubamba, Amazonas; ubicada a orillas del río Utcubamba, con aproximadamente 51 000 habitantes.

La ciudad de Bagua Grande se encuentra localizada a  $5^{\circ}45'26''$  de latitud sur y  $78^{\circ}26'43''$  de longitud oeste y a una altura de 450 m.s.n.m. y el centro de gravedad del área delimitada como zona de estudio en coordenadas UTM son 783 600 E y 9 363 500 N, (Datum: WGS 84 – Huso 17M)

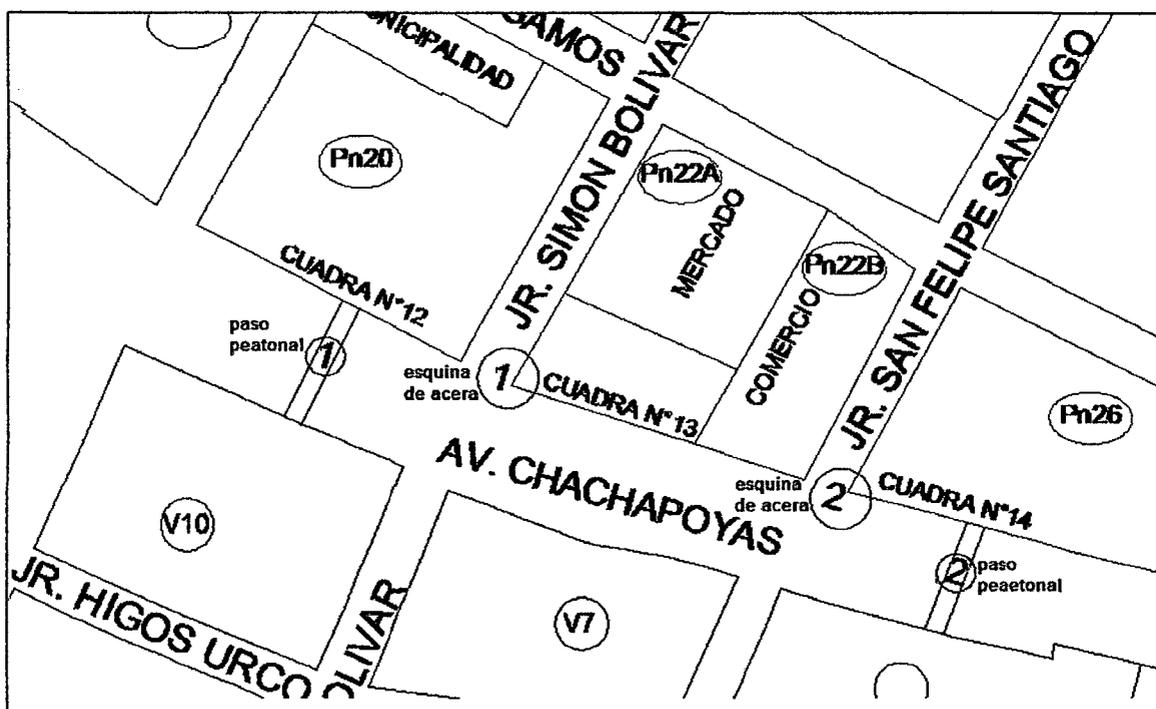


Figura 16.- Se muestra la avenida Chachapoyas cuadras N°12,13 y 14 y los pasos peatonales y esquinas de aceras que se evaluaron en la investigación.

La presente investigación se realizó durante los meses de septiembre a octubre del año 2014, a fin de dar una primera aproximación al problema planteado, ya que no existe investigación alguna que se haya realizado en dicho distrito.

## **3.2. Materiales**

- Software:
  - Microsoft office Excel,
  - Microsoft office Word,
  - AutoCAD 2 012
- Planos
- Wincha
- Cronometro
- Computadora
- Cámara fotográfica 4.5-22.5mm 1:2.5-6.3 25mm 16mp

## **3.3 Método**

### **Diseño metodológico.**

- **Tipo de investigación.** La investigación es del tipo descriptivo, ya que no se manipularon las variables, se reconoció las características de las esquinas de acera y de los pasos peatonales de la avenida Chachapoyas cuadras 12,13 y 14 del distrito de Bagua grande.

### **a) 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 puntos que caracterizan este procedimiento se detallan a continuación.

**Observación preliminar:** Se efectuó una revisión de los distintos movimientos permitidos en cada uno de los casos de estudio tanto para vehículos privados, vehículos de transporte público, peatones según se muestra en la Fig 17, Para esto se utilizó la cámara fotográfica y plano de la zona.



Figura 17. Peatones realizando el flujo de entrada y salida en esquina de acera.

**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 Fig 17, Estos conteos se realizaron cada 15 minutos en las horas punta entre las 7:00 am a 8:00 am, 12:00 pm a 1:00 pm y 6:00 pm a 7:00 pm en los tres días más críticos de la semana que son lunes, miércoles y domingo; para pasos peatonales 1 y 2, y esquina de aceras 1 y 2, de los tres días escogidos 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 18, este flujo se utilizó en la elaboración para obtener los resultados.



Figura18. Peatones cruzando el paso peatonal de la avenida Chachapoyas en la cuadra 14.



Figura 19. 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 y los anchos y longitudes de los pasos peatonales como se muestra en la Fig 20, Para esto se hizo uso de la Wincha la cual tiene una gran precisión de lectura.



Figura 20. Medición de obstáculos presentados en la acera.

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

#### **a.1. 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 los cruces, 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.

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 21, 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).

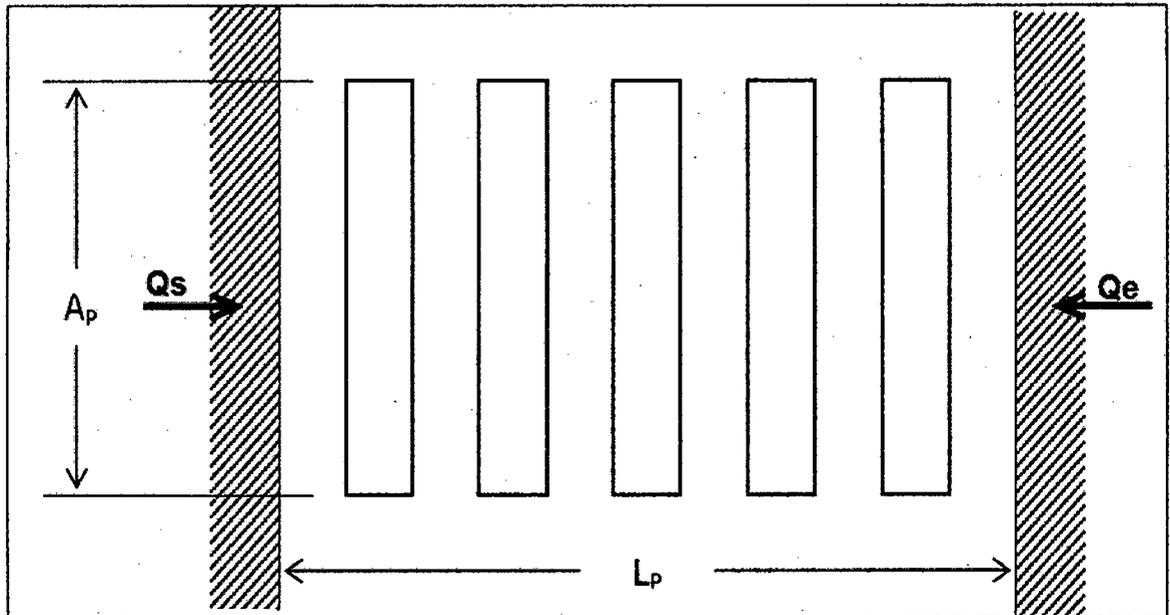


Figura 21. Elementos de un paso peatonal

- $A_p$ : Anchura de paso peatonal (m).
- $L_p$  Longitud del paso peatonal (m).

#### Flujos

- $Q_e$  Flujo de entrada (Pt/15min).
- $Q_s$  Flujo de salida (Pt/15min).

#### Reglaje del semáforo

- C Ciclo (s).
- $V_p$  Verde ámbar (s).
- $R_p$  rojo (s).

## 1. 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.

$$TSp = Sp * \frac{Vp}{60} = Ap * Lp * \frac{Vp}{60} \quad (1)$$

Dónde:

- TSp tiempo espacio disponible en m<sup>2</sup>\*min.
- Ap y Lp anchura y longitud del paso peatonal en metros (m).
- Vp 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.

## 2. Cálculo del tiempo medio de cruce (tp)

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:

$$tp = \frac{Lp}{V} = \frac{Lp}{1.35} \quad (2)$$

Dónde:

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

## 3. Determinación del tiempo total de ocupación del cruce (Tp)

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:

$$Tp = (Ie + Is) * \frac{tp}{60} \quad (3)$$

Dónde:

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

#### 4. Ocupación media ( $\Omega_p$ )

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

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

Dónde:

- $\Omega_p$  es la ocupación media en  $m^2/pt$ .
- $TSp$  es el tiempo-espacio total disponible, en  $m^2*min$ .
- $T_p$  es el tiempo total de ocupación en  $pt*min$ .

#### 5. 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).

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

Dónde:

- $F_p$  flujo peatonal en pt/min/m.
- $V$  = velocidad media (1,35 m/s).
- $\Omega_p$  ocupacion media en  $m^2/pt$ .

## 6. 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 6.

## 7. 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:

$$Q_{max} = (Q_e + Q_s) * \frac{(R_p + t_p)}{60} \quad (6)$$

Dónde:

- $(Q_e + Q_s)$  el volumen total de peatones que llegan al cruce por ambos extremos, en pt/min.
- $R_p$  es el 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.
- $t_p$  es el tiempo medio de cruce en segundos, introducido para tener en cuenta aquellos peatones que se van incorporando una vez el semáforo está en verde.
- $Q_{máx}$  es la máxima oleada en pt.

## 8. Ocupación media ( $\Omega_p$ )

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

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

Dónde:

- $\Omega_p$  es la ocupación media en  $m^2/pt.$
- $S_p$  es la superficie total disponible en  $m^2.$
- $Q_{m\acute{a}x}$  es la máxima oleada en pt.

## **9. Cálculo del nuevo 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 6.

### **a.2. Esquina de acera**

Las esquinas funcionan como una zona tiempo - espacio con unos peatones esperando que precisan 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 22, se muestran todos los flujos peatonales posibles, obstáculos encontrados, ancho de pasos de peatones y ancho útil considerado en esquinas de acera considerado en la presente investigación.

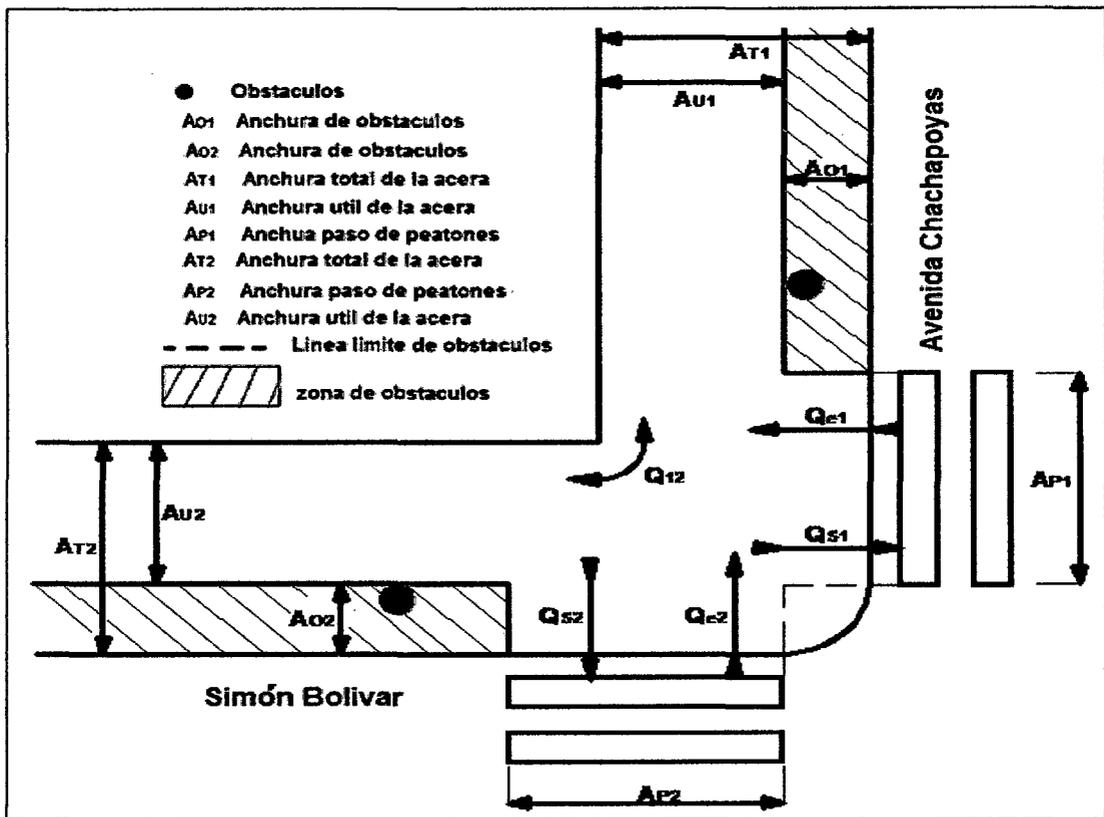


Figura 22. Sentido de los flujos peatonales en esquina de aceras

### Calle Simón Bolívar

- $AT_1$  Ancho total de la acera (m)
- $AO_1$  Ancho zona de obstáculos (m)
- $AP_1$  Ancho paso de peatones (m)
- $AU_1$  Ancho útil de acera (m)

### Aforo peatonal en 15 minutos punta

- $Q_{e1}$  Flujo de entrada (pt/15min).
- $Q_{s1}$  Flujo de salida (pt/15min).
- $Q_{12}$  Aforo peatonal (pt/15min).
- R Radio de la esquina (m).

### Reglaje del semáforo

- C Ciclo (s)
- G1 Verde ámbar (s)
- R1 rojo (s)

## **Avenida Chachapoyas**

- $A_{T2}$  Ancho total de la acera (m)
- $A_{O2}$  Ancho zona de obstáculos (m)
- $A_{P2}$  Ancho pasó de peatones (m)
- $A_{U2}$  Ancho útil de acera (m)

### **Aforo peatonal en 15 min punta**

- $Q_{e2}$  Flujo de entrada (pt/15min).
- $Q_{s2}$  Flujo de salida (pt/15min).

### **Reglaje del semáforo**

- C Ciclo (s)
- G2 Verde ámbar (s)
- R2 rojo (s)

### **1. 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.

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

Dónde:

- $I_{e1}$  intensidad expresado en pt/ciclo.
- $Q_{e1}$  es el flujo peatonal en pt/15min
- C es el ciclo del semáforo en s.

### **2. Intensidad total de circulación**

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

$$I_c = \sum I_i \quad (2)$$

Estando expresadas la totalidad de intensidades en pt/ciclo.

En el caso estudiado, estas intensidades son:

$$I_c = I_{e1} + I_{s1} + I_{e2} + I_{s2} + I_{12} \quad (3)$$

Expresadas también en número de peatones por ciclo.

### 3. Estimación de tiempo total de circulación ( $t_c$ )

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.:

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

Siendo:

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

### 4. Superficie neta de la esquina ( $s$ )

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

$$S = A_{T1} + A_{P1} + A_{P2} * A_{O2} + A_{U2} * (A_{P2} - A_{U1}) \quad (5)$$

Dónde:

- $A_{T1}$  Ancho total de la acera en (m)
- $A_{P1}$  Ancho paso de peatones (m)
- $A_{U1}$  Ancho útil de acera en calle (m)
- $A_{O2}$  Ancho zona de obstáculos (m)
- $A_{P2}$  Ancho paso de peatones (m)
- $A_{U2}$  Ancho útil de acera (m)

## 5. 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:

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

- Ts tiempo – superficie en m<sup>2</sup>\*min.
- S superficie neta de esquina en m<sup>2</sup>.
- C ciclo del reglaje del semáforo en s.

## 6. Tiempo de espera en zonas de espera (Te1 y Te2)

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

$$T_{e1} = \left( I_{s1} * \frac{R1}{C} * \frac{R1}{2} \right) / 60 \quad (7)$$

$$T_{e2} = \left( I_{s2} * \frac{R2}{C} * \frac{R2}{2} \right) / 60 \quad (8)$$

Dónde:

- Te1, Te2 es el tiempo de espera en cada estado, en pt\*min
- Is1, Is2 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).

## 7. Tiempo - superficie de la zona de espera (Tse)

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 m<sup>2</sup>/pt. Así, la demanda tiempo - espacio vendrá dada por la siguiente expresión:

$$T_{se} = 0.45(T_{e1} + T_{e2}) \quad (9)$$

Dónde:

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

### **8. 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.

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

Dónde:

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

### **9. 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 ( $T_c$ ):

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

Dónde:

- $\Omega$  es la ocupación media o superficie peatonal en  $\text{m}^2/\text{pt}$ .
- $T_{sc}$  tiempo - superficie de circulación en  $\text{m}^2\cdot\text{min}$ .
- $T_c$  tiempo total de circulación en  $\text{pt}\cdot\text{min}$ .

## 10. 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 7.

### 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 y de los pasos peatonales de la avenida Chachapoyas cuadras 12,13 y 14 del distrito de Bagua grande.

Los resultados de pasos peatonales y esquinas de aceras se presentaran en tablas en las cuales se muestra el nivel de servicio peatonal para cada caso estudiado.

Tabla 9. Datos obtenidos del aforo peatonal para pasos peatonales

Datos obtenidos	Paso peatonal 1	Paso peatonal 2
Ancho de paso peatonal ( $A_P$ )	3,50 m	3,60 m
Longitud del paso peatonal ( $L_P$ )	10,50 m	12,15 m
<b>Flujos</b>		
Flujo de entrada ( $Q_e$ )	54 pt/15min	57 pt/15min
Flujo de salida ( $Q_s$ )	49 pt/15min	50 pt/15min
<b>Reglaje del semáforo</b>		
Ciclo (C)	60 s	60 s
Verde ámbar ( $V_P$ )	25 s	25 s
Rojo (R <sub>P</sub> )	35 s	35 s

### 1. Tiempo - espacio disponible (TSp)

$$TSp = Sp * \frac{Vp}{60} = Ap * Lp * \frac{Vp}{60}$$

$$TSp = 15,31 \text{ m}^2 \cdot \text{min}$$

$$TSp = 18,23 \text{ m}^2 \cdot \text{min}$$

## 2. Tiempo medio de cruce ( $t_p$ )

$$t_p = \frac{Lp}{V} = \frac{Lp}{1.35}$$

$$t_p = 7,78 \text{ s}$$

$$t_p = 9,00 \text{ s}$$

## 3. Tiempo total de ocupación del cruce ( $T_p$ )

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

$$I_e = \frac{Q_e * C}{15 * 60}$$

$$I_e = 3,60 \text{ pt/ciclo}$$

$$I_e = 3,80 \text{ pt/ciclo}$$

$$I_s = \frac{Q_s * C}{15 * 60}$$

$$I_s = 3,27 \text{ pt/ciclo}$$

$$I_s = 3,33 \text{ pt/ciclo}$$

Entonces el tiempo total de ocupación en cada caso será:

$$T_p = 0,89 \text{ pt} \cdot \text{min}$$

$$T_p = 1,07 \text{ pt} \cdot \text{min}$$

## 4. Ocupación media

$$\Omega_p = \frac{TSp}{T_p}$$

$$\Omega_p = 17,20 \text{ m}^2/\text{pt}$$

$$\Omega_p = 17,03 \text{ m}^2/\text{pt}$$

## 5. Flujo peatonal

$$Fp = \frac{60 * V}{\Omega p}$$

$$Fp = 4,71 \text{ pt/min/m}$$

$$Fp = 4,76 \text{ pt/min/m}$$

## 6. Calculo del nivel de servicio

Según la tabla 6, el nivel de servicio peatonal que corresponde a la ocupación media de 17,20 m<sup>2</sup>/pt y flujo peatonal de 4,71pt/min/m, es el nivel de servicio **A**.

Según la tabla 6, el nivel de servicio peatonal que corresponde a la ocupación media de 17,03 m<sup>2</sup>/pt y flujo peatonal de 4,76 pt/min/m, es el nivel de servicio **A**.

## 7. Análisis de la oleada máxima (Qmax)

$$Q_{max} = (Q_e + Q_s) * \frac{(Rp + tp)}{60}$$

$$Q_{max} = 5,24 \text{ Pt}$$

$$Q_{max} = 5,59 \text{ Pt}$$

## 8. Calculamos la nueva ocupación media

$$\Omega p = \frac{Sp}{Q_{max}} = \frac{Lp * Ap}{Q_{max}}$$

$$\Omega p = 7,01 \text{ m}^2/\text{pt}$$

$$\Omega p = 7,83 \text{ m}^2/\text{pt}$$

## 9. Calculamos el nuevo nivel de servicio

Según la tabla 6, el nivel de servicio peatonal que corresponde a la ocupación media de 7,01 m<sup>2</sup>/pt, es el nivel de servicio **B**.

Según la tabla 6, el nivel de servicio peatonal que corresponde a la ocupación media de 7,83 m<sup>2</sup>/pt, es el nivel de servicio **B**.

Tabla 10. Datos obtenidos en el aforo peatonal para esquina de aceras

Datos	Esquina de acera 1	Esquina de acera 2
<b>Avenida Chachapoyas</b>	<b>Cuadra 12</b>	<b>Cuadra 13</b>
Ancho total de la acera ( $A_{T1}$ )	3,80 m	3,75 m
Ancho zona de obstáculos( $A_{O1}$ )	1,30 m	1,30 m
Ancho paso de peatones ( $A_{P1}$ )	2,80 m	2,70 m
Ancho útil de acera ( $A_{U1}$ )	2,50 m	2,45 m
Radio de la esquina (R)	1,50 m	1,45 m
<b>Aforo peatonal en 15 minutos</b>		
Flujo de entrada ( $Q_{e1}$ )	97pt/15min	95 pt /15min
Flujo de salida ( $Q_{s1}$ )	96pt /15min	89 pt /15min
Aforo peatonal ( $Q_{12}$ )	105pt /15min	102 pt /15min
<b>Reglaje del semáforo</b>		
Ciclo (C)	60 s	60 s
Verde ámbar ( $G_1$ )	25 s	25 s
Rojo ( $R_1$ )	35 s	35 s
<b>Calle</b>	<b>Simón Bolívar</b>	<b>San Felipe</b>
Ancho total de la acera ( $A_{T2}$ )	3,30 m	3,30 m
Ancho zona de obstáculos ( $A_{O2}$ )	1,30 m	1,30 m
Ancho paso de peatones ( $A_{P2}$ )	2,80 m	2,70 m
Anchura útil de acera ( $A_{U2}$ )	2,00 m	2,00 m
<b>Aforo peatonal en 15 minutos</b>		
flujo de entrada ( $Q_{e2}$ )	90 pt/15min	94 pt/15min
flujo de salida ( $Q_{s2}$ )	88 pt/15min	91 pt/15min
radio de la esquina (R)	1,50 m	1,45 m
<b>Reglaje del semáforo</b>		
Ciclo (C)	60 s	60 s
Verde ámbar ( $G_1$ )	25 s	25 s
rojo ( $R_1$ )	35 s	35 s

## 1. Intensidades o flujos peatonales (Pt/Ciclo)

$$I_{e1} = \frac{Q_{e1}}{15} \times \frac{C}{60}$$

$$I_{e1} = 6,47 \text{ pt/ciclo}$$

$$I_{e1} = 6,33 \text{ pt/ciclo}$$

$$I_{s1} = \frac{Q_{s1}}{15} \times \frac{C}{60}$$

$$I_{s1} = 6,40 \text{ pt/ciclo}$$

$$I_{s1} = 5,93 \text{ pt/ciclo}$$

$$I_{12} = \frac{Q_{12}}{15} \times \frac{C}{60}$$

$$I_{12} = 7,00 \text{ pt/ciclo}$$

$$I_{12} = 6,80 \text{ pt/ciclo}$$

$$I_{e2} = \frac{Q_{e2}}{15} \times \frac{C}{60}$$

$$I_{e2} = 6,00 \text{ pt/ciclo}$$

$$I_{e2} = 6,27 \text{ pt/ciclo}$$

$$I_{s2} = \frac{Q_{s2}}{15} \times \frac{C}{60}$$

$$I_{s2} = 5,87 \text{ pt/ciclo}$$

$$I_{s2} = 6,07 \text{ pt/ciclo}$$

## 2. Intensidad total de circulación (Ic)

$$I_c = I_{e1} + I_{s1} + I_{e2} + I_{s2} + I_{12}$$

$$I_c = 31,73 \text{ pt/ciclo}$$

$$I_c = 31,40 \text{ pt/ciclo}$$

### 3. Tiempo total de circulación (Tc)

$$Tc = lcx \frac{4}{60}$$

$$Tc = 2,12 \text{ pt*min}$$

$$Tc = 2,09 \text{ pt*min}$$

### 4. Superficie neta de la esquina (S)

$$S = At1 * Ap1 + Ap2 * Ao2 + Au2 * (Ap2 - Au1)$$

$$S = 14,88 \text{ m}^2$$

$$S = 14,14 \text{ m}^2$$

### 5. Tiempo - superficie disponible (Ts)

$$Ts = S * \frac{C}{60}$$

$$Ts = 14,88 \text{ m}^2\text{-min}$$

$$Ts = 14,14 \text{ m}^2\text{-min}$$

### 6. Tiempo de espera en zonas de espera (Te1 y Te2)

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

$$Te1 = 1,09 \text{ pt*min}$$

$$Te1 = 1,01 \text{ pt*min}$$

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

$$Te2 = 1,00 \text{ pt*min}$$

$$Te2 = 1,03 \text{ pt*min}$$

### 7. Tiempo - superficie de la zona de espera (Tse)

$$T_{se} = 0.45(T_{e1} + T_{e2})$$

$$T_{se} = 0,94 \text{ m}^2\text{-min}$$

$$T_{se} = 0,92 \text{ m}^2\text{-min}$$

### 8. Tiempo - superficie de circulación (Tsc)

$$T_{sc} = T_s - T_{se}$$

$$T_{sc} = 13,94 \text{ m}^2\text{-min}$$

$$T_{sc} = 13,22 \text{ m}^2\text{-min}$$

### 9. Ocupación media o superficie peatonal ( $\Omega$ )

$$\Omega = \frac{T_{sc}}{T_c}$$

$$\Omega = 6,59 \text{ m}^2/\text{pt}$$

$$\Omega = 6,31 \text{ m}^2/\text{pt}$$

### 10. Nivel de servicio

Según la tabla 7, el nivel de servicio peatonal que corresponde a la ocupación media 6,59 m<sup>2</sup>/pt, es el nivel de servicio A.

Según la tabla 7, el nivel de servicio peatonal que corresponde a la ocupación media 6,31m<sup>2</sup>/pt, es el nivel de servicio A.

## CAPÍTULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La evaluación del tiempo y espacio muestra un nivel de servicio peatonal A en el paso peatonal 1 y 2 de la avenida Chachapoyas en las cuadras 12 y 14 evaluadas, en lo concerniente a espacio disponible, con una ocupación media o espacio de  $17,20 \text{ m}^2/\text{pt}$  y  $17,03 \text{ m}^2/\text{pt}$  respectivamente, es decir presentan una ocupación media mayor a  $12,10 \text{ m}^2/\text{pt}$  según se muestra en la tabla 6. 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  $1,35 \text{ m/s}$  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 de servicio A para el paso peatonal 1 y 2 de la avenida Chachapoyas en las cuadras 12 y 14 evaluadas, se determinó el flujo peatonal obteniéndose  $4,71 \text{ pt}/\text{min}/\text{m}$  para el paso peatonal 1 y  $4,76 \text{ pt}/\text{min}/\text{m}$  para el paso peatonal 2 el cual nos asegura un buen flujo peatonal. Las intensidades fueron determinadas para cada sentido del flujo de entrada y salida de peatones obteniéndose para el paso peatonal 1 una intensidad de entrada de  $3,60 \text{ pt}/\text{ciclo}$  y una intensidad de salida de  $3,27 \text{ pt}/\text{ciclo}$ ; y para el paso peatonal 2 una intensidad de entrada de  $3,80 \text{ pt}/\text{ciclo}$  y una intensidad de salida de  $3,33 \text{ pt}/\text{ciclo}$ . Esto quiere decir que el paso peatonal 1 tiene menor intensidad peatonal tanto de entrada como de salida que el paso peatonal 2 y por 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 y 2 de la avenida Chachapoyas en las cuadras 12 y 14 evaluadas, se determinó el flujo peatonal obteniéndose 11,55 pt/min/m para el paso peatonal 1 y 10,34 pt/min/m para el paso peatonal 2 el cual nos asegura un buen flujo peatonal, para el cual el nivel de servicio peatonal es "B", también se determinó la nueva ocupación media de 7,01 m<sup>2</sup>/pt y 7,83 m<sup>2</sup>/pt para el paso peatonal 1 y paso peatonal 2 respectivamente es decir presentan una ocupación media mayor a 3,70 m<sup>2</sup>/pt según se muestra en la tabla 6, tendría un nivel de servicio peatonal "B" esto nos asegura que los pasos peatonales estudiados presentan un buen flujo peatonal para la circulación libre y sin restricciones de otros peatones.

Tabla11. Resultados obtenidos en pasos peatonales

Indicadores	Paso peatonal 1	Paso peatonal 2
Tiempo - espacio disponible	15,31 m <sup>2</sup> *min	18,23 m <sup>2</sup> *min
Tiempo medio de cruce	7,78 s	9,00 s
Intensidad de entrada	3,60pt/ciclo	3,80pt/ciclo
Intensidad de salida	3,27 pt/ciclo	3,33 pt/ciclo
Tiempo total de ocupación del cruce	0,9 pt/min	1,07 pt/min
Ocupación media	17,20 m <sup>2</sup> /pt	17,03 m <sup>2</sup> /pt
Flujo peatonal	4,71 pt/min/m	4,76 pt/min/m
Nivel de servicio	A	A
Oleada máxima	5,24 pt	5,59 pt
Ocupación media	7,01 m <sup>2</sup> /pt	7,83 m <sup>2</sup> /pt
Flujo peatonal	11,55 pt/min/m	10,34 pt/min/m
Nivel de servicio	B	B

La evaluación en las esquinas de aceras de la avenida Chachapoyas de las cuadras 13 y 14 en lo concerniente a tiempo y espacio disponible para circulación de los peatones, muestra un nivel de servicio A en la esquina de acera 1 y 2, según la ocupación media de la zona peatonal para nuestra investigación es de 6,59 m<sup>2</sup>/pt y 6,31 m<sup>2</sup>/pt respectivamente para cada esquina de acera el cual es mayor a 1,17 m<sup>2</sup>/pt según la tabla 7, por lo tanto el nivel de servicio en las esquinas de acera 1 y 2 es del nivel de servicio peatonal A. Por lo que el espaciamiento medio entre personas debe de ser 1,22 m o más, esto 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 calle Simón Bolívar un ancho útil o efectivo de 2,00m y 2,50m en la Avenida Chachapoyas cuadra 13, para la esquina de acera 2 en la calle San Felipe 2,00m y 2,45m en la avenida Chachapoyas cuadra 14. En las cuales se puede apreciar que el ancho útil de la acera en la avenida Chachapoyas en ambas cuadras es mayor al ancho efectivo de las calles que componen dichas cuadras esto debido a que las veredas de las avenidas han sido diseñadas para una mayor capacidad de peatones que las calles .

Los obstáculos presentes son principalmente postes de luz los cuales han sido instalados en las veredas restringiendo el paso de peatones y comercios ambulatorios que se presentan en ciertas horas del día ocupando parte de las veredas, estos resultados encontrados en la investigación de la avenida Chachapoyas 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.

Tabla 12. Resultados obtenidos en esquinas de aceras

Indicadores	Esquina de acera 1	Esquina de acera 2
<b>Intensidades</b>		
le1	6,47 pt/ciclo	6,33 pt/ciclo
ls1	6,40 pt/ciclo	5,93 pt/ciclo
l12	7,00 pt/ciclo	6,80 pt/ciclo
le2	6,00 pt/ciclo	6,27 pt/ciclo
ls2	5,87 pt/ciclo	6,07 pt/ciclo
Intensidad total de circulación	31,73 pt/ciclo	31,40 pt/ciclo
Tiempo total de circulación	2,12 pt*min	2,09 pt*min
Superficie neta de la esquina	14,88 m <sup>2</sup>	14,14 m <sup>2</sup>
Tiempo - superficie disponible	14,88 m <sup>2</sup> *min	14,14 m <sup>2</sup> *min
Tiempo de espera en zonas de espera	1,09 pt*min	1,01pt*min
	1,00 pt*min	1,03pt*min
Tiempo - superficie de la zona de espera	0,94 m <sup>2</sup> *min	0,92 m <sup>2</sup> *min
Tiempo - superficie de circulación	13,94 m <sup>2</sup> *min	13,22 m <sup>2</sup> *min
Ocupación media	6,59 m <sup>2</sup> /pt	6,31 m <sup>2</sup> /pt
Nivel de servicio	A	A

Con la peatonalización de las avenidas y calles no sería un obstáculo para los comerciantes, es más les brinda una mayor seguridad tanto para sus clientes y comercio y una mayor libertad de acceso a sus clientes y un mayor disfrute de 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 11 y 12) se determinó la falsedad de la hipótesis formulada.

## **CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **Conclusiones**

Se determinó el espacio y tiempo en las esquinas de aceras, donde la acera 1 presentó un espacio de 14,88 m<sup>2</sup> en un tiempo de 2,12 pt/min y la acera 2 presentó un espacio de 14,14 m<sup>2</sup> en un tiempo de 2,09 pt/min las cuales presentaron un nivel de servicio A para ambas aceras.

Se determinó la intensidad y flujo peatonal en los pasos peatonales 1 y 2 en la avenida Chachapoyas cuadra 12 y 14 en la cual se obtuvo un nivel de servicio peatonal A, y en la oleada máxima de peatones en cada uno de los pasos peatonales el nuevo nivel de servicio obtenido para el paso peatonal 1 y 2 fue el nivel de servicio B. Esto demuestra que la capacidad de los pasos peatonales 1 y 2 para los peatones es que pueden elegir libremente la velocidad de marcha.

Se evaluó la anchura efectiva o útil de las esquinas de aceras las cuales han sido invadidas por construcciones que han sido diseñadas sin criterio técnico y por comercios particulares 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 la avenida Chachapoyas es del nivel de servicio C, de acuerdo a los resultados presentados en las tablas 11 y 12 se obtuvo que el nivel de servicio en la avenida Chachapoyas es del nivel de servicio A en aceras y en los pasos peatonales un nivel de servicio B.

## **Recomendaciones**

Considerar en los niveles de servicio los factores ambientales, culturales de cada ciudad por ser el Perú un país con diversas costumbres.

Al diseñar infraestructuras viales que van a ser usadas por peatones, se analicen los distintos aspectos que intervienen en la percepción de calidad y no solamente la capacidad de la vías urbanas.

Fomentar el cumplimiento de las normas de tránsito a través de diseños de infraestructura vial con señalización clara y adecuada para las necesidades de todos los usuarios.

Cuando se diseñe nueva infraestructura de uso peatonal o se evalúe aquella ya existente, se recomienda tener en cuenta las necesidades de los peatones con distintas características de movilidad, especialmente de aquellos con discapacidades o movilidad restringida.

El aporte de la investigación es significativo porque expresa los resultados obtenidos del nivel de servicio peatonal en aceras y los pasos peatonales de la avenida Chachapoyas los cuales serán de conocimiento de las autoridades pertinentes para la planificación de sus vías peatonales.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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.

Bañón Blázquez, L; Beviá García, JF. 2000. Manual de carreteras. Volumen I: elementos y proyecto.409p.

Castañeda Gutiérrez, ML. 2010 Evaluación comparativa de los pasos peatonales elevados y subterráneos para Bogotá. Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil. Bogotá Colombia, Universidad de la Salle. 164p.

Chávez Loaiza, V.2005. Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas, ICG. Perú.27p

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.130p.

Gamboa Mérida, J; Soto Espinoza, MG. 2014 Factores que Influyen en la Peatonalización de Centros Urbanos. Casos Prácticos En Cusco y Piura. Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil. Lima Perú, Pontificia Universidad Católica del Perú.83p.

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

Guio Burgos, FA. 2009. Flujos peatonales en infraestructuras continuas; marco conceptual y modelos representativos "Revista Virtual Universidad Católica del Norte". No. 29, (febrero – mayo de 2010, Colombia), [pp. 179-203] acceso: <http://revistavirtual.ucn.edu.co/>.

Jerez Castillo, SM; Torres Cely, LP.2009. Manual de Diseño de infraestructura Peatonal Urbana. Colombia.206p.

Rama Labrador, F. 2000. Estudio de accesibilidad urbanística. Estados Unidos. 80p.

Valderrama, A. 2014.Las ciudades más peligrosas de EE.UU para los peatones, (en línea), consultado el 03 ago 2014. Disponible en <http://blog.aarp.org/2014/05/22/las-ciudades-mas-peligrosas-de-ee-uu-para-los-peatones-espanol>.

Manual de Capacidad de Carreteras (HCM) 2000. Asociación Técnica de la Carretera (ATC). Edición Española. 319p.

## **ANEXOS**

**Anexo A. Formatos para recolección de datos en las esquinas de aceras.**

**Formato para Esquinas de Aceras**

**Fecha de observación:**

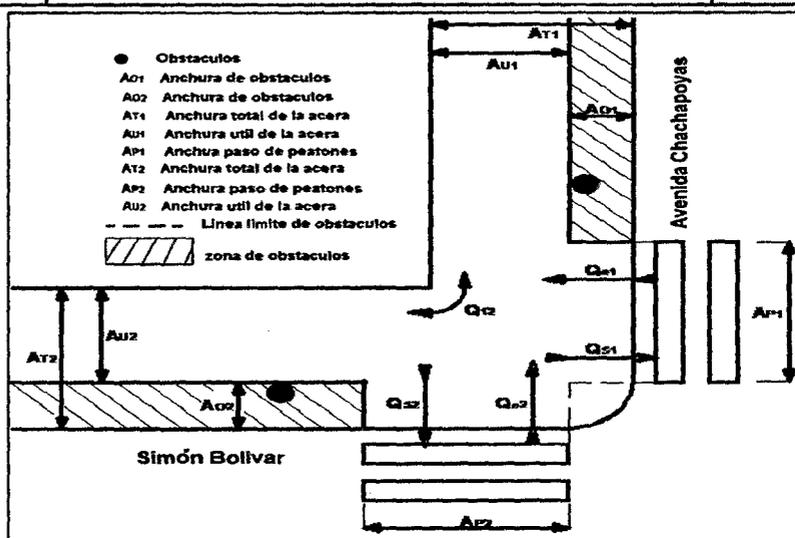
**Av. /Cuadra:**

**Ciudad/Provincia:** Bagua Grande/Utcubamba

**Hora:** 7:00 a 8:00 a.m.

Intensidad de peatones	Hora	Aforo peatonal en 15 minutos punta	Total
<b>Q<sub>S1</sub></b>	07:00 a 07:15		
	07:15 a 07:30		
	07:30 a 07:45		
	07:45 a 08:00		
<b>Q<sub>e1</sub></b>	07:00 a 07:15		
	07:15 a 07:30		
	07:30 a 07:45		
	07:45 a 08:00		
<b>Q<sub>S2</sub></b>	07:00 a 07:15		
	07:15 a 07:30		
	07:30 a 07:45		
	07:45 a 08:00		
<b>Q<sub>e2</sub></b>	07:00 a 07:15		
	07:15 a 07:30		
	07:30 a 07:45		
	07:45 a 08:00		
<b>Q<sub>12</sub></b>	07:00 a 07:15		
	07:15 a 07:30		
	07:30 a 07:45		
	07:45 a 08:00		

Aceras	$A_{T1} =$	m
	$A_{T2} =$	m
	$R =$	m
Obstáculos	$A_{O1} =$	m
	$A_{O2} =$	m
Paso de Peatones	$A_{P1} =$	m
	$A_{P2} =$	m
Reglaje del semáforo	Ciclo =	s
	$R_p =$	s
	$V_p =$	s



## Formato para Esquinas de Aceras

Fecha de observación:

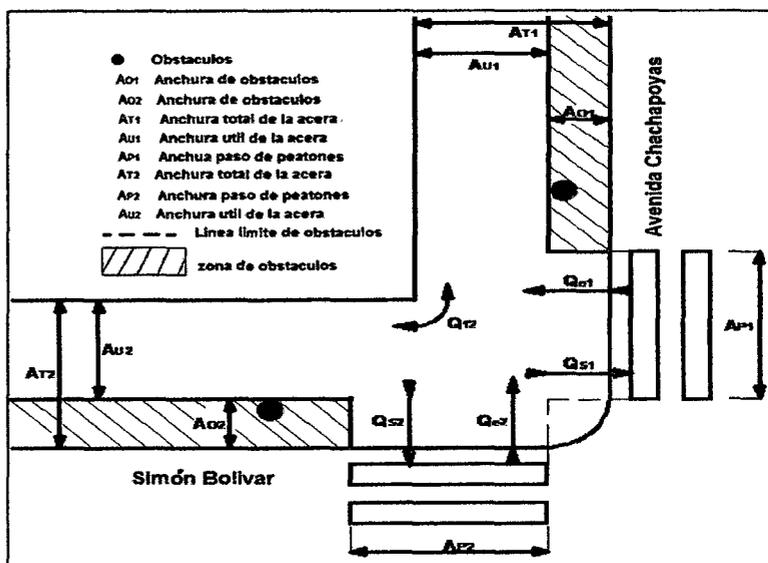
Av. /Cuadra:

Ciudad/Provincia: Bagua Grande/Utcubamba

Hora: 12:00 a 1:00 p.m.

Intensidad de peatones	Hora	Aforo peatonal en 15 minutos punta	Total
Q <sub>S1</sub>	12:00 a 12:15		
	12:15 a 12:30		
	12:30 a 12:45		
	12:45 a 01:00		
Q <sub>e1</sub>	12:00 a 12:15		
	12:15 a 12:30		
	12:30 a 12:45		
	12:45 a 01:00		
Q <sub>S2</sub>	12:00 a 12:15		
	12:15 a 12:30		
	12:30 a 12:45		
	12:45 a 01:00		
Q <sub>e2</sub>	12:00 a 12:15		
	12:15 a 12:30		
	12:30 a 12:45		
	12:45 a 01:00		
Q <sub>12</sub>	12:00 a 12:15		
	12:15 a 12:30		
	12:30 a 12:45		
	12:45 a 01:00		

Aceras	A <sub>T1</sub> =	m
	A <sub>T2</sub> =	m
	R =	m
Obstáculos	A <sub>O1</sub> =	m
	A <sub>O2</sub> =	m
Paso de Peatones	A <sub>P1</sub> =	m
	A <sub>P2</sub> =	m
Reglaje del semáforo	Ciclo =	s
	R <sub>p</sub> =	s
	V <sub>p</sub> =	s



## Formato para Esquinas de Aceras

Fecha de observación:

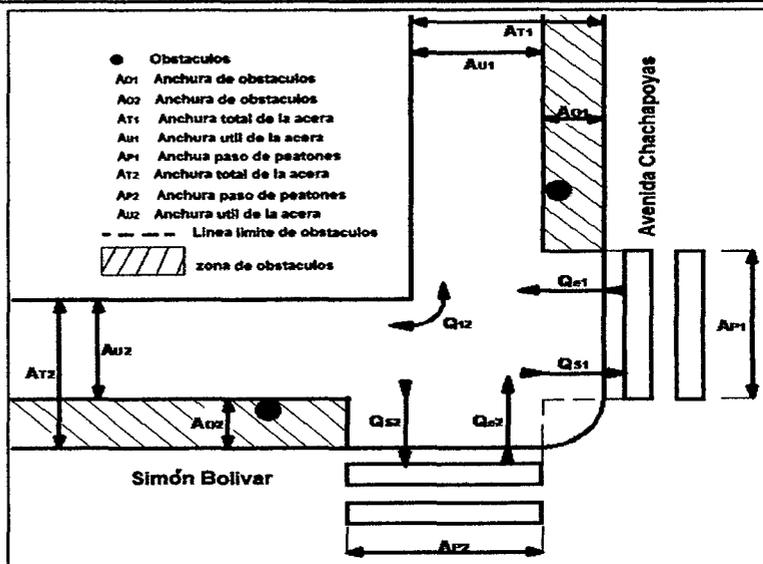
Av. /Cuadra:

Ciudad/Provincia: Bagua Grande/Utcubamba

Hora: 6:00 a 7:00 p.m.

Intensidad de peatones	Hora	Aforo peatonal en 15 min. punta	Total
$Q_{S1}$	06:00 a 06:15		
	06:15 a 06:30		
	06:30 a 06:45		
	06:45 a 07:00		
$Q_{e1}$	06:00 a 06:15		
	06:15 a 06:30		
	06:30 a 06:45		
	06:45 a 07:00		
$Q_{S2}$	06:00 a 06:15		
	06:15 a 06:30		
	06:30 a 06:45		
	06:45 a 07:00		
$Q_{e2}$	06:00 a 06:15		
	06:15 a 06:30		
	06:30 a 06:45		
	06:45 a 07:00		
$Q_{12}$	06:00 a 06:15		
	06:15 a 06:30		
	06:30 a 06:45		
	06:45 a 07:00		

Aceras	$A_{T1} =$	m
	$A_{T2} =$	m
	$R =$	m
Obstáculos	$A_{O1} =$	m
	$A_{O2} =$	m
Paso de Peatones	$A_{P1} =$	m
	$A_{P2} =$	m
Reglaje del semáforo	Ciclo =	s
	$R_p =$	s
	$V_p =$	s



**Anexo B. Formatos para recolección de datos en los pasos peatonales.**

**Formato para Pasos Pevtonales**

**Fecha de observación:**

**Av. /Cuadra:**

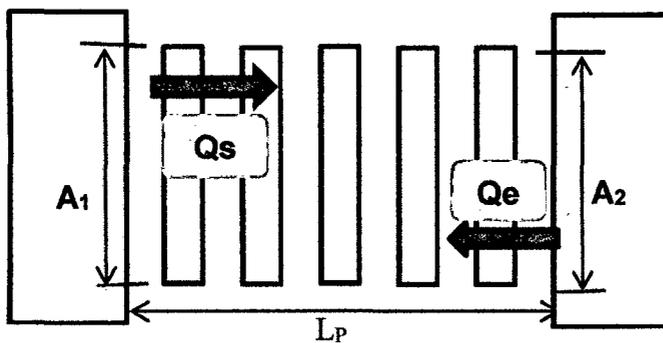
**Ciudad/Provincia:** Bagua Grande/Utcubamba

**Hora:** 7:00 a 8:00 a.m.

Aceras	$A_1 =$	m
	$A_2 =$	m
Reglaje del Semáforo	Ciclo =	s
	$V_p =$	s
	$R_p =$	s

Longitud del Cruce de Peatones:  $L_p =$  m

Intensidad de peatones	Hora		Aforo peatonal en 15 min. punta	Total
Qe	07:00	07:15		
	07:15	07:30		
	07:30	07:45		
	07:45	08:00		
Qs	07:00	07:15		
	07:15	07:30		
	07:30	07:45		
	07:45	08:00		



## Formato para Pasos Peatonales

**Fecha de observación:**

**Av. /Cuadra:**

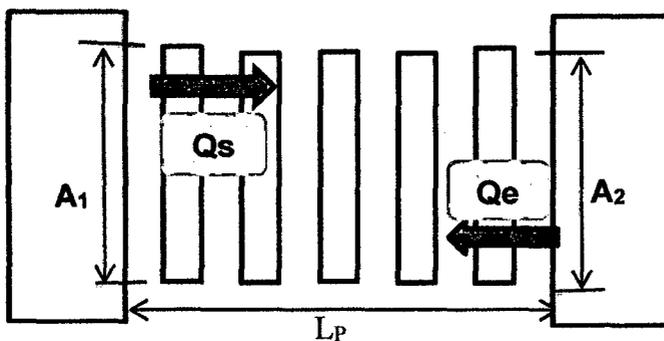
**Ciudad/Provincia:** Bagua Grande/Utcubamba

**Hora:** 12:00 a 1:00 p.m.

Aceras	$A_1 =$	m
	$A_2 =$	m
Reglaje del Semáforo	Ciclo =	s
	$V_p =$	s
	$R_p =$	s

Longitud del Cruce de Peatones:  $L_p =$  m

Intensidad de peatones	Hora		Aforo peatonal en 15 min. punta	Total
Qe	12:00	12:15		
	12:15	12:30		
	12:30	12:45		
	12:45	01:00		
Qs	12:00	12:15		
	12:15	12:30		
	12:30	12:45		
	12:45	01:00		



## Formato para Pasos Peatonales

**Fecha de observación:**

**Av. /Cuadra:**

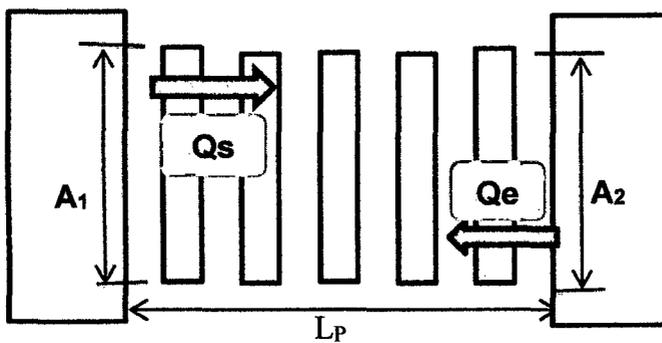
**Ciudad/Provincia:** Bagua Grande/Utcubamba

**Hora:** 6:00 a 7:00 p.m.

Aceras	$A_1 =$	m
	$A_2 =$	m
Reglaje del Semáforo	Ciclo =	s
	$V_p =$	s
	$R_p =$	s

Longitud del Cruce de Peatones:  $L_p =$                       m

Intensidad de peatones	Hora		Aforo peatonal en 15 min. punta	Total
Qe	06:00	06:15		
	06:15	06:30		
	06:30	06:45		
	06:45	07:00		
Qs	06:00	06:15		
	06:15	06:30		
	06:30	06:45		
	06:45	07:00		



**Anexo C. Fotos de peatones cruzando los pasos peatonales.**



**Peatones cruzando el Paso peatonal 1 de la avenida Chachapoyas.**



**Peatones cruzando el paso peatonal 2 de la avenida Chachapoyas.**

**Anexo D. Flujo peatonal en las esquinas de acera.**



**Esquina de acera 1 en la intersección de la avenida Chachapoyas y calle Simón Bolívar.**



**Esquina de acera 2 en la intersección de la avenida Chachapoyas y calle San Felipe Santiago.**

**Anexo E. Plano urbano del Distrito de Bagua Grande, Provincia de Utcubamba,  
Región Amazonas.**