

PONTIFICA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA CIVIL



TEMA: DISEÑO DE FACILIDADES PEATONALES PARA CRUCES EN VÍAS URBANAS. CASO DE ESTUDIO: Av. CAPITÁN GIOVANNI CALLES y CALLE MIAMI, CARAPUNGO, DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO

AUTOR:

GONZÁLEZ CISNEROS CAROLYN FERNANDA

TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

INGENIERO CIVIL

DIRECTOR: ING. FREDI PAREDES, M.SC

QUITO, 2022

TABLA DE CONTENIDO

1	Capítulo I: Introducción	8
1.1	Justificación	8
1.2	Planteamiento del problema	8
1.3	Objetivo General y Específicos	9
1.3.1	Objetivo General	9
1.3.2	Objetivos Específicos	9
1.4	Alcance	9
2	Capítulo II: Fundamentos Teóricos	9
2.1	Tráfico vehicular y peatonal	10
2.1.1	Volúmenes de tráfico vehicular	10
2.1.2	Volúmenes de tráfico peatonal	10
2.2	Actores de la seguridad vial	11
2.2.1	Peatones	11
2.2.2	Vehículos	12
2.2.3	Infraestructura	12
2.3	Evaluación de la seguridad vial	19
2.3.1	Auditorías en seguridad vial	19
2.3.2	Normas de seguridad vial en Ecuador	20
3	Capítulo III: Facilidades Peatonales Para La Av. Capitán Giovanni Calles y Calle Miami, Carapungo, Distrito Metropolitano de Quito.	23
3.1	Descripción de la zona del estudio de caso	23
3.2	Situación actual de los niveles de tráfico.	24

3.2.1	Medición del volumen de tráfico vehicular	24
3.2.2	Medición del volumen de tráfico peatonal.....	27
3.2.1	Investigación en el entorno sobre accidentalidad	28
3.3	Planteamiento y selección de alternativas	29
3.3.1	Cruces peatonales tipo cebra.....	29
3.3.2	Semáforos peatonales	29
3.3.3	Comparación de alternativas	30
4	Capítulo IV: Análisis de Resultados.	32
4.1	Diseño de la facilidad vial para cruce seleccionado.	34
4.2	Presupuesto de obra	36
5	Capítulo V: Conclusiones y Recomendaciones.	37
5.1	Conclusiones.....	37
5.2	Recomendaciones.	38
	Bibliografía.....	38
	Anexos.....	40

Índice de tablas.

Tabla 1-	<i>Medición del flujo vehicular en la Av. Capitán Giovanni Calles y Calle Miami, Carapungo, Distrito Metropolitano de Quito.....</i>	<i>26</i>
Tabla 2-	<i>Medición del flujo peatonal en la Av. Capitán Giovanni Calles y Calle Miami, Carapungo Distrito Metropolitano de Quito.....</i>	<i>28</i>

Tabla 3-Umbrales para indicador PV²	31
Tabla 4-Volumen de tráfico vehicular y peatonal en intervalos de 1 hora	32
Tabla 5-Volumen promedio de peatones y vehículos durante las cuatro horas de mayor tráfico	32
Tabla 6-Volúmenes vehiculares mínimo	34
Tabla 7-Análisis de presupuesto de obra	36

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1-Relación entre el sistema de transporte, el sistema de actividades y los flujos	13
Ilustración 2-Diseño de aceras para una vía pública _____	14
Ilustración 3-Diseño de cruces peatonales _____	16
Ilustración 4-Refugio Peatonal _____	17
Ilustración 5-Rampas peatonales _____	18
Ilustración 6- Mapa de localización del sector _____	23
Ilustración 7-Mapa de intersección. _____	23
Ilustración 8-Fotografía de la Av. Capitán Geovanni Calles _____	24
Ilustración 9-Ejemplo de variación de volumen de tránsito en la hora de máxima demanda	25
Ilustración 10-Niveles de servicio peatonales en aceras y senderos _____	27
Ilustración 11-Cruce peatonal tipo cebra _____	29
Ilustración 12- Cruce peatonal regulado por semáforo _____	30
Ilustración 13- Instalación de cruces peatonales _____	31
Ilustración 14-Análisis de promedios en la representación correspondiente a cruces peatonales _____	33
Ilustración 15-Diseño de la facilidad de cruce seleccionado _____	35

DEDICATORIA

El presente trabajo esta dedicado a mis padres Jorge y Lesly quienes, con amor, paciencia, y esfuerzo me han permitido cumplir con esta meta y poder alcanzar un sueño más.

*A mi hermana Dominique, por su cariño y palabras de aliento durante todo este proceso.
A toda mi familia por su cariño y palabras de aliento.*

Especialmente dedico este proyecto a mi abuelita, quien sé que desde el cielo cuida de mí y me ha brindado las fuerzas necesarias para poder seguir y culminar con éxito esta etapa de mi vida.

AGRADECIMIENTO.

*Quiero agradecer principalmente a Dios,
por darme salud y vida, por los excelentes padres,
por hacer de mí una niña feliz y bendecida,
y a toda mi familia por estar siempre presente.*

*También agradecer a mis amigos por estar
presentes en los momentos más difíciles,
por sus palabras de aliento y por cada momento
extraordinario que hemos vivido durante este proceso.*

*De manera especial a los docentes de la
Facultad de Ingeniería, por sus enseñanzas, por
ser pilares fundamentales durante este periodo.*

*A la Pontificia Universidad Católica del Ecuador
Por la excelsa educación que imparte
Y ser el punto de partida para alcanzar nuevas metas
profesionales.*

Resumen.

El presente trabajo tiene como objetivo diseñar una facilidad de cruce en la Av. Capitán Giovanni Calles y Calle Miami, a través del análisis de los volúmenes de tráfico vehicular y peatonal que existen en la zona, medidos dentro de un intervalo de 60 minutos en las 4 principales horas del día en la cuales se presencia un flujo constante e intenso, de modo que, una vez contabilizados estos indicadores sean comparados con los criterios de la normativa vigente en el país y con especificaciones internacionales para poder así establecer el tipo de cruce optimo, sea este un paso cebra y/o semáforo, priorizando la seguridad vial tanto de peatones como conductores. De igual manera presentar los aspectos técnicos, dimensionamiento y prepuesto de la solución de cruce adoptada.

