

PONTIFICA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE: INGENIERIA CIVIL



TEMA: DISEÑO DE FACILIDADES PEATONALES PARA CRUCES EN VÍAS URBANAS. CASO DE ESTUDIO: AV. JORGE GUZMÁN RUEDA Y AV. PADRE AURELIO ESPINOSA POLIT, SECTOR LA VICTORIA, CIUDAD DE IBARRA

AUTOR:

FAUSTO JOSHUA LÓPEZ CHÁVEZ

TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

INGENIERO CIVIL

DIRECTOR: ING. FREDI PAREDES, M.SC

QUITO, 2022

Dedicatoria

Agradecimiento

CONTENIDO

Dedicatoria	I
Agradecimiento	II
1 Capítulo I: Introducción.....	1
1.1 Justificación.....	1
1.2 Planteamiento del problema	1
1.3 Objetivo General y Específicos.....	2
1.3.1 Objetivo General	2
1.3.2 Objetivos Específicos	2
1.4 Alcance.....	2
2 Capitulo II: Fundamentos Teóricos	3
2.1 Tráfico vehicular y peatonal.....	3
2.1.1 Volúmenes de tráfico vehicular.....	3
2.1.2 Volúmenes de tráfico peatonal	4
2.2 Actores de la seguridad vial	5
2.2.1 Peatones.....	5
2.2.2 Vehículos.....	5
2.2.3 Infraestructura.....	6
2.3 Evaluación de la seguridad vial.....	13
2.3.1 Auditorías en seguridad vial.....	13

2.3.2	Normas de seguridad vial en Ecuador	14
3	Capítulo III: Facilidades peatonales para la intersección de la Av. Jorge Guzmán Rueda y Av. Padre Aurelio Espinosa Polit, sector la Victoria, ciudad de Ibarra.....	17
3.1	Descripción de la zona del estudio de caso	17
3.2	Situación actual de los niveles de tráfico	20
3.2.1	Medición del volumen de tráfico vehicular	20
3.2.2	Medición del volumen de tráfico peatonal	22
3.2.3	Investigación en el entorno sobre accidentalidad.....	23
3.3	Planteamiento de alternativas.....	24
3.3.1	Cruces peatonales tipo cebra	24
3.3.2	Semáforos peatonales	24
3.3.3	Comparación de alternativas	25
4	Capítulo IV: Análisis de resultados	27
4.1	Diseño de la facilidad vial para la vía seleccionada.....	27
4.1.1	Dimensionamiento técnico	27
4.1.2	Diseño del proyecto.....	29
4.2	Presupuesto de Obra.....	32
5	Capítulo V: Conclusiones y Recomendaciones.....	34
5.1	Conclusiones	34
5.2	Recomendaciones.....	36

Bibliografía	37
ANEXOS.....	39

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Relación entre el sistema de transporte, el sistema de actividades y los flujos.....	6
Figura 2 Diseño de aceras para una vía publica.....	8
Figura 3 Diseño de cruces peatonales NACTO	9
Figura 4 Refugios peatonales NACTO	11
Figura 5 Rampas peatonales NACTO.....	12
Figura 6 Mapa de la vía en estudio	18
Figura 7 Mapa de la vía en estudio	18
Figura 8 Fotografía de la Avenida República	19
Figura 9 Ejemplo de variación del volumen de tránsito en la hora de máxima demanda.....	20
Figura 10 Niveles de servicio peatonales en aceras y senderos	22
Figura 11 Cruce peatonal tipo cebra	24
Figura 12 Cruce peatonal regulado por semáforo.....	25
Figura 13 Grafica recomendada para establecer semáforos o pasos cebra.....	26
Figura 14 Facilidades viales.....	27
Figura 15 Corte transversal de un cruce peatonal en el que se muestra una persona usuaria de silla de ruedas de frente y otra de pie acotadas entre elementos del equipamiento urbano.....	29

Figura 16 Corte transversal de un cruce peatonal en el que se muestra una persona usuaria de silla de ruedas, una persona llevando un coche para bebés y una persona de pie entre elementos del equipamiento urbano	30
Figura 17 Modelación 2D de la facilidad vial en la Av. Jorge Guzmán Rueda en PT Vissim	31
Figura 18 Modelación 3D de la facilidad vial en la Av. Jorge Guzmán Rueda en PT Vissim	31
Figura 19 Implantación de franjas peatonales.....	32
Figura 20 Rubro de paso cebra.....	32

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Medición del flujo vehicular en la Av. Jorge Guzmán Rueda y Av. Padre Aurelio Espinosa Polit.....	21
Tabla 2 Medición del flujo peatonal en la Av. Jorge Guzmán Rueda y Av. Padre Aurelio Espinosa Polit.....	23
Tabla 3 Umbrales para recomendaciones preliminares PV^2	25
Tabla 4 Conteo en las horas de máximo flujo vehicular y peatonal, cálculo del índice de la facilidad vial	28
Tabla 5 Umbrales para la recomendación preliminar	28
Tabla 6 Litros necesarios para el paso peatonal.....	32

ANEXOS

Anexo 1	39
---------------	----

1 Capítulo I: Introducción

1.1 Justificación

Según Silva (2022): “En el 2021, según la directora de la AMT hubo una tasa de 7,71 fallecidos en las vías por cada 100.000 habitantes, lo que superó el promedio que superó de los años 2015 y 2019 donde había una tasa de 6,93 muertes por cada 100.000 habitantes”. En Ecuador, la mayoría de los proyectos viales realizados contienen graves ineficiencias tratándose de la seguridad vial, especialmente dentro de la infraestructura, que es de los componentes más influyentes en la alta tasa de siniestros del país, por ende, es necesario realizar una evaluación de la seguridad vial de las vías dentro de estos proyectos, para realizar mejoras con el objetivo de reducir los accidentes de tránsito mortales dentro del Ecuador, preservando la vida e integridad de los peatones.

En este sentido, la importancia del presente trabajo de integración curricular radica en que se diseñarán facilidades peatonales para prevenir accidentes de tránsito en la Av. Jorge Guzmán Rueda y Av. Padre Aurelio Espinosa Polit, sector la Victoria, ciudad de Ibarra, en razón de que en la Av. Jorge Guzmán Rueda existe en las horas pico tráfico vehicular y peatonal intensos en razón de que en el sector se localiza la Pontificia Universidad Católica del Ecuador sede Ibarra y la Unidad Educativa Católica la Victoria.

1.2 Planteamiento del problema

En el ámbito urbanístico, los peatones son reconocidos como la población más vulnerable en cuanto a la escala de movilidad. A nivel global, se estima que “el 50% de las muertes causadas por siniestros viales, se producen entre las personas más vulnerables de la vía pública” (OMS, 2009), refiriéndose a peatones, motociclistas y ciclistas. El peatón actualmente se encuentra en un estado indefenso con respecto a protección vial, no tiene un sistema como los autos para poder protegerse en el caso de un siniestro vial, lo cual desemboca en un resultado: Los peatones fallecidos en siniestros viales representan la cuarta parte del total de muertos a en todo el mundo (Luchemos por la vida, s/f). En Ecuador, se estima que el 18% de accidentes viales implican a peatones. En tal sentido, se investigarán los niveles de tráfico vehicular y peatonal en la Av. Jorge Guzmán Rueda a fin de proponer la solución para cruces peatonales seguros.

1.3 Objetivo General y Específicos

1.3.1 Objetivo General

Diseñar las facilidades peatonales para cruces en vías urbanas, aplicado al caso de la Av. Jorge Guzmán Rueda y Av. Padre Aurelio Espinosa Polit, sector la Victoria, ciudad de Ibarra.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Presentar los fundamentos teóricos referentes a la seguridad vial y sus actores: peatones, vehículo e infraestructura, considerando la normativa nacional vigente y las especificaciones internacionales sobre seguridad vial
- Analizar la situación actual del tráfico en la intersección del caso de estudio Av. Jorge Guzmán Rueda y Av. Padre Aurelio Espinosa Polit y proponer alternativas para las facilidades de cruce peatonal.
- Proponer el diseño de la alternativa para cruce peatonal seleccionada, que contenga aspectos técnicos, de implantación y una estimación de sus costos.

1.4 Alcance

Con el presente trabajo de disertación, se realizará un estudio de alternativas de propuestas de facilidad vial en la Av. Jorge Guzmán Rueda y Av. Padre Aurelio Espinosa Polit, sector la Victoria, ciudad de Ibarra, para mejorar la seguridad vial de los peatones sin causar un mayor impacto dentro del tránsito vehicular. Se realizará el diseño y presupuesto de obra de la alternativa seleccionada; para el efecto se realizarán conteos vehiculares y peatonales.

2 Capítulo II: Fundamentos Teóricos

La seguridad vial se basa en la interacción de tres elementos básicos: elemento humano, elemento vía y elemento vehículo, con la posibilidad de la inclusión de un cuarto elemento denominado medio ambiente. (Alvarez, 2022).

El tipo de interacción vial entre peatones y vehículos construye la seguridad vial de una vía, por ende, lo que se busca al momento de diseñar una vía, es reducir este tipo de interacciones que generan riesgos para ambos participantes. En base a una buena auditoria vial, se puede facilitar la etapa de factibilidad, prediseño y diseño, que materializan la demarcación vial y aquellas que, a la luz de la tecnología, permitan construir vías con un mayor índice de seguridad (Camacho Cabrera, 2017).

2.1 Tráfico vehicular y peatonal

El volumen vehicular y peatonal son variables que determinan el comportamiento del tráfico ante cierta cantidad de vehículos y peatones con la finalidad de definir capacidad vial considerando factores como la geometría de la vía, el tiempo de viaje, la cantidad de tráfico y peatones, y la velocidad de los vehículos, interrelacionándolos de tal manera que se implemente una facilidad de cruce peatonal.

2.1.1 *Volúmenes de tráfico vehicular*

El volumen de tránsito o volumen de tráfico vehicular puede definirse como la cantidad de vehículos que transitan por un determinado lugar de observación durante un periodo largo o corto de tiempo. Comúnmente, se conoce a esta unidad de volumen de forma más simplificada como “vehículos”, o “vehículos en un periodo de tiempo”. Para definir los volúmenes de tráfico vehicular se requiere definir la intensidad, es decir la cantidad de vehículos que pasan por la vía durante un intervalo de tiempo inferior a la hora, aproximadamente de 15 minutos expresado en horas.

Dentro de manuales de medición vehicular, el intervalo que más suele ser utilizado para este tipo de volumen, es el día, que se puede llegar a describir como vehículos por día. Los volúmenes diarios se usan como una base para el desarrollo y planificación de vías. Para los análisis operacionales, se utilizan los volúmenes de forma horaria, debido a que el volumen

puede oscilar de forma considerable durante el flujo de las 24 horas del día. Cabe recalcar que no todas las horas del día funcionan de la misma manera, las horas con más alto tráfico vehicular, son conocidas como “Horas pico o HP”, sin embargo, en otros manuales de medición, también se las conoce como “Horas de máxima demanda o HMD”, esto se le determina igual a la cantidad de vehículos que pasan sobre una sección de vía durante 60 minutos a través de conteos de vehículos en períodos de 15 minutos en los que haya circulado por la vía de estudio (Flores Guillén , 2016).

2.1.2 Volúmenes de tráfico peatonal

El volumen de tráfico peatonal es el conteo que cuantifica la demanda peatonal, considerando su variación tanto espacial como temporal y su distribución, es decir los cruces de intersecciones, de igual manera la variedad de peatones. Para definir el volumen, se debe considerar un ancho unitario de un metro, con conteos durante periodos de tiempo menores a una hora, por lo que se expresa el volumen como número de peatones por cada hora por metro. Los datos se obtienen a través del registro de información, considerando las variables de flujo peatonal para realizar un estudio del volumen peatonal, lo cual determina el grado de utilización de la infraestructura que es la acera.

Dentro de este estudio no existe distinción del tipo de peatón con el fin de diseñar una facilidad peatonal ya sea de alto o bajo flujo. Con respecto al conteo de peatones, se lo realiza de manera manual o a través de sensores; la técnica de manera manual es utilizada para inventarios viales, así como de señalización, sin embargo, la presencia en campo interfiere en el comportamiento de peatones, por lo que esta técnica es propensa a presentar errores.

A diferencia de los vehículos, para peatones se establecen los conocidos “niveles de servicio”. Estos niveles realizan mediciones cualitativas para poder caracterizar el flujo de los peatones, como la velocidad de circulación y la libertad de realizar adelantamientos, otras medidas también pensadas son la experiencia de caminar, nivel de confort y cruzar corrientes vehiculares, dentro del “*Manual de Capacidad de Carreteras, HCM 210, Estados Unidos*”, se pueden encontrar tablas las cuales establecen espacio, velocidad y tasa de flujo de peatones.

Sin embargo, en 2005, Cal y Mayor y Asociados, S.C., desarrollaron un nuevo manual llamado “*Manual de Planeación y diseño para la administración del Tránsito y Transporte*”,

realizaron nuevas mediciones a partir de trabajos de campo, lo cual reajusto y calibro los parámetros que definen los valores donde transitan los peatones dentro de los niveles de servicio. Cabe recalcar que se tomará de referencia dicho manual, ya que los niveles de servicio para peatones pueden ser aplicados para varios escenarios posibles.

2.2 Actores de la seguridad vial

Con respecto al diseño de vías, se debe considerar los actores de seguridad vial que son aquellas personas que utilizan los vehículos para transitar, y de igual manera aquellos usuarios que cruzan los pasos peatonales. Cabe mencionar que las calles constituyen gran porcentaje de la propiedad pública, por lo que se requiere distribuir equitativamente respecto a las necesidades de sus actores.

2.2.1 Peatones

La población general se la puede considerar como un peatón, teniendo en cuenta a las personas desde 1 año, hasta 100 años. Dentro de un análisis de volúmenes de una vía, el peatón es sumamente importante, debido a que, dentro de las jerarquías, el peatón resulta ser el más vulnerable. Dentro de los peatones se incluyen a los ciclistas y a los usuarios que utilizan el transporte público que, de igual manera son personas vulnerables que requieren de la debida señalización con una división efectiva de tráfico que permita una eficiente circulación. Los peatones poseen una velocidad promedio entre 5-7 km/h, mientras menor sea su velocidad rango donde pueden reaccionar es mayor, y sus rangos de reacción son cortos.

La velocidad de los usuarios depende de tanto la habilidad como de su edad como de factores externos los cuales son: la topografía, el clima, el tamaño y el pavimento. Con respecto a las personas más vulnerables que son aquellos que caminan con ayuda; se estima que su velocidad oscila entre los 0.3 m/s a 0.5 m/s mientras que para los peatones comunes su velocidad se encuentre entre los 0.3 m/s a 1.75 m/s (NACTO, 2016).

2.2.2 Vehículos

Un vehículo se lo puede considerar como un medio de locomoción y transporte, que permite a un usuario su traslado desde un lugar, a otro. Los vehículos se pueden clasificar entre ligeros, pesados, y especiales:

- Vehículos ligeros: Vehículos destinados a pasajeros y/o cargas, cuentan con dos o cuatro ejes, dentro de estos se pueden encontrar automóviles, camionetas y las busetas que son medios de transporte livianos para pasajeros.
- Vehículos pesados: Son vehículos destinados a transportar grandes cantidades de personas, cuentan con sistemas de más de dos ejes con varias ruedas, estos son buses y volquetas.
- Vehículos especiales: Se define como los vehículos se mueven por varias vías, como camiones de carga pesada, bicicletas y motocicletas, y remolques.

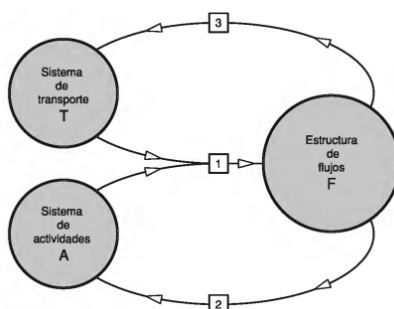
La velocidad de los vehículos es un parámetro de riesgo fundamental, debido a que incide en que tan grave puede llegar a ser cualquier lesión durante el siniestro, puesto que es un parámetro que puede llegar a ser mortal. Es decir, las velocidades de gran impacto incrementan la posibilidad de riesgo de una lesión considerable o de muerte. Con respecto a los vehículos comunes, su velocidad promedio oscila entre los 25-30 km/h, mientras que para vehículos pesados la velocidad promedio varía entre los 20-25 km/h (NACTO, 2016).

2.2.3 Infraestructura

El sistema e infraestructura de transporte de una región, se relaciona directamente con el tema socioeconómico. El sistema de transporte puede afectar la manera en la cual, los sistemas urbanos crecen y cambian, creando variaciones que inclusive pueden llegar a afectar a los sistemas de transporte. A continuación, se presenta un gráfico en el cual se explica la relación entre estos factores:

Figura 1

Relación entre el sistema de transporte, actividades y los flujos.



Fuente: Manheim, Marvin L. Fundamentals of Transportation Systems Analysis. (1979)

Este gráfico representa la relación entre las tres variables conocidas:

- Relación 1: Demuestra que los flujos “F” son el resultado de varias interacciones entre el sistema “T” y sistema “A”
- Relación 2: Demuestra que los flujos “F” generan un cambio en el sistema “A” en un largo tiempo dependiendo de los servicios ofrecidos.
- Relación 3: Indica que los flujos “F” generan cambios en el sistema de transporte “T”, causando una necesidad de desarrollar cambios en el transporte.

Las redes peatonales deben ser seguras, accesibles, cómodas, conectadas, y diseñadas de acuerdo con su contexto.

- **Seguras:** al definir que la circulación de peatones sea adecuadamente iluminada con pendientes accesibles y que no posea obstrucción alguna, con cruces visibles y cortos que permitan acortar las distancias de cruce para evitar riesgos de muerte, y que posea la señalización necesaria.
- **Accesibles:** al permitir distintas velocidades de circulación con señales visibles para todos los usuarios, de igual manera con anchos de acera suficientes para el confort de los usuarios.
- **Conectadas:** es decir que posean franjas continuas de circulación continuas con conexiones peatonales que acorten el camino de los peatones para lograr un paso más ordenado con distintas rutas.
- **Diseñadas de acuerdo con su contexto:** que permita espacios definidos como redes peatonales vinculadas con espacios verdes ajustados al clima local y con iluminación adecuada.

Elementos para la circulación de peatones:

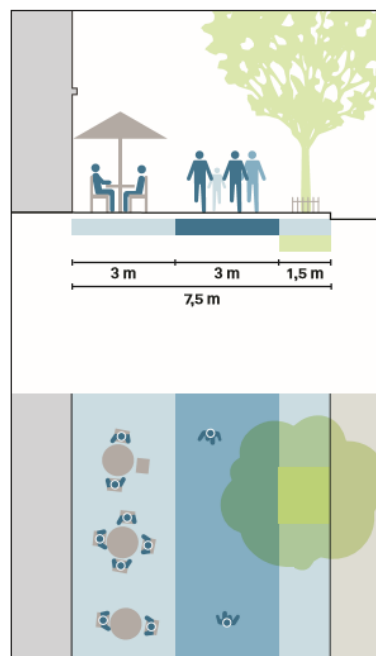
- **Aceras.** – Se distribuyen de manera continua con el fin de ofrecer una franja de circulación peatonal configurada de acuerdo con el volumen de peatones con un ancho suficientemente ancho para que dos personas en silla de ruedas circulen a la vez. Los árboles y servicios públicos sirven como separaciones entre las franjas de circulación y

el tráfico. Las aceras representan una inversión fundamental para las ciudades, debido a que se ha demostrado que aparte de promover el cruce peatonal, maximiza el capital social y mejora la salud pública de los ciudadanos (NACTO, 2016).

Con respecto a la vía seleccionada, se la define como una acera comercial, en la cual existen altos volúmenes de peatones y una alta actividad comercial. Este tipo de aceras deben tener zonas de fachadas definidas y zonas con mobiliario urbano que permitan colocar señales, alumbrado, bancas, jardines y la infraestructura requerida para el transporte público. Las aceras al poseer alta circulación peatonal deben proporcionar una franja de circulación mayor o igual a tres metros que permita el flujo continuo y a la vez que se desarrolle la actividad comercial tal cómo se indica.

Figura 2

Diseño de aceras para una vía pública



Fuente: National Association of City Transportation Official (2016)

Las franjas de circulación deben poseer un ancho tal que los peatones que utilizan sillas de ruedas puedan circular o adelantarse entre sí, esta medida se encuentra en un rango de 1.8 a 2 metros. Si existen árboles en las franjas de circulación se debe extenderla con el fin de crear espacio adicional, de igual manera colocar refugios de transporte público dentro de la misma.

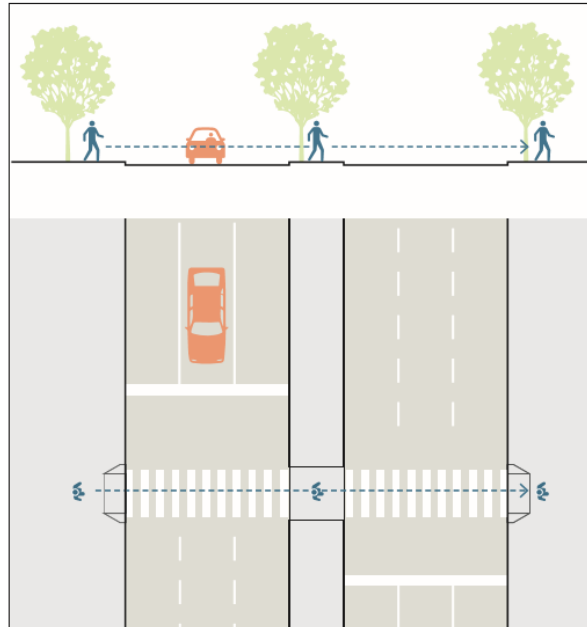
- **Cruces peatonales.** – Diseñado con el propósito de permitir la circulación de usuarios a pie, deben estar ubicados en cada intersección en donde exista tráfico peatonal y debe contar con señalización para reducir la velocidad de tráfico vehicular antes de llegar a los cruces. Se debe considerar la sensibilidad de los peatones a cambios de pendiente y geometría, de igual manera a la calidad de materiales y a la iluminación, por lo que es trascendental una infraestructura adecuada para mejorar el comportamiento de los peatones hacia la ruta más segura.

Los cruces deben ubicarse en cada intersección o a la mitad de una cuadra cada 80 a 100 metros, evitando distancias mayores a 200 metros que pongan el peligro la seguridad de los peatones. De igual forma, considerar el tiempo que caminará hasta el cruce peatonal, ya que se recomienda menor a tres minutos para que el peatón evite tomar la ruta más directa. Se debe considerar que la señalización posea alta visibilidad en forma de cebra con líneas paralelas o discontinuas para que los vehículos puedan visualizar y procedan a ceder el paso.

Se colocan semáforos al existir alto volumen de vehículos con velocidades que superen los 30 km/h con el propósito de proporcionar un entorno más seguro. En caso de que la distancia de cruce sea grande, se deben colocar separadores e islas de refugio para que el cruce peatonal se divida en dos etapas, lo cual significa una mayor facilidad y seguridad al cruzar múltiples carriles. Además, para los cruces peatonales se tiene en cuenta la construcción de estos al nivel de la calle, ya que de no ser el caso al colocar un puente elevado se aumentarían las distancias y tiempos de caminata.

Figura 3

Diseño de cruces peatonales NACTO



Fuente: National Association of City Transportation Official (2016)

Existen distintos de tipos de cruces de acuerdo con el volumen peatonal y vehicular, de igual manera a la geometría de la vía. Dentro de estos existen los convencionales diseñados para bajos volúmenes vehiculares y peatonales, de igual manera poseen semáforos; los cruces diagonales son aquellos que permiten al peatón cruzar la intersección en cualquier dirección al mismo tiempo, considerando volúmenes de tráfico medios y altos, de igual forma volúmenes peatonales altos colocando semáforos; los cruces elevados al nivel de la acera no poseen semáforos, sin embargo los volúmenes peatonales y vehiculares varían de medios a altos, y de igual manera se puede elevar el nivel de la acera prolongando a lo largo de la calle para mejorar la visibilidad de los conductores al aproximarse al cruce; los cruces con pacificación del tráfico son diseñados para volúmenes peatonales y vehiculares medios con velocidades mayores a 30km/h y se colocan elementos verticales de 5 a 10 metros desde el cruce para disminuir la velocidad de los vehículos y que mejore la visibilidad tanto de peatones como conductores; con respecto a cruces escalonados, estos se diseñan en caso de que existan volúmenes peatonales altos y volúmenes vehicular medios con velocidades mayores de 30 km/h con señalización colocada de 5 a 10 metros antes del cruce en los cuales si es el caso se colocan semáforos fijos y refugios peatonales como estrategias para prevalecer la seguridad de los usuario.

- **Refugios peatonales.** - Elementos que reducen la distancia de circulación peatonal, y sirven como áreas de intervalo para que las personas puedan descansar. Se utilizan cuando las velocidades y volúmenes es de alta densidad y pone en peligro a los usuarios, empujados en vías de 3 o más carriles.

Estos elementos deben poseer aproximadamente una profundidad de 1.8 metros de longitud, y una longitud recomendada de 2.4 metros. Mientras que su ancho debe poseer al menos 3 metros o igual a su franja de circulación, de tal manera que evite que los conductores realicen cualquier maniobra dentro de este espacio. Una isla de refugio peatonal posee un largo de 10 a 12 metros, que cumpla la función de proteger a los peatones, de igual manera pueden ser más largas con el fin de evitar los giros en U de los vehículos (NACTO, 2016). Para el diseño de refugios peatonales se considera las puntas de separadores que son elementos los cuales se extienden más allá del cruce y que brindan una seguridad a los peatones con respecto a los vehículos, que a medida que avancen reducen su velocidad. Dentro de las áreas de paso, si se posee una velocidad mayor de 30km/h por parte de los vehículos, debe existir semáforos que permitan la circulación y pacificación del tráfico.

Figura 4

Refugios peatonales NACTO



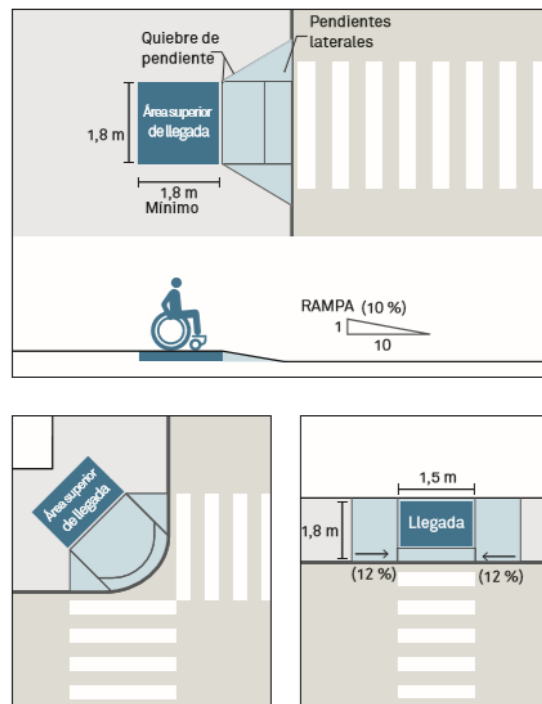
Fuente: National Association of City Transportation Official (2016)

- **Rampas peatonales.** - Empleadas para cambios de nivel entre acera y calzada. Se construyen a partir de materiales antideslizantes con pendientes máximas de 10%. Es

de gran importancia para personas que utilizan silla de ruedas o coches, debido a que permiten un mejor confort y una mejor seguridad al momento del cruce peatonal. Dentro del diseño de rampas se considera una pendiente óptima del 8 % con un ancho suficiente igual al de la franja de circulación peatonal, es decir de 1.8 metros y óptimo de 2.4 metros.

Figura 5

Rampas peatonales NACTO



Fuente: National Association of City Transportation Official (2016)

- **Guías para personas con discapacidad visual.** - Guías que permiten a las personas con discapacidad visual, circular por la calzada. Estas estrategias consisten en semáforos peatonales, los cuales poseen líneas táctiles sobre el pavimento de las aceras, bordes y rampas peatonales.
- **Señalización y sistemas de orientación geográfica.** - La señalización debe ser tal que brinde la información necesaria para que los usuarios puedan circular de manera segura, al indicar las distancias, velocidades y tiempos de cruce, de igual manera indican la orientación geográfica.

2.3 Evaluación de la seguridad vial

2.3.1 Auditorías en seguridad vial

Según (Díaz, 2014): La Auditoría de Seguridad Vial (ASV) tiene un proceso de forma sistemática en el cual, un auditor calificado se encarga de comprobar las condiciones de seguridad de un proyecto de una vía ya sea nueva o existente que podría afectar a los usuarios, o la misma. Mediante una ASV, se trata de garantizar que una vía, se diseñe de forma que cumpla con las medidas de seguridad necesaria para todas las personas que transiten por esta, dentro de las fases de pre-proyecto, concepción y ejecución de este.

Jacobo Díaz del Instituto Vial iberoamericano señala que se debe realizar auditorías de seguridad vial debido a que pueden entregar varias compensaciones como: Reducir el índice de accidentes en vías, disminuyendo su gravedad, aumentando la responsabilidad de los diseñadores viales, además se refleja una reducción de los costos en la corrección de vías.

Díaz (2014) afirma: “Los factores para la ejecución de ASV en las carreteras, en función pueden concebirse en varios lugares como la etapa final en la crítica popular de auditoría. Se determina un proceso de ejercicio rítmico de la vía tras su inauguración, de forma que se puedan inquirir las estadísticas de accidentes, realizando un estudio de campo para asegurar el funcionamiento y plena conservación de la estructura vial y sus alrededores, desde la perspectiva de la seguridad de todos los usuarios. Este procedimiento se representa sobre otras carreteras, unilateral de que su inauguración sea actual o no. En varias oportunidades, la red vial abierta al flujo vehicular tiene una existencia de mucho tiempo dentro de la cual trae problemas básicos: hubo criterios de seguridad no tan exigentes como los actuales, y el mantenimiento no siempre tiene la seguridad de ser realizado de la mejor manera.”

Díaz (2014) indica la siguiente clasificación:

- Caracterización del tráfico
 - Intensidad media diaria
 - Tráfico de vehículos pesados
 - Otros tráficos: peatones, ciclistas, motociclistas, vehículos agrícolas

- Caracterización de la accidentalidad
 - Revisión de la accidentalidad en la vía
 - Tipología y ubicación de accidentes más recurrentes

- Caracterización geométrica de la carretera
 - Trazado horizontal y vertical
 - Sección transversal
 - Márgenes de vía
 - Equipamiento: Señalización e iluminación
 - Puntos singulares: Accesos, travesías, túneles, accesos
 - Elementos de drenaje

- Características climáticas
 - Días de lluvia, nieve, hielo, viento

- Análisis de velocidades
 - Medición de velocidades
 - Estimación de incrementos de velocidad esperados
 - Identificación de puntos con velocidad de diseño estricta

2.3.2 Normas de seguridad vial en Ecuador

La Asamblea Nacional Constituyente expidió la Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial, establece las normas de aplicación a las que están sujetos los agentes que intervienen en el flujo vehicular tanto conductores, peatones, pasajeros y operadores de transporte, así como las regulaciones de los vehiculos que transiten las vías de tránsito. Los encargados de la gestión administrativa, económica y técnica son las Unidades Administrativas Regionales y Provinciales dirigidas por un responsable de libre nombramiento por parte del Directo Ejecutivo de la Agencia Nacional de Tránsito. Se define a la seguridad vial como la reducción de riesgo de accidentes de tránsito en las vías mediante enfoques multidisciplinarios relacionados a la ingeniería de tránsito que consiste en la gestión, educación, formación y capacitación de los actores, de igual manera a través de la investigación de siniestros (Correa , 2012).

Acerca de los actores de la seguridad vial, los peatones son aquellas personas con poseen el derecho de cruzar la calle, tomando las precauciones necesarias para salvaguardar su seguridad. Los peatones deben contar con la ayuda adecuada de parte de los agentes de tránsito al instante de cruzar la calle, y si son personas con una mayor vulnerabilidad como niños, ancianos, invidentes poseen más derecho a ser ayudados y disponer de vías sin obstáculos con la adecuada infraestructura y señalización. Sin embargo, al igual que poseen derechos tienen deberes que la Ley Orgánica de Transporte establece, que consisten en que los peatones deben despejar la calle en caso de que vehículo como ambulancias, bomberos y policiales transiten; además, deben evitar cruzar la calle de manera diagonal, al igual que temerariamente. Al cruzar la calle se deben tomar las precauciones necesarias, de tal manera que se evita transitar por vías públicas, cuya infraestructura sea un peligro de seguridad como por ejemplo el cruce en túneles, pasos a desnivel, puentes férreos y viaductos. En el caso de cometer alguna infracción, el agente de tránsito debe proceder a la suscripción y entrega de la citación.

Como antecedente, en el año 2015 El Instituto Nacional de Estadística y Censos junto con la Agencia Nacional de Tránsito registraron 1967 muertes como consecuencia de accidentes de tránsito en Ecuador (INEC & ANT, 2015). Mientras que para 2016, según Diario El Comercio, la tasa de problemas viales se redujo dentro en un 15,3% en comparación al año previo. Durante el 2015 se determinaron 35.706 accidentes, para 2016 el total de accidentes fue de 30.269 en los cuales 23.425 personas resultaron heridas, y un 8.4% fallecieron (Comercio, 2017).

Sin embargo, en los índices del Banco Mundial, mortalidad en accidentes de tránsito en Ecuador es de 20 decesos por cada 100.00 habitantes, ubicando al Ecuador con la quinta tasa más alta de mortalidad en percances viales de América del Sur, adicionalmente, el INEC detalla que los accidentes de tránsito constan entre las 10 principales causas de muerte en Ecuador. (Mundial, 2022).

Según (El Comercio, 2022): El porcentaje de víctimas fatales correspondiente a conductores en accidentes de tránsito es del 17,81% en tanto que el 40,83% es para los peatones, los motociclistas representan el 36.70% y los ciclistas el 2.29% en la vía, datos que permiten tener a la ciudadanía, un mejor conocimiento sobre esta problemática para concientizar sobre lo que se acontece en las calles de la capital.

El 16 de agosto de 2017, en la provincia de Pichincha se firma El Pacto Nacional por la Seguridad Vial, emitido por el Ministerio de Transportes y Obras Públicas (MTOPE), de forma participativa con el gobierno y varios sectores civiles interesados en la seguridad vial. Su objetivo es aumentar la prioridad y velar por la seguridad vial, así como varias medidas de prevención enfocadas a los accidentes viales de nuestro país, con varias reformas de gobierno. (MTOPE, 2017).

Dentro de los pilares del Pacto Nacional por la Seguridad Vial son:

- **Institucionalidad:** Aumentar los recursos estatales del sector TTTSV.
 - Mantener y motivar la participación de los actores que integran el organismo, en todas las etapas del PNSV.
 - Mejorar la educación vial, dentro de los factores de prevención y seguridad.
 - Promover auditorías a organismos de control en la temática de tránsito.
- **Vías de tránsito más seguras:** Implementar criterios de seguridad vial en el diseño, construcción, operación y mantenimiento de la RVE.
 - Perfeccionar el COOTAD con la finalidad obtener una mejor alineación con las reformas de estado dentro del organismo de tránsito dentro del marco del PNSV.
 - Mejorar los auditorios viales de forma que aumenten la seguridad vial dentro de los términos para garantizar resultados satisfactorios dentro de las decisiones a tomar.
 - Evaluar las estructuras de bicicletas y peatones.
- **Vehículos más seguros:** Mejorar la gestión estatal del TTTSV.
 - Mejorar los reglamentos para la permisión de vehículos extranjeros que cumplan los estándares de seguridad propuestos.
 - Crear nuevas reformas estatales que aseguren una inspección de forma física sobre los elementos de seguridad de los automóviles.
 - Estandarizar los sistemas de revisión automovilística.
- **Respuesta tras accidentes de tránsito:** Garantizar la atención integral y oportuna a las víctimas de los siniestros de tránsito.

- Articular oportunamente las acciones de atención y rehabilitación de víctimas de siniestros de tránsito.
- Desarrollar e implementar la institucionalización y articulación integral, oportuna y óptima de las víctimas.

Este pacto ha sido el fruto del concilio de varias organizaciones tanto públicas como privadas, para crear los 42 alineamientos de acción que lo rigen, y poder así reducir en un 50% la cantidad de personas fallecidas en accidentes en nuestro país, en un marco de 4 años desde su publicación.

3 Capítulo III: Facilidades peatonales para la intersección de la Av. Jorge Guzmán Rueda y Av. Padre Aurelio Espinosa Polit, sector la Victoria, ciudad de Ibarra.

En el año 2014, el Lic. Vásquez Rivadeneira César Guillermo en la Universidad Central del Ecuador realizó un tema de disertación titulado: “EL DESCONOCIMIENTO DE LAS NORMAS DE TRÁNSITO INCREMENTA LOS ÍNDICES DE ACCIDENTALIDAD EN LA CIUDAD DE IBARRA”, en el que se manifiestan los siguientes puntos:

En primer lugar, se debe realizar un plan donde se tomen en consideración la planificación, modernizar las vías, y realizar un control de los transportes que circulen la vía, que tengan como principios basados en el derecho a la vida, libre tránsito y la movilidad, donde se tome como eje principal el mejorar la calidad de vida del peatón, además de preservar el ambiente. (Asamblea Nacional del Ecuador, Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad vial, 2012)

El autor hace un enfoque al orden social y cultural donde la seguridad vial es un tema de gran importancia en especial en nuestro país, debido a que existe una gran ignorancia por parte de los conductores y peatones, incrementando la fatalidad en los accidentes de tránsito, por lo cual es necesario implementar facilidades viales para la seguridad de peatones.

3.1 Descripción de la zona del estudio de caso

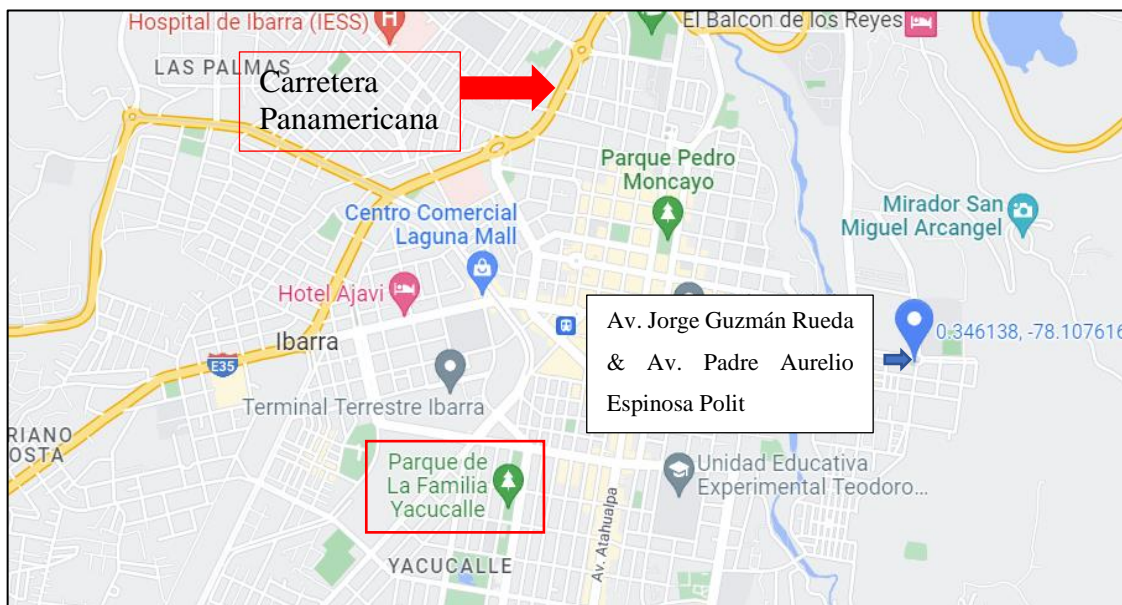
En la Av. Jorge Guzmán Rueda, al aproximarse al redondel al que converge la Av. Padre Aurelio Espinosa Polit, sector la Victoria, de la ciudad de Ibarra, en un reconocimiento previo se identificaron 2 carriles de sentidos contrarios, con un ancho de aproximadamente 3.6

metros; la Av. Jorge Guzmán Rueda se encuentra ubicada cerca de un redondel de gran afluencia vehicular, debido a que en este sector se encuentran diferentes instituciones educativas y centros de comida, que a su vez aumentan el flujo peatonal en ciertas horas pico del día. Aquí se registra un conflicto vial en la intersección mencionada debido a que, al momento de llegar a los diferentes establecimientos de comida o instituciones educativas, no existe una facilidad vial que sea de ayuda para los peatones o que brinde mayor seguridad al momento de trasladarse, por lo cual estos deben cruzar la calle de forma intempestiva, haciendo que se pueda producir un accidente fatal, ya que los automóviles tampoco suelen reducir su velocidad de tránsito.

A continuación, se presenta un mapa de localización del sector, un mapa de localización de la Av. Jorge Guzmán Rueda en la que se planea la intervención y una fotografía de la Av. Jorge Guzmán Rueda en la aproximación al redondel al que converge la Av. Padre Aurelio Espinosa Polit.

Figura 6

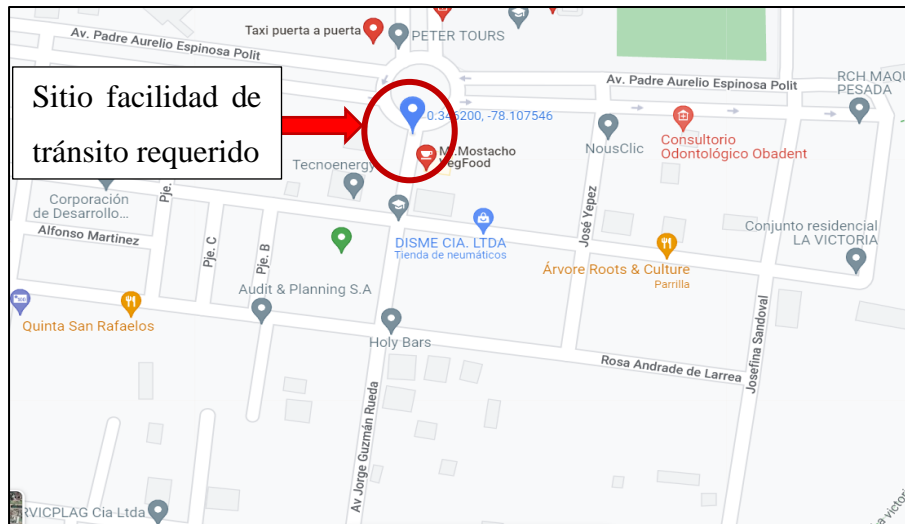
Mapa de localización del sector



Fuente: Elaboración propia

Figura 7

Mapa de la vía en estudio



Fuente: Elaboración propia

Figura 8

Fotografía de la Avenida República



Fuente: Elaboración propia

En la ciudad de Ibarra no se han encontrado estudios previos respecto al análisis de la implantación de cruces viales en zonas urbanas que precautelen la seguridad tanto del peatón como del conductor, sin afectar el flujo de tráfico vehicular, ni tampoco específicamente en la Avenida Jorge Guzmán Rueda en la aproximación al redondel que converge a la Av. Padre Aurelio Espinosa Polit.

3.2 Situación actual de los niveles de tráfico

3.2.1 Medición del volumen de tráfico vehicular

Para tomar en cuenta las variaciones de los volúmenes de tránsito a lo largo de las horas del día, hay muchos factores que influyen dentro del análisis, como la ruta que se tiene establecida, las actividades sociales y económicas presentes, si hay puntos turísticos, agrícolas, comerciales, industriales, etc. Dentro del Distrito Metropolitano de Quito, según estudios y proyecciones de tráfico realizados tanto en estudios municipales, como privados, se pueden asumir que las horas pico, donde más tránsito de vehículos hay, se establecen en 3 horarios a lo largo del día: En la mañana, de 7:30 am a 9:30 am, el volumen horario tiende a alcanzar cifras máximas debido a la movilización de vehículos escolares, públicos y particulares, entre las 9:30 am a las 12:30 pm, vuelve a bajar y empieza a ascender para llegar a otro máximo entre las 12:45pm a las 2:00pm debido a la hora de almuerzo tanto en instituciones públicas como privadas. Entre las 2:00pm a las 4:30pm se registra otra disminución dentro del volumen vehicular, y entre las 4:45pm hasta las 7:00pm vuelve a ascender, debido a que las personas adultas, empiezan a dejar sus trabajos para dirigirse a sus hogares.

Figura 9

Ejemplo de variación del volumen de tránsito en la hora de máxima demanda

Período (horas : minutos)	Volumen cada 5 minutos (Q_5) (vehículos mixtos)	Período (horas : minutos)	Volumen cada 15 minutos (Q_{15}) (vehículos mixtos)
17:00-17:05	102	17:00-17:15	314
17:05-17:10	104		
17:10-17:15	108		
17:15-17:20	152	17:15-17:30	476
17:20-17:25	158		
17:25-17:30	166		
17:30-17:35	171	17:30-17:45	550
17:35-17:40	187		
17:40-17:45	192		
17:45-17:50	206	17:45-18:00	693
17:50-17:55	223		
17:55-18:00	264		
18:00-18:05	327	18:00-18:15	825
18:05-18:10	291		
18:10-18:15	207		
18:15-18:20	146	18:15-18:30	363
18:20-18:25	112		
18:25-18:30	105		

Fuente: Ingeniería de tránsito. Cal y Mayor, R. (2016)

Un volumen horario en su máxima demanda, usualmente no suele conservar la misma frecuencia de flujo durante toda la hora, lo que significa que dentro de la hora analizada, pueden existir períodos cortos con una tasa de flujo mucho mayor, al de la hora en general, por lo cual, se debe aplicar una metodología en la cual, se realicen mediciones de vehículos en cuartiles de tiempo variados, conocidos como “t = duración del período en minutos”, las duraciones (t) de los períodos dentro de la hora de análisis, generalmente suelen variar entre 5, 10 o 15 minutos, o hasta de 1 hora, dependiendo del tipo de vía, y el sector donde se ubique esta.

Para el presente trabajo de titulación, se optó por realizar una metodología de medición, basada en 4 mediciones de 1 hora cada una, dentro de horas pico donde la distribución de flujos vehiculares será máxima. La medición general fue realizada el viernes 4 de noviembre del 2022, en el horario de 7:30 am hasta las 18:30 pm, bajo criterios del libro “Ingeniería de tránsito. Cal y Mayor, R. (2016).”, por lo cual se dividió el volumen de tráfico vehicular, en varios tipos de vehículos, para facilitar la toma de datos, a continuación, se presenta la tabla acumulativa con los datos levantados en campo:

Tabla 1

Medición del flujo vehicular en la Av. Jorge Guzmán Rueda y Av. Padre Aurelio Espinosa Polit

Período (Horas : Minutos)	Volumen cada hora
7:30 - 8:30	420
8:30 - 9:30	390
16:30 - 17:30	410
17:30 - 18:30	425

Nota: Esta tabla muestra cómo varía el flujo vehicular en la Av. Jorge Guzmán Rueda y Av. Padre Aurelio Espinosa Polit en períodos de una hora.

3.2.2 Medición del volumen de tráfico peatonal

Cal y Mayor, R. (2016) plantea que, para realizar la medición del tránsito peatonal, se tiene una similitud con el tráfico vehicular donde se definen niveles de servicio. Por ejemplo, las medidas cualitativas que se utilizan para caracterizar el flujo peatonal son: velocidad de circulación, libertad de realizar adelantamientos, etc. Otro tipo de medidas más específicas son: la habilidad de cruzar corrientes vehiculares, caminar en sentido contrario, libertad de maniobrar libremente que no presente conflictos en la velocidad de caminata.

En la siguiente figura se muestra cómo se utilizan y manejan los diferentes niveles de servicio para medir el tránsito peatonal.

Figura 10

Niveles de servicio peatonales en aceras y senderos

Nivel de servicio	Espacio (m²/peatón)	Tasa de flujo (peatones/min/m)	Velocidad (m/s)
A	>7.00	≤14	≥1.63
B	≥1.00	≤91	≥1.51
C	≥0.77	≤115	≥1.47
D	≥0.40	≤194	≥1.30
E	≥0.17	≤287	≥0.83
F	<0.17	Variable	<0.83

Fuente: Cal y Mayor, R. (2016). Ingeniería de tránsito.

Para este caso de estudio, solo se tomará en consideración el nivel de servicio basado en la tasa de flujo peatonal, es decir cuántos peatones, transitan en un promedio de 1 hora lo largo de toda la vía, se presenta la medición de los peatones realizada en la Av. Jorge Guzmán Rueda y Av. Padre Aurelio Espinosa Polit en períodos de una hora:

Tabla 2

Medición del flujo peatonal en la Av. Jorge Guzmán Rueda y Av. Padre Aurelio Espinosa Polit

Período (Horas : Minutos)	Volumen cada hora
7:30 - 8:30	98
8:30 - 9:30	92
16:30 - 17:30	95
17:30 - 18:30	90

3.2.3 Investigación en el entorno sobre accidentalidad

Según Hoy En Imbabura (2021) se accidento un Vitara SZ, que se accidento en una panadería ubicada en las calles Hugo Guzmán Lara y Rosa Andrade de Larrea, en el barrio La Victoria, debido a que el conductor hizo caso omiso a las señales de tránsito.

De igual manera EL COMERCIO (2021) informa que dos personas que viajaban en una motocicleta cayeron al rio en el sector de La Victoria, debido a que un automóvil les chocó de manera intempestiva.

Después de realizar una pequeña investigación del sector La Victoria, se puede analizar que, en el punto de estudio, no ha ocurrido ningún accidente de tránsito, sin embargo, en los sectores aledaños si se han producido varios accidentes de tránsito, por lo cual se recomienda proponer una facilidad vial para mayor seguridad de los peatones, como medida de seguridad y prevención de accidentes a futuro. Debido a que entre mayor sea el tiempo en que se realice la intervención, mayor será el flujo peatonal y vehicular, y mayor será el riesgo de un accidente de tránsito si no se interviene a su debido tiempo.

3.3 Planteamiento de alternativas

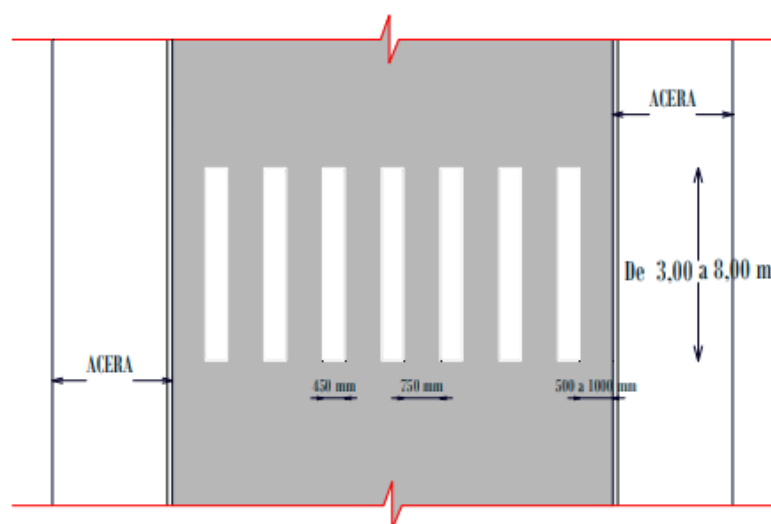
3.3.1 Cruces peatonales tipo cebra

Los peatones son usuarios de la vía, el problema se presenta cuando el cruce de peatones no está siendo efectuado en condiciones adecuadas. Es necesario analizar la conveniencia de proveer alguna facilidad peatonal explícita como pasos cebra o semáforos peatonales en base a los criterios definidos por las autoridades de control competentes.

Su diseño está basado en bandas paralelas al eje de calzada de color blanco, con una longitud de 3.00 m a 8.00 m, ancho de 450mm y la separación de bandas de 750mm. Se debe iniciar la señalización a partir del bordillo o borde de la calzada a una distancia entre 500mm a 1000mm, teniendo a máximo posible, ajustada al ancho de calzada. (INEN, 2012)

Figura 11

Cruce peatonal tipo cebra



Fuente: Ministerio de Transportes y Obras Publicas 2015

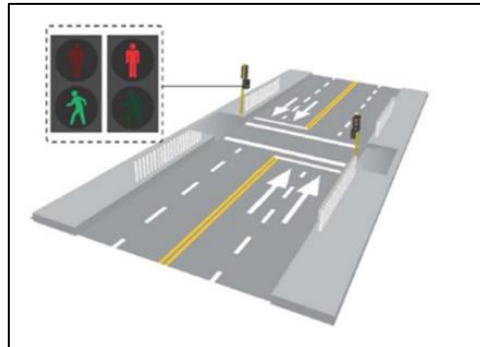
3.3.2 Semáforos peatonales

Los semáforos peatonales pueden estar equipados, si es necesario, con un botón de llamada y dispositivos acústicos para las personas con discapacidad visual.

Para la determinación del tiempo de duración del verde para el cruce se estima que un peatón circula a una velocidad de 0.75 m/s, la cual se puede reducir a 0.5 m/s en lugares específicos tales como escuelas. (INEN, 2012).

Figura 12

Cruce peatonal regulado por semáforo



Fuente: Ministerio de Transportes y Obras Publicas 2015

3.3.3 Comparación de alternativas

A continuación, se indican las recomendaciones y parámetros para el análisis de una alternativa de cruce peatonal:

$$\text{Parámetro} = PV^2$$

Donde:

- P: Flujo de peatones por hora que cruzan la vía.
- V: Flujo de vehículos por hora en ambas direcciones.

Tabla 3

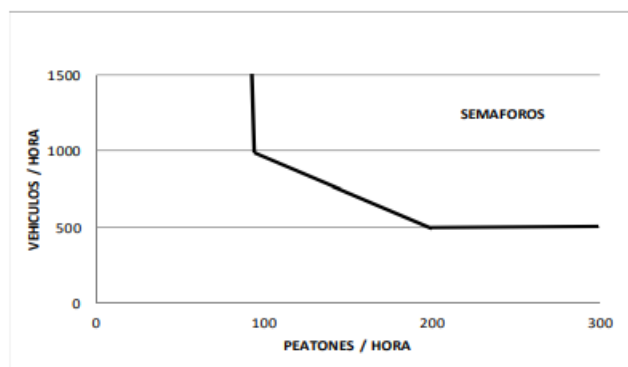
Umbral para recomendaciones preliminares PV^2

PV^2	P (peat/h)	V (veh/h)	Recomendación preliminar
Sobre 10^8 y si no es posible la provisión de una zona de protección peatonal en la calzada	50 a 1.100	300 a 500	Paso de Cebra
	50 a 1.100	sobre 500	Semáforo peatonal
	sobre 1.100	sobre 300	Semáforo peatonal
Sobre 2×10^8 y existe o es necesaria la provisión de una zona de protección peatonal en la calzada	50 a 1.100	400 a 750	Paso de Cebra con isla o refugio peatonal
	50 a 1.100	sobre 750	Doble semáforo peatonal con refugio peatonal (semáforo desfasado)
	sobre 1.100	sobre 400	Doble semáforo peatonal con refugio peatonal (semáforo desfasado)

Fuente: Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones, Gobierno de Chile

Figura 13

Grafica recomendada para establecer semáforos o pasos cebras

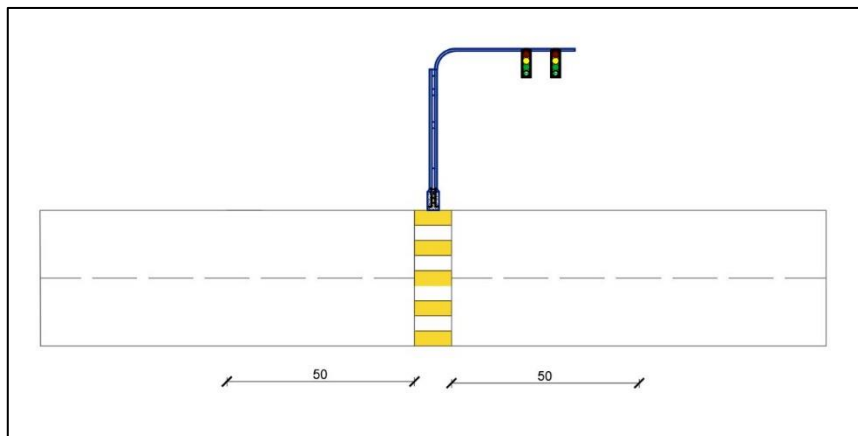


Fuente: Sanz Aludan Alfonso. Ministerio de Obras Públicas, Transporte y Medio Ambiente. Calmar el Tráfico.1996

Las facilidades peatonales explícitas se proveen para mejorar las condiciones de seguridad para peatones, sin producir demoras excesivas tráfico. Esto se logra si son localidades de manera que atraigan el máximo número de peatones y que los conductores las reconozcan apropiadamente, sin embargo, para planear una facilidad vial se necesita tener en cuenta que debe existir una separación de al menos 50 metros de longitud para que los vehículos puedan desarrollar su recorrido.

Figura 14

Facilidades viales



Fuente: Elaboración propia

4 Capítulo IV: Análisis de resultados

Análisis de resultados: En base a la información que se registran en los formularios de información levantada en campo, se procede a:

- Aplicar el parámetro PV^2 tomando en cuenta el flujo de peatones, y el flujo vehículos obtenidos.
- Realizar el dimensionamiento técnico y el diseño de la facilidad peatonal
- Realizar el presupuesto de obra teniendo en cuenta el costo de los materiales con precios del mercado actual.

Con base en la información que se describió en el marco teórico, se pueden realizar un análisis de los flujos peatonales y vehiculares, para establecer un comportamiento dentro de la Av. Jorge Guzmán Rueda de forma cuantitativa, para responder al objetivo planteado: Diseñar las facilidades peatonales para cruces en vías urbanas, aplicado al caso de estudio: Av. Jorge Guzmán Rueda y Av. Padre Aurelio Espinosa Polit, sector la Victoria, ciudad de Ibarra.

4.1 Diseño de la facilidad vial para la vía seleccionada

4.1.1 Dimensionamiento técnico

A continuación, se procede a presentar el desarrollo del cálculo para la facilidad vial prevista, realizado en el software profesional “Excel”:

Tabla 4

Conteo en las horas de máximo flujo vehicular y peatonal, cálculo del índice de la facilidad vial.

Período (Horas : Minutos)	Volumen vehicular cada hora	Volumen peatonal cada hora	PV ²
7:30 - 8:30	420	98	
8:30 - 9:30	390	92	
16:30 - 17:30	410	95	15855615
17:30 - 18:30	425	90	
PROMEDIO	411	94	

Como se puede observar, el promedio de medición del flujo vehicular dio un total de 411 vehículos/hora, el promedio del flujo peatonal, dio un total de 94 peatones/hora, al aplicar el cálculo del indicador de conflicto *vehículo – peatón*, que esta recientemente reglamentado por el Ministerio de Transporte, se puede observar que el valor final es de 15855615, o de forma reducida 1.58×10^7 , a continuación, se coloca el umbral del indicador PV^2 en el caso estudiado:

Tabla 5

Umbrales para la recomendación preliminar

PV^2	P (peat/h)	V (veh/h)	Recomendación preliminar
Sobre 10^8 y si no es posible la provisión de una zona de protección peatonal en la calzada	50 a 1.100	300 a 500	Paso de Cebra
	50 a 1.100	sobre 500	Semáforo peatonal
	sobre 1.100	sobre 300	Semáforo peatonal

Fuente: Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones. Gobierno de Chile

Dentro del rango permisible de 1×10^8 , se realiza un análisis del flujo peatonal y vehicular, para el caso del cruce de la Av. Av. Jorge Guzmán Rueda, se puede constar que el promedio de flujo vehicular tiene un promedio 411 vehículos/hora, el flujo peatonal entra

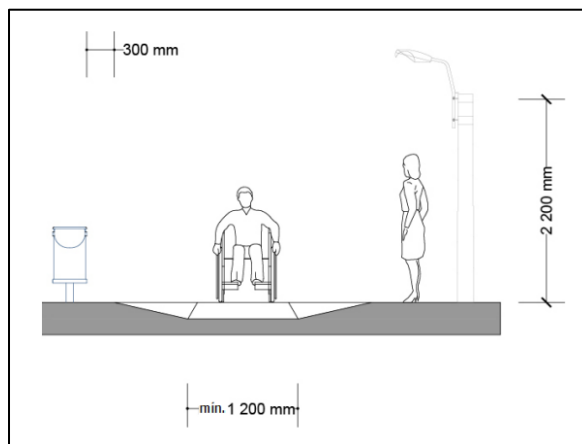
en el rango 50 a 1100 peatones/hora, de manera, se deduce que la recomendación preliminar para el caso de la Av. Jorge Guzmán Rueda y Av. Padre Aurelio Espinosa Polit, es implantar un semáforo peatonal para el cruce de peatones, sin necesidad de la provisión de una zona de protección peatonal en la en la vía de estudio.

4.1.2 Diseño del proyecto

Para la en estudio, se sugiere implementar una facilidad vial que comprende un paso cebra, debido a que el flujo vehicular se encuentra en un rango de 300 a 500 vehículos por hora, y los peatones que transitan estas calles se encuentra en un rango de 50 a 1100 peatones por hora. A continuación, se presenta una guía de cómo se debería implementar un cruce vial con las características regidas por la Norma Técnica Ecuatoriana (NTE INEN 2246, 2015):

Figura 15

Diseño de un cruce peatonal tomando en cuenta peatones con movilidad y peatones especiales.



Fuente: INEN (Servicio Ecuatoriano de Normalización, NTE INEN 2246, 2015)

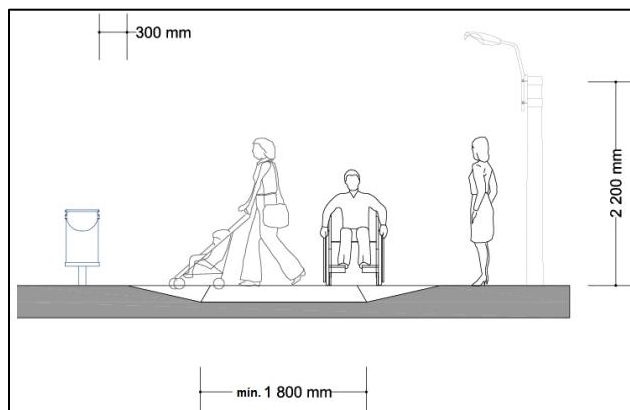
Según el Servicio Ecuatoriano de Normalización (INEN):

Para los casos de aplicación de la accesibilidad mínima, el ancho se puede disminuir hasta en 900 mm en situaciones puntuales debido a elementos estructurales, vegetación o

elementos del mobiliario y el equipamiento urbano, preexistentes y cuando la modificación de estos resulte inviable desde el punto de vista técnico. (NTE INEN 2246, 2015, p.3).

Figura 16

Diseño de un cruce peatonal tomando en cuenta peatones con movilidad y peatones especiales



Fuente: INEN (Servicio Ecuatoriano de Normalización, NTE INEN 2246, 2015)

Según el Servicio Ecuatoriano de Normalización (INEN):

Para los casos de aplicación de la accesibilidad mínima, el ancho se puede disminuir hasta 900 mm en situaciones puntuales debido a elementos estructurales, vegetación o elementos del mobiliario y el equipamiento urbano preexistentes y cuando la modificación de estos resulte inviable desde el punto de vista técnico. Cuando se prevé la circulación simultánea, en distinto sentido, de dos sillas de ruedas, dos personas con andador, dos coches de bebés, dos coches livianos de transporte de objetos o sus combinaciones, el ancho mínimo libre de obstáculos debe ser de 1 800 mm. (NTE INEN 2246, 2015, p.3)

A continuación, se muestra como quedaría realizada la implantación de la facilidad vial, en la Av. Jorge Guzmán Rueda, que brindara una mayor seguridad a los peatones que pasan intempestivamente debido a la falta de un paso cebra. Para ello se utilizo un software especializado “PT Vissim” para realizar la modelación 2D y 3D que nos permita visualizar y realizar una simulación de nuestra implantación.

Figura 17

Modelación 2D de la facilidad vial en la Av. Jorge Guzmán Rueda en PT Vissim



Fuente: Elaboración propia

Figura 18

Modelación 3D de la facilidad vial en la Av. Jorge Guzmán Rueda en PT Vissim



Fuente: Elaboración propia

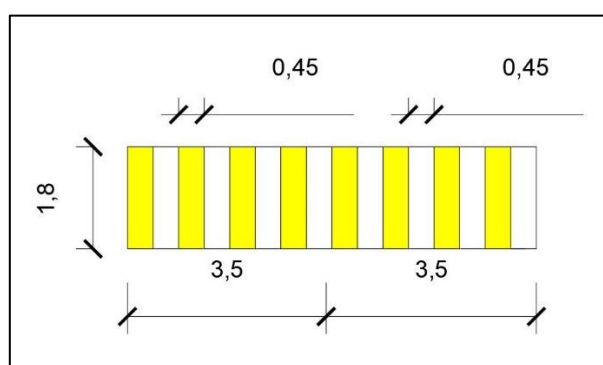
Se puede observar que se puede implantar fácilmente una facilidad vial de un paso cebra, en la Av. Jorge Guzmán Rueda, que brindara una mejor infraestructura a la avenida en estudio, ofreciendo una señalización horizontal, que ofrece mayor protección a los peatones.

4.2 Presupuesto de Obra

En base a las necesidades previstas para la facilidad vial, para la facilidad vial, se ha realizado una estimación de costos referenciales del proyecto tomando en cuenta el precio de los materiales necesarios y ajustados a su valor actual en el mercado, a fin de que la planificación se realice a plena satisfacción de la entidad municipal contratante:

Figura 19

Implantación de franjas peatonales



Fuente: Elaboración propia

Tabla 6

Litros necesarios para el paso peatonal

DIMENSIONAMIENTO PASO PEATONAL		
# Franjas peatonales	8	unidad
Ancho de franja	0.45	m
Largo de la franja	1.8	m
Área de franja	6.48	m ²
Rendimiento pintura	7	m ² /Lt
Litros necesarios	1	Lt

Figura 20

Rubro de paso cebra

RUBRO: PASO CEBRA					UNIDAD: U	
EQUIPOS						
N°	Descripción	Cantidad	Tarifa	Precio Unitario	Rendimiento	Costo total
		A	B	C=A x B	R	D = C x R
1.1	Herramienta menor	1.00	0.03	0.03	1.00	0.03
SUBTOTAL M						0.03
MANO DE OBRA						
N°	Descripción	Cantidad	JORNAL/HR	Precio Unitario	Rendimiento	Costo total
		A	B	C=A x B	R	D = C x R
2.1	Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1.00	4.29	4.29	1.00	4.29
2.2	Peón	1.00	3.83	3.83	1.00	3.83
2.3	Albañil	1.00	3.87	3.87	1.00	3.87
SUBTOTAL N						11.99
MATERIALES						
N°	Descripción	Unidad	Cantidad	P. unitario	COSTO	
			A	B	C=A x B	
3.1	Llana mango madera (Pintulac)	U	2.00	5.45	10.90	
3.2	Pintura tráfico blanco duravial (Wesco)	Lt	1.00	10.06	10.06	
SUBTOTAL O						20.96
TRANSPORTE						
N°	Descripción	Unidad	Cantidad	P. unitario	COSTO	
			A	B	C=A x B	
SUBTOTAL P						
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)						32.98
INDIRECTOS Y UTILIDAD 20%						6.596
COSTO TOTAL DEL RUBRO						39.58
PRECIO UNITARIO USD						\$ 39.58

Fuente: Elaboración propia

Para poder realizar un paso cebra, se necesita aproximadamente un presupuesto de (39.58 – treinta y nueve dólares con cincuenta y ocho centavos), en un ancho de vía de 7 metros, tomando en consideración 1 litro de pintura para 8 franjas peatonales y mano de obra para realizar la actividad.

5 Capítulo V: Conclusiones y Recomendaciones

5.1 Conclusiones

- Los factores que influyen en la determinación de una facilidad vial para los peatones son: comportamiento de los peatones, la infraestructura vial (aceras, señalización vertical y horizontal, zona de refugio peatonal, visibilidad e iluminación), el flujo vehicular y la velocidad a la cual transitan por la avenida. Estos factores nos permiten poder analizar si la avenida contiene un factor de seguridad para los peatones al momento de cruzar la avenida.
- Para que una infraestructura vial pueda ser considerada segura al ser analizada, es necesario que contenga los siguientes elementos: aceras correctamente elaboradas, cruces peatonales, refugios peatonales, señalización horizontal y vertical, rampas peatonales, visibilidad tanto peatonal como vehicular. Si los elementos antes mencionados se encuentran correctamente implementados, se cuenta con una avenida que brinda seguridad al peatón.
- Dentro de la Av. Jorge Guzmán Rueda, en el sector de La Victoria, en base a un conteo realizado durante 4 horas distribuidas a lo largo del día donde existía mayor flujo vehicular, se determinó que aproximadamente se tiene un promedio de 411 vehículos/hora, y el horario mas congestionado por transito de vehículos se encuentra en el horario de 17:30 a 18:30, con 425 vehículos/hora, debido a las personas llegan a sus casa aledañas al sector después de un haber terminado su jornada laboral, además de los estudiantes que progresivamente van abandonado la universidad PUCE-SI al terminar su jornada de estudio. Los vehículos más transitados se encontraban en un rango de automóviles pequeños y medianos, acompañados de buses públicos.
- Dentro de la Av. Jorge Guzmán Rueda, en el sector de La Victoria, en base a un conteo realizado durante 4 horas distribuidas a lo largo del día donde existía mayor flujo vehicular, se determinó que aproximadamente se tiene un promedio de 94 personas/hora, y el horario con mas afluencia de personas transitando el lugar se encuentra en el horario de 7:30 a 8:30, con 98 personas/hora, esto debido a que se encuentra en un horario donde los padres de familia llevan a sus hijos a los establecimientos educativos, y de igual forma varios estudiantes universitarios acuden a su primeras horas de clase.

- Al aplicar el indicador de conflicto vehículo – peatón utilizado por el Ministerio de Transportes y Obras Públicas de Ecuador, se obtuvo un valor de vehículos/hora de 411 y un valor de personas/hora de 94, con un PV^2 de 1.15×10^7 , lo cual nos indica que la solución mas optima a una facilidad vial es para salvaguardar la seguridad del peatón es un paso cebra, para poder lograr mejorar la señalización vertical y horizontal, para que los conductores puedan ser mas precavidos al transitar por esta avenida.
- El municipio de la ciudad de Ibarra debe salvaguardar la seguridad tanto de los peatones, como de los conductores de los diferentes transportes terrestres, y esta avenida presenta una gran falencia de carácter grave con respecto a la seguridad peatonal, por lo cual es necesario implementar y proveer facilidades peatonales de carácter obligatorio.
- Se puede constatar que el implementar un paso cebra, para seguridad de los peatones, tiene un presupuesto de (39.58 – treinta y nueve dólares con cincuenta y ocho centavos), lo cual no supone un gasto representativo en base a los ingresos que obtiene por parte del gobierno para las obras públicas, y fácilmente se lo puede realizar en un tiempo relativamente corto.

5.2 Recomendaciones

- Se debe evaluar las condiciones de la avenida y las aceras, para revisar si es necesario realizar proyectos de mejoramiento y mantenimiento de las vías y aceras, para evitar costos mayores en el futuro al realizar la implantación del proyecto.
- Utilizar las normas técnicas ecuatorianas NTE INEN 2 314 y NTE INEN 2246, para adecuar correctamente, la implantación del paso cebra, y tomar en consideración las dimensiones de la facilidad vial, en base al tipo de peatón identificado en el área.
- Realizar mantenimientos de las aceras y la vía, para que los ciudadanos se sientan conformes a las obras civiles realizadas, debido a que son las que más se visualizan a plena vista.
- Añadir una señalética que informe a los conductores acerca de las facilidades viales implementadas, para que puedan reducir su velocidad con anticipación y respetar el paso cebra y la seguridad de los peatones.
- Realizar un mantenimiento periódico de los árboles, aceras, e iluminación de la Av. Jorge Guzmán Rueda, ya que estos factores son sumamente importantes dentro del ambiente de interacción de los peatones.

Bibliografía

- ASTM. (2020). Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys. (D6433-20).
- Cal, Mayor, & Asociados. (09 de 2005). *Movilidadbogota*. Obtenido de https://www.movilidadbogota.gov.co/web/sites/default/files/Paginas/16-03-2020/7._manual_de_planeacion_y_diseno_para_la_administracion.pdf
- Comosion Nacional de Seguridad de Tránsito. (2016). *Conaset*. Obtenido de https://www.conaset.cl/wp-content/uploads/2016/01/fichas_accion_38.pdf
- Correa , R. (25 de Junio de 2012). Reglamento a Lay de Transporte Terrestre Tránsito y Seguridad Vial. Ecuador. Recuperado el 19 de Septiembre de 2022, de <https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/03/Decreto-Ejecutivo-No.-1196-de-11-06-2012-REGLAMENTO-A-LA-LEY-DE-TRANSPORTE-TERRESTRE-TRANSITO-Y-SEGURIDAD-VIA.pdf>
- Cortés, M. A. (2016). Metodología para establecer la selección de los cruces peatonales en Bogotá, caso de estudio localidad de Engativá. Metodología para establecer las selección de los cruces peatonales en Bogotá, caso de estudio localidad de Engativá, 132. Bogota, Colombia. Recuperado el 17 de Noviembre de 2022, de <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/57157/79584603.2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y>EL COMERCIO. (23 de 06 de 2021). *elcomercio*. Obtenido de <https://www.elcomercio.com/actualidad/ecuador/personas-motocicleta-accidente-rio-ibarra.html>
- Flores Guillén , J. (2016). Maestría en Tránsito Transporte y Seguridad Vial. Cuenca, Ecuador. Recuperado el 4 de Octubre de 2022, de <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/5900/1/12220.pdf>
- Hoy En Imbabura. (13 de 02 de 2021). *hoyenimbabura*. Obtenido de <https://hoyenimbabura.com/2021/02/13/vehiculo-perdio-pista-e-impacto-contra-una-panaderia-en-la-victoria/>

Lopez, S. A. (2020). CÁLCULO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE (PCI). Obtenido de https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/7224/1/REP_SEGUNDO.VARGAS_CALCULO.DEL.INDICE.pdf

Naranjo Molina, A. E. (2019). Auditoría de Seguridad Vial Para peatones. Caso de Aplicación: Av. Naciones Unidas Tramo Entre Av. 6 de Diciembre y Av. 10 de agosto, y av. Río Amazonas Tramo Entre Av. Naciones Unidas y av. Gral. Eloy Alfaro. Repositorio de Tesis de Grado y Posgrado. Tomado de: <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/16257> NACTO. (2016). *Guía Global de Diseño de Calles* (Primera ed.). Estados Unidos. Recuperado el 26 de Septiembre de 2022

INEN. (2012). INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN. *SEÑALIZACIÓN VIAL. PARTE 2. SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL*. QUITO, ECUADOR. Recuperado el 17 de NOVIEMBRE de 2022, de https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/03/LOTAIP2015_reglamento_tecnico_se+%C2%A6alizaci+%C2%A6n_horizontal.pdf

INEN. (2015). *ACCESIBILIDAD DE LAS PERSONAS AL MEDIO FÍSICO. CRUCES PEATONALES A NIVEL Y A DESNIVEL "NTE INEN 2246"*. Hábitat y Vivienda Ecuador. Tomado de: <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/06/NTE-INEN-2244-BORDILLOS-Y-PASAMANOS.pdf>

INEN. (2010). *ACCESIBILIDAD DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD Y MOVILIDAD REDUCIDA AL MEDIO FÍSICO. MOBILIARIO URBANO*. Instituto Ecuatoriano de Normalización. Tomado de: https://www.ecp.ec/wp-content/uploads/2017/12/Norma_INEN_2314_MOBILIARIO_URBANO.pdf

ANEXOS

Anexo 1

Tabla de conteos del flujo vehicular y peatonal

CONTEO VEHICULAR		LOCALIZACIÓN DE LA ESTACIÓN (GRÁFICO)	
FECHA:	10/10/2022		
DÍA:	Lunes		
ESTACIÓN No:	1		
SENTIDO:	Sur - Norte y Norte - Sur		
UBICACIÓN:	Av. Jorge Guzman Rueda		
DESCRIPCIÓN:	Flujo Vehicular en sentido Sur - Norte y Norte - Sur		
INTERSECCIÓN:	Av. Padre Aurelio Espinosa Polt		
CALLE PRINCIPAL:	Av. Jorge Guzman Rueda		
RESPONSABLE:	Fausto Joshua López Chávez		
HORA	CANTIDAD DE VEHÍCULOS CONTABILIZADOS		PROMEDIO DE UNA HORA
7:30 - 8:30	420		411
8:30 - 9:30	390		
16:30 - 17:30	410		
17:30 - 18:30	425		
HORA	CANTIDAD DE PEATONES CONTABILIZADOS	PROMEDIO DE UNA HORA	
7:30 - 8:30	98	94	
8:30 - 9:30	92		
16:30 - 17:30	95		
17:30 - 18:30	90		