Palabras claves: seguridad vial, facilidad peatonal, tráfico vehicular, peatones, conductores, paso cebra, semáforo

Abstract.

The present work aims to design a crossing facility on Av. Capitan Giovanni Calles and Calle Miami, through the analysis of the volumes of vehicular and pedestrian traffic that exist in the area, measured within an interval of 60 minutes in the 4 main hours of the day in which a constant and intense flow is witnessed, so that, once these indicators are accounted for, they are compared with the criteria of the regulations in force in the country and with international specifications to be able to establish the optimal type of crossing, be this a zebra crossing and/or traffic lights prioritizing road safety for both pedestrians and drivers. In the same way, present the technical aspects, dimensioning and budget of the adopted crossing solution.

Keywords: road safety, pedestrian ease, vehicular traffic, pedestrians, drivers, zebra crossing, traffic lights.

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 muestran desaciertos graves en relación a la seguridad vial, especialmente en su infraestructura, el cual es uno de los aspectos que más influyen dentro de 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 el número de accidentes de tránsito mortales, 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 reducir los accidentes de tránsito en la vía Av. Capitán Giovanni Calles y Calle Miami, Carapungo, Distrito Metropolitano de Quito, debido a que en la Av. Capitán Giovanni Calles existe en las horas pico tráfico vehicular y peatonal intensos.

1.2 Planteamiento del problema

En el ámbito urbanístico, se distinguen a los peatones 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” (OPS & OMS, 2018), refiriéndose a peatones, ciclistas y motociclistas. El peatón actualmente se encuentra en un estado indefenso con respecto a protección vial, no tiene un sistema como chasis o carrocería en el caso de un choque o colisión, lo cual desemboca un resultado: Los peatones muertos en siniestros viales representan la cuarta parte del total de fallecidos a nivel mundial (Luchemos por la vida, s/f). En Ecuador, se estima que el 18% de accidentes viales involucran a peatones. En tal sentido, se investigará los niveles de tráfico en la intersección en estudio a fin de proponer la solución para el cruce peatonal seguro sobre la Av. Capitán Giovanni Calles.

1.3 Objetivo General y Específicos

1.3.1 Objetivo General

- Diseñar las facilidades peatonales para cruces en vías urbanas, aplicado al caso de estudio: Av. Capitán Giovanni Calles y Calle Miami, Carapungo, Distrito Metropolitano de Quito.

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 y proponer alternativas para las facilidades de cruce.
- 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 busca realizar una propuesta de facilidad vial en la Capitán Giovanni Calles y Calle Miami, Carapungo, Distrito Metropolitano de Quito, que mejore la seguridad vial de los peatones sin causar un mayor impacto dentro del tránsito vehicular. Se realizará el diseño y presupuesto de obra; 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, pre diseño 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. 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 lo 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.

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 el tiempo de reacción es mayor, y las distancias de reacción son cortas.

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:

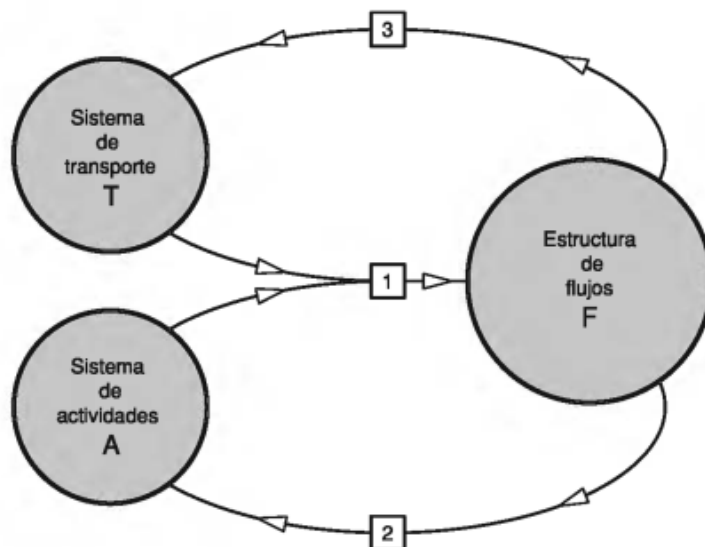
- Vehículos ligeros: Vehículos destinados a pasajeros y/o cargas, cuentan con dos o cuatro ejes, dentro de estos se pueden encontrar automóviles, camperos, camionetas y una cantidad mínima de pasajeros y carga.
- Vehículos pesados: Unidades para transporte masivo de pasajeros o carga, compuestas de dos o más ejes, y de seis o más ruedas, dentro de estos se pueden encontrar buses y camiones.
- Vehículos especiales: Se define como aquellos vehículos que transitan y/o cruzan las carreteras y calles ocasionalmente, tales como: camiones, remolques, maquinaria pesada, bicicletas y motocicletas.

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 alto impacto aumentan 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 de infraestructura de transporte, se relaciona directamente con el factor socioeconómico de una región. El mecanismo de transporte puede afectar el modo en la cual, los sistemas urbanos se desarrollan, 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:

Ilustración 1-Relación entre el sistema de transporte, el sistema de actividades y los flujos



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

Este diagrama representa la relación entre las tres variables conocidas:

- Relación 1: Indica a los flujos “F” como el producto de la interrelación entre el sistema de transporte “T” y el sistema de actividades “A”.
- Relación 2: Indica como los flujos “F” causan cambio al sistema de actividades “A” en un largo plazo a través del patrón de servicios ofrecidos y recursos consumidos en proveerlos.
- Relación 3: Indica que los flujos “F” generan cambios hacia 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.

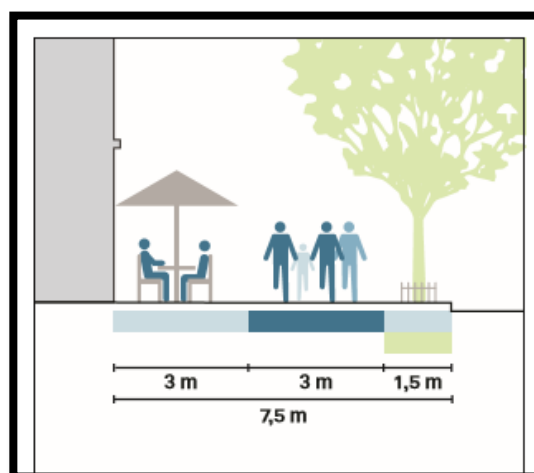
- Seguras: al definir que la circulación de peatones sea adecuadamente iluminada con pendientes accesibles y que no posea obstrucción alguna, con cruces visibles y cortos que permitan acortar las distancias de cruce para evitar riesgos de muerte, y que posea la señalización necesaria.
- Accesibles: al 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 con conexiones peatonales que acorten el camino 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 en el sentido sur y norte, 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.

Ilustración 2-Diseño de aceras para una vía pública



Fuente: National Association of City Transportation Officials (2016).

Las franjas de circulación deben poseer un ancho tal que las personas en sillas de ruedas puedan circular y adelantarse entre sí, 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.

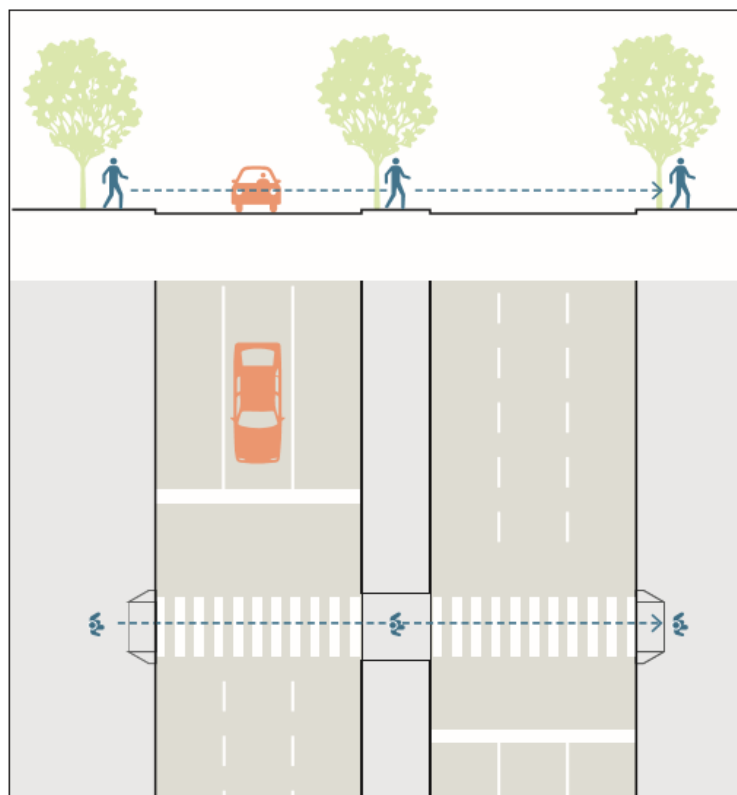
Los cruces deben ubicarse en cada intersección o a la mitad de una cuadra cada 80 a 100 metros, evitando distancias mayores a 200 metros que pongan en peligro la seguridad de los peatones. De igual forma, considerar el tiempo de caminata hasta el cruce peatonal, ya que se recomienda menor a tres minutos para que el peatón evite tomar la ruta más directa. Se debe considerar que la señalización posea alta visibilidad en forma de cebrá 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.

Existen distintos 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.

Ilustración 3-Diseño de cruces peatonales



Fuente: National Association of City Transportation Officials (2016).

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 del 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, empelado 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

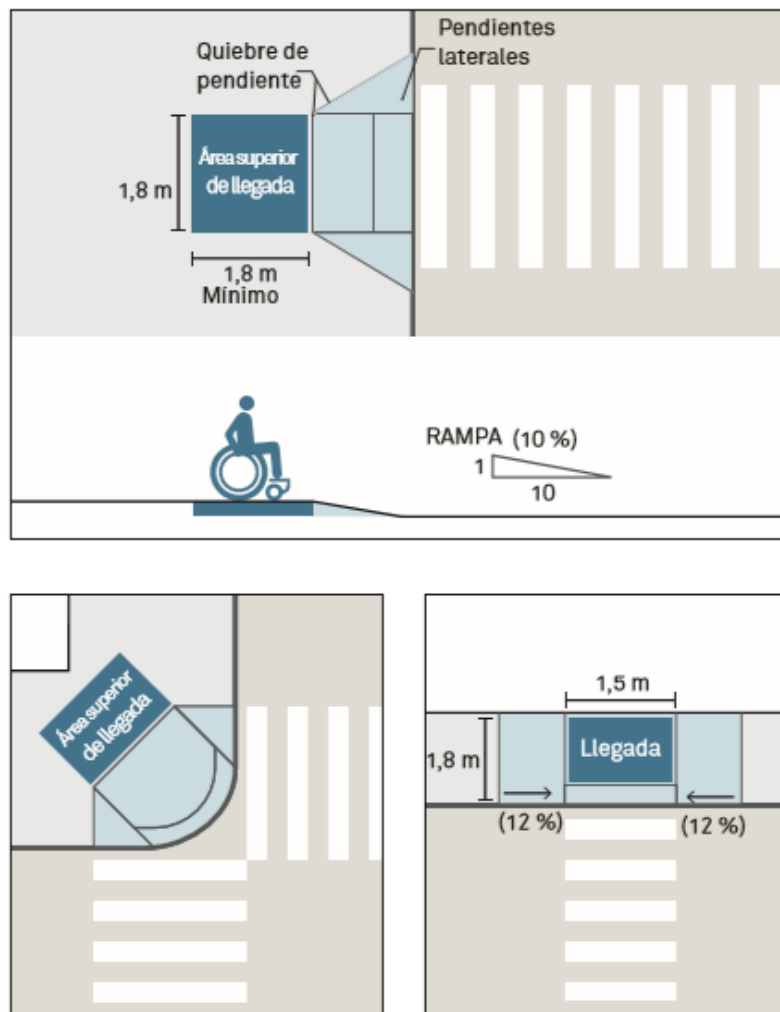
Ilustración 4-Refugio Peatonal



Fuente: National Association of City Transportation Officials (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 una franja de circulación peatonal, es decir de 1.8 metros y óptimo de 2.4 metros.

Ilustración 5-Rampas peatonales



Fuente: National Association of City Transportation Officials (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) es 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 los criterios de seguridad necesaria para todos los usuarios, dentro de las fases de pre-proyecto, construcción y puesta en marcha de este.

Jacobo Díaz del Instituto Vial iberoamericano señala que se debe realizar auditorías de seguridad vial ya que pueden entregar beneficios tales 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 planteamientos para la ejecución de ASV en las carreteras, en función pueden concebirse en algunos países como la última etapa en la crítica popular de auditoría. Se plantea una etapa de ejercicio rítmico de la vía tras su apertura, de forma que se puedan inquirir las estadísticas de accidentalidad, realizando un estudio de campo para asegurar el funcionamiento y estado de conservación de la infraestructura y su entorno, desde la perspectiva de la seguridad de todos los usuarios. Este mismo planteamiento se representará sobre otras vías, unilateral de que su apertura haya sido o no reciente. En ocasiones, la red de carreteras abiertas al flujo vehicular cuenta con una existencia de muchos años y adolece de problemas básicos: se diseñaron cuando los criterios de seguridad no eran tan rigurosos como en el proceso de diseño actual, los programas de mantenimiento no siempre tienen la cuenta de seguridad de la mejor manera posible.

(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 del riesgo de accidentes de tránsito en 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 tránsitos 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 el año 2016, según El Comercio, la tasa de accidentes se redujo en un 15.2% en comparación al año anterior. Durante el 2015 se registraron 35.706 accidentes, para el año 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 como 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 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), en conjunto con el estado y actores de la sociedad civil preocupados por la seguridad vial. Su objetivo es promover la cultura de seguridad vial como también las medidas de prevención en cuanto a siniestros en nuestro país, por medio de una formación de Políticas de Estado (MTOPE, 2017).

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

- Institucionalidad: Fortalecer la gestión institucional del sector del TTTSV.

- Mantener y motivar el involucramiento constante de los actores que lo integran, ya sea en la etapa de planificación como en la de seguimiento del PNSV.
- Impulsar la educación vial, en temáticas 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 de asegurar el alineamiento de este con las políticas nacionales en materia de tránsito que se conciben en el marco de PNSV.
 - Fortalecer las auditorías de seguridad vial asegurando que surjan en base a términos de referencia que garantice la generación de productos efectivos para la toma de decisiones.
 - Evaluar la infraestructura peatonal u ciclística existente.
- Vehículos más seguros: Fortalecer la gestión institucional del sector del TTTSV.
 - Fortalecer el control sobre el ingreso al país de vehículos sin estándares de seguridad, mejorando y generando normativa nacional.
 - Implementar una reforma reglamentaria que asegure la obligación de inspecciones físicas sobre elementos mínimos de seguridad de vehículos.
 - Estandarizar los procesos de revisión vehicular.
- 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 lineamientos 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.

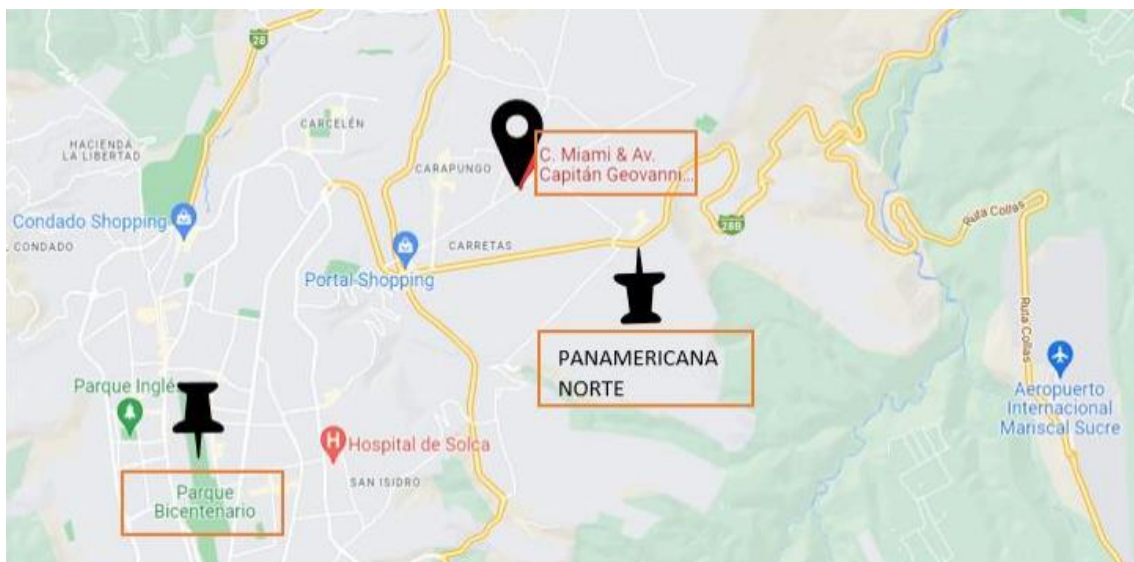
3 Capítulo III: Facilidades Peatonales Para La Av. Capitán Giovanni Calles y Calle Miami, Carapungo, Distrito Metropolitano de Quito.

3.1 Descripción de la zona del estudio de caso

Con respecto a la vía de estudio (Av. Capitán Giovanni Calles), en un reconocimiento e identificaron dos carriles por sentido con un ancho aproximado de 7.20 metros, cuya capa de rodadura es de pavimento asfáltico flexible. En referencia al tránsito tanto vehicular como peatona en el sector de la intersección de la Av. Capitán Giovanni Calles y Calle Miami, se puede observar que el flujo de automóviles es constante durante todo el día, además que al ser una zona comercial y urbana existe una gran afluencia de peatones; al no existir una facilidad de cruce en la intersección mencionada se logra reconocer la falta de una solución vial que brinde seguridad a los peatones y a su vez no obstruya el tráfico vehicular. Se ha podido observar riesgo de ocurrencia de accidentes en la intersección, especialmente en horas picos “HP”, situación que hace necesaria la búsqueda de una solución que mejore la seguridad de peatones y vehículos.

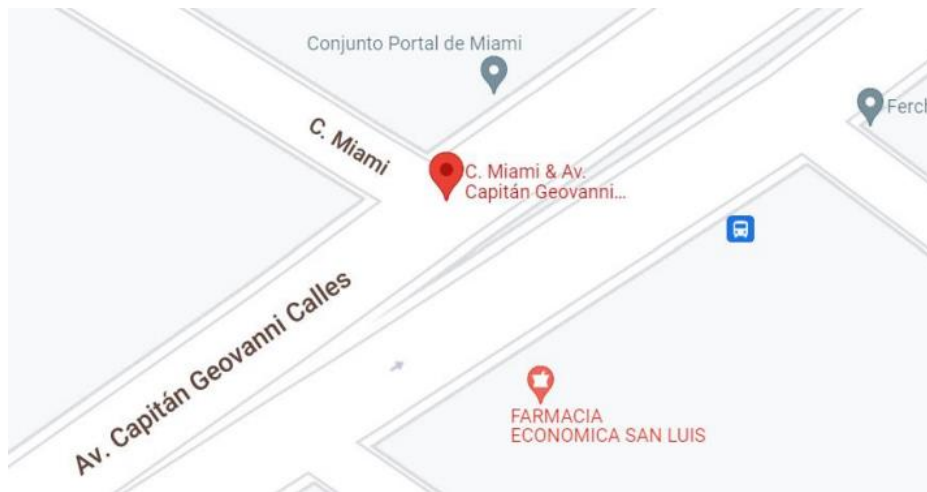
A continuación, se presenta un mapa de la intersección, un mapa de localización del sector y una fotografía de la Av. Capitán Giovanni Calles en el sector donde se requiere la intervención

Ilustración 6- Mapa de localización del sector



Fuente: Google Maps

Ilustración 7-Mapa de intersección.



Fuente: Google Maps

Ilustración 8-Fotografía de la Av. Capitán Geovanni Calles



En la ciudad de Quito 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 del tráfico vehicular, en la intersección del estudio de caso.

3.2 Situación actual de los niveles de tráfico.

3.2.1 Medición del volumen de tráfico vehicular

(Rafael Cal, 2007) afirma lo siguiente:

“La distribución de los volúmenes de tránsito por carriles debe ser considerada, tanto en el proyecto como en la operación de calles y carreteras. Tratándose de tres o más carriles de operación en un sentido, el flujo se asemeja a una corriente hidráulica. Así, al medir los volúmenes de tránsito por carril, en zona urbana, la mayor velocidad y capacidad, generalmente se logran en el carril del medio. Las fricciones laterales, como paradas de autobuses y taxis, y

las vueltas izquierdas y derechas causan un flujo más lento en los carriles extremos, llevando el menor volumen al carril más cercano a la acera.” (Rafael Cal, 2007)

Para tomar en cuenta la variabilidad de volúmenes de tránsito durante 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, se reducen nuevamente, hasta su nuevo ascenso a 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.

Ilustración 9-Ejemplo de variación de volumen de tránsito en la hora de máxima demanda

Periodo (horas : minutos)	Volumen cada 5 minutos (Q_5) (vehículos mixtos)	Periodo (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.

Un volumen horario en su máxima demanda, es común que no conserve la misma continuidad de flujo durante toda la hora, lo que simboliza que durante el periodo analizado, 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 “ $t = \text{duración del período en minutos}$ ”, las duraciones (t) de los períodos dentro de la hora de análisis, generalmente suelen variar entre 5, 10 o 15 minutos, 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 15 minutos cada una, dentro de una hora pico, además de la medición en las 4 horas de mayor actividad en donde la distribución de flujos vehiculares será máxima.

La medición general fue realizada el miércoles 2 de noviembre del 2022, en el horario de 7:30 am hasta las 8:30 am, bajo criterios del libro “Ingeniería de tránsito (Rafael Cal, 2007).”, 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. Capitán Giovanni Calles y Calle Miami, Carapungo, Distrito Metropolitano de Quito

Período (Horas : Minutos)	Volumen cada 15 minutos (Q15)
7:30 - 7:45	235
7:45 - 8:00	202
8:00 - 8:15	215
8:15 - 8:30	193
Total:	845

Período (Horas : Minutos)	Volumen cada hora
7:30 - 8:30	845
8:30 - 9:30	632
16:30 - 17:30	872
17:30 - 18:30	883

Fuente: Elaboración propia.

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 distinguir 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.

Ilustración 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: Ingeniería de tránsito, Cal y Mayor.

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 15 minutos en el cruce vial.

Tabla 2-Medición del flujo peatonal en la Av. Capitán Giovanni Calles y Calle Miami, Carapungo Distrito Metropolitano de Quito

Período (Horas : Minutos)	Volumen cada 15 minutos (Q15)
7:30 - 7:45	35
7:45 - 8:00	32
8:00 - 8:15	21
8:15 - 8:30	28
Total:	116

Período (Horas : Minutos)	Volumen cada hora
7:30 - 8:30	116
8:30 - 9:30	80
16:30 - 17:30	98
17:30 - 18:30	100

Fuente: Elaboración propia.

3.2.1 Investigación en el entorno sobre accidentalidad

Según (Metro, 2020): “El ECU 911 alertó de un accidente de tránsito a las 04:30 de este sábado 01 de febrero en las avenidas Carlos Mantilla y Giovanni Calles, sector Carapungo, norte de Quito. A la emergencia llegaron personal de AMT, Cuerpo de Bomberos de Quito, Cruz Roja Ecuatoriana y Ministerio de Salud. Según información preliminar, el siniestro involucró a dos vehículos. Tras el accidente, tres personas resultaron heridas y fueron trasladadas para su atención al hospital de Calderón. Lamentablemente dos ciudadanos perdieron la vida.”

“Hasta las 7:00 de este sábado, la vía se encontraba inhabilitada a fin de desarrollar el procedimiento respectivo y la limpieza de la calzada”. (Metro, 2020)

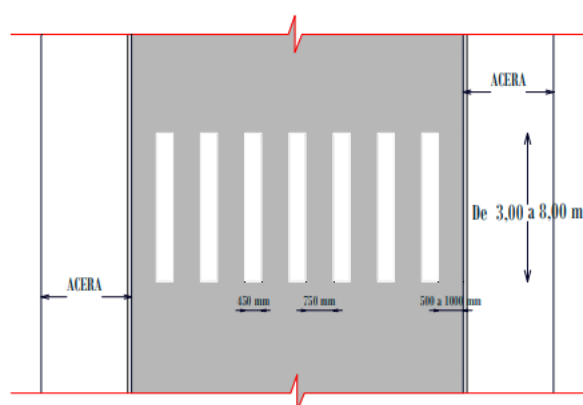
3.3 Planteamiento y selección de alternativas

3.3.1 Cruces peatonales tipo cebra

La cebra peatonal es un elemento vial diseñado para regular los conflictos entre vehículos y peatones. Se caracteriza por delimitar una zona de la calzada en la cual se prioriza el cruce de usuarios; de modo que los vehículos que circulen sobre esta zona se encuentran en la obligación de detenerse. Su principal objetivo es brindar a los peatones el derecho a una circulación irrestricta. (Cortés, 2016)

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 y 1000mm, teniendo a máximo posible, ajustada al ancho de calzada. (INEN, 2012)

Ilustración 11-Cruce peatonal tipo cebra



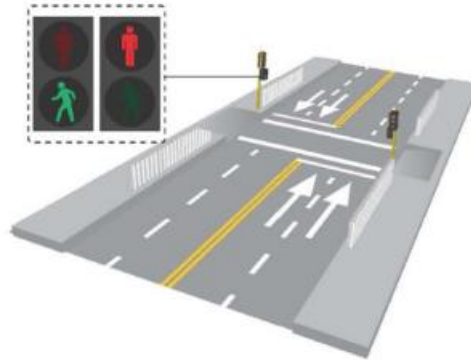
Fuente: Instituto Ecuatoriano de Normalización.

3.3.2 Semáforos peatonales

Los semáforos peatonales son mecanismos que regulan la circulación de peatones, a través de indicadores de luces de color verde y rojo, los cuales cambian en un determinado tiempo. Estos pueden equiparse, de ser necesario, de un pulsador de llamada y de dispositivos acústicos que favorezcan a 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)

Ilustración 12- Cruce peatonal regulado por semáforo



Fuente: Instituto Ecuatoriano de Normalización

En base al Reglamento Técnico Ecuatoriano, RTE INEN 004:2015 Parte 5. Acápito 5.1 Se menciona dentro de los requisitos justificables para la instalación de semáforos el literal c y d respectivamente:

- C) Los volúmenes mínimos de vehículos y peatones durante 4 horas de cualquier día laborable, en la vía, la cantidad de vehículos es mayor a 600 y el número de peatones es igual o mayor a 150, se justifica la instalación de un semáforo que cumpla con los requisitos de intersección aislada, que cuente con botones detectores de cierto modo de los peatones presionen y cambien las luces del mismo.
- D) El cruce es utilizado principalmente por escolares, en donde por cada 2 horas de un día típico de asistencia a clases existen volúmenes de tráfico vehicular que excede los 600 vehículos, y el volumen de peatones es mayor a 50 personas por hora.

3.3.3 Comparación de alternativas

Los peatones como usuarios de la vía al momento de movilizarse dependen de las condiciones adecuadas, por lo que se requiere determinar la conveniencia de una facilidad peatonal explícita con los parámetros de volumen de peatones y vehículos según sea el caso. De este modo se logra justificar la instalación del cruce óptimo según el indicador:

$$PV^2$$

Donde:

P : flujo de peatones promedio durante 1 hora.

V : promedio vehicular en ambas direcciones,

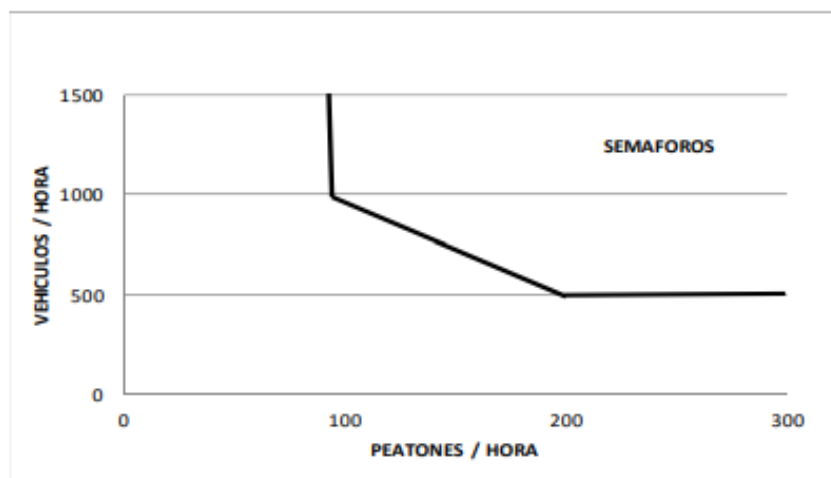
cumpla las condiciones establecidas en el siguiente cuadro, como promedio en las 4 horas de mayor actividad de un día representativo de la semana. (CHILE, 2020)

Tabla 3-Umbrales para indicador 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

Ilustración 13- Instalación de cruces peatonales



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

4 Capítulo IV: Análisis de Resultados.

Como se mencionó anteriormente para poder precisar el cruce peatonal óptimo se debe considerar las variables de volumen vehicular y peatonal en las cuatro horas de mayor actividad (horas picos). Para el presente trabajo de investigación los datos recopilados se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 4-Volumen de tráfico vehicular y peatonal en intervalos de 1 hora.

Período (Horas : Minutos)	Volumen vehicular cada hora	Volumen peatonal cada hora
7:30 - 8:30	845	116
8:30 - 9:30	632	80
16:30 - 17:30	872	98
17:30 - 18:30	883	100
PROMEDIO	808	98,5

Fuente: Elaboración propia con base a los datos recopilados.

Se aplica el indicador PV^2 , utilizando los valores promedios resultantes de flujo vehicular y peatonal, para de este modo comparar el resultado final con los umbrales definidos en la Tabla de Umbrales para PV^2 .

$$PV^2 = 98.5 * 808^2 = 64307104$$

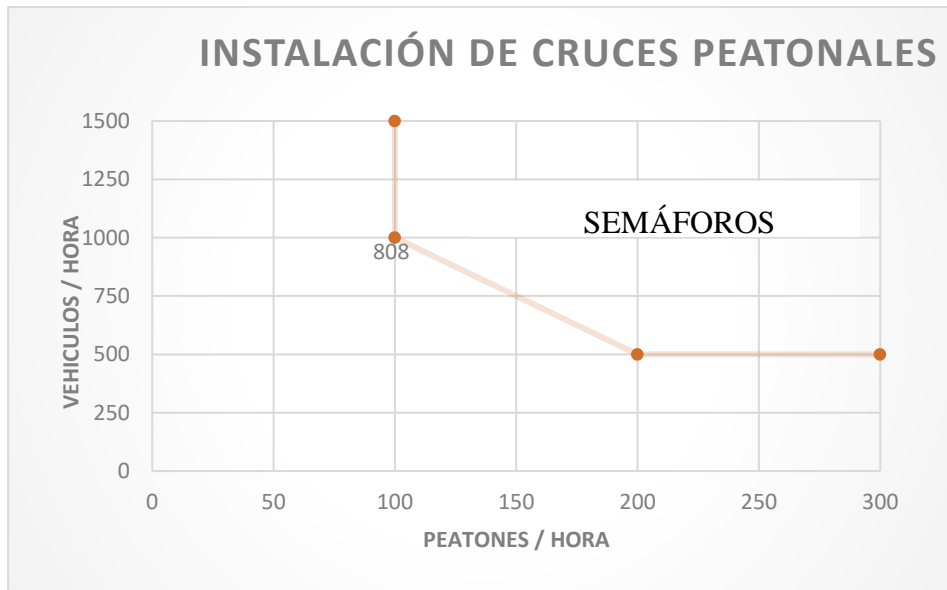
Encontramos que el volumen vehicular en un intervalo de 1 hora, no da un promedio de 808 vehículos, mientras que el promedio del volumen peatonal en el mismo intervalo de tiempo es de 98.5 peatones. Ubicando estos límites en la Tabla de Umbrales para PV^2 , nos encontramos dentro del rango que ellos consideran óptimo implementar un cruce peatonal tipo cebra.

Tabla 5-Volumen promedio de peatones y vehículos durante las cuatro horas de mayor tráfico

TABLA DE UMBRALES		PROMEDIO DEL CASO DE ESTUDIO
PEATONES	50 a 1100	98,5
VEHICULOS	300 a 500	808

Ubicando el promedio obtenido tanto para peatones como para vehículos en la ilustración para cruces peatonales, se puede nuevamente corroborar que la solución ideal de facilidad peatonal para el caso de estudio Av. Capitán Giovanni Calles y Calle Miami es un cruce peatonal tipo cebra.

Ilustración 14-Análisis de promedios en la representación correspondiente a cruces peatonales



Fuente: Elaboración propia con base a los datos recopilados.

En base a la Normativa Vigente en el país, INEN 2012, la cual nos menciona que el volumen vehicular mínimo en nuestra vía mayor en ambas direcciones es de 900 vehículos se justificaría la instalación de un semáforo en el área de estudio; para este caso, contamos con un volumen promedio durante las 4 horas de mayor flujo en un día laborable de 808 vehículos, es por ello que se puede confirmar que no es necesario un semáforo como parte de la facilidad de cruce.

Tabla 6-Volúmenes *vehiculares* mínimo.

No. DE CARRILES EN CADA ACCESO		VEHICULOS POR HORA EN LA VIA MAYOR VOLUMEN (TOTAL EN AMBAS DIRECCIONES)	VEHICULOS POR HORA ACCESO DE MAYOR VOLUMEN DE LA VIA MENOR (UNA SOLA DIRECCION)
VIA MAYOR	VIA MENOR		
1	1	750	75
2 o más	1	900	75
2 o más	2 o más	750	100
1	2 o más	750	100

Fuente: RTE INEN 2012. Parte 5

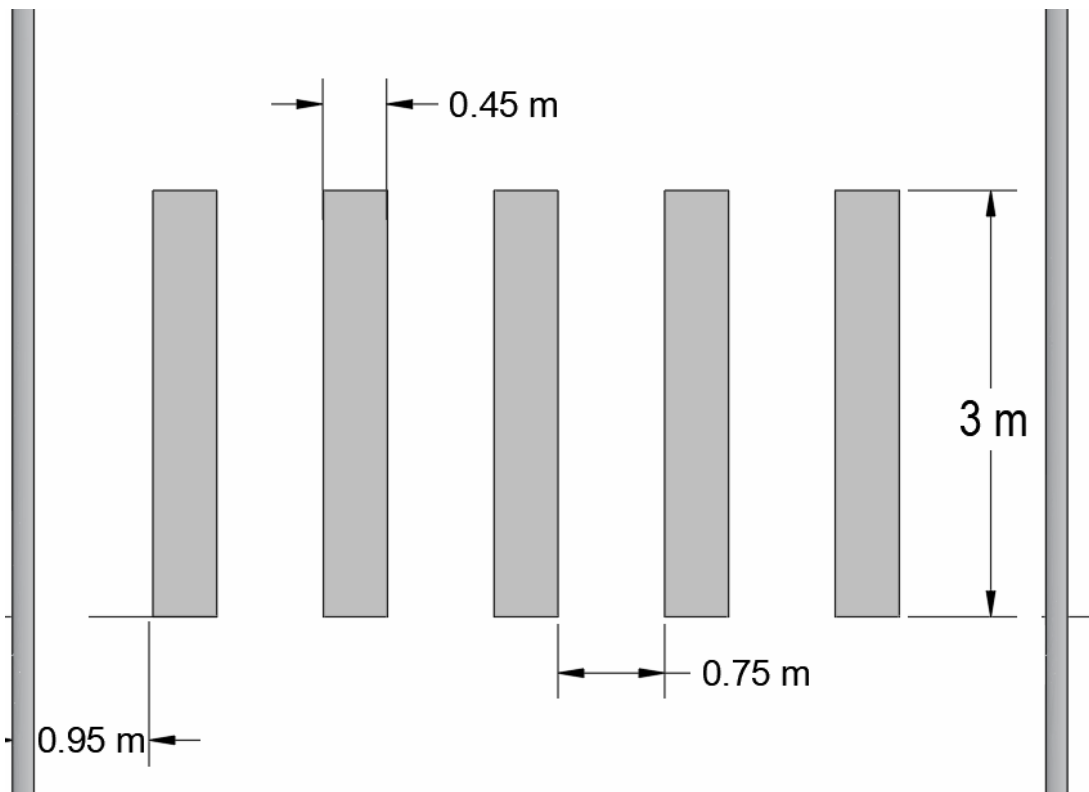
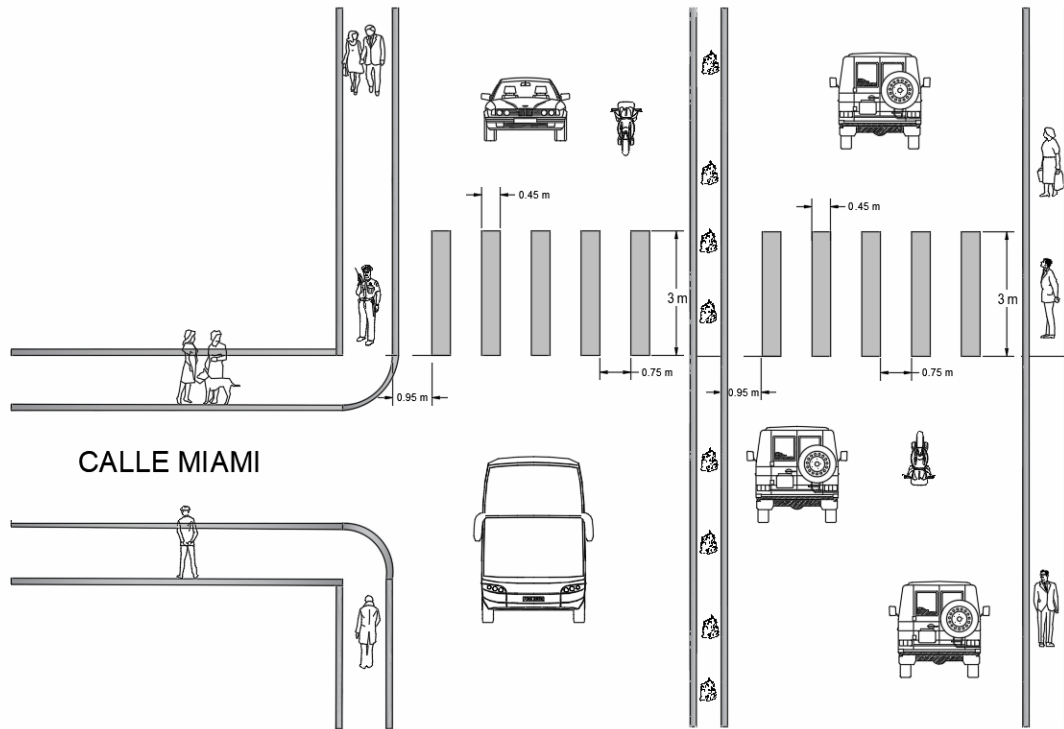
4.1 Diseño de la facilidad vial para cruce seleccionado.

En base al Instituto Ecuatoriano de Normalización, se ha diseñado el cruce peatonal tipo cebra para la Av. Capitán Giovanni Calles y Calle Miami. En vista de tener un ancho de calzada de 7.20 metros en ambos sentidos de la vida, se ha optado por colocar el paso cebra a una distancia de 0.95 metros desde el borde de la acera, con un ancho de bandas de 0.45 metros con una separación de 0.75 metros entre ellas; de esta manera hemos ajustada a la calzada un total de 5 bandas de 3 metros longitud.

A continuación, se muestra la representación del diseño:

Ilustración 15-Diseño de la facilidad de cruce seleccionado

AV. CAPITAN GIOVANNI CALLES



Fuente: Elaboración propia

4.2 Presupuesto de obra

Para la obtención de un presupuesto preliminar correspondiente a lo que sería la implementación de un paso cebra en la Av. Giovanni Calles se ha realizado un análisis de costos correspondientes a los equipos, la mano de obra y los materiales que serán de utilidad para poder cumplir con la pintura de la señal de cruce.

A continuación, se indica el análisis de precios, con la tarifa, precio unitario y el rendimiento de cada uno de los rubros.

Tabla 7-Analisis de presupuesto de obra

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
1.2	Franjadora	1,00	3,32	3,32	1,00	3,32
SUBTOTAL M						3,35

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	2,00	10,06	20,12
3.3	Microesferas de vidrio	Kg	5,80	2,80	16,24
SUBTOTAL O					31,02

TRANSPORTE					
N°	Descripción	Unidad	Cantidad	P. unitario	COSTO
			A	B	C=A x B
SUBTOTAL P					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					46,36
INDIRECTOS Y UTILIDAD 20%					9,272
COSTO TOTAL DEL RUBRO					55,63
PRECIO UNITARIO USD					\$ 55,63

Fuente: Elaboración propia con base a los datos recopilados.

5 Capítulo V: Conclusiones y Recomendaciones.

5.1 Conclusiones.

- El presente proyecto tuvo como objetivo diseñar una facilidad peatonal de cruce en la vía urbana de estudio Av. Capitán Giovanni Calles y Calle Miami, Carapungo, Distrito Metropolitano de Quito, abordando todos los fundamentos teóricos necesarios para expandir el conocimiento sobre la seguridad y sus actores de esta manera y rigiéndonos a la normativa nacional vigente y especificaciones internacionales, se ha detectado la falta de seguridad vial en el caso de análisis, ya que dentro del estudio de la situación actual se refleja un alto índice de tráfico vehicular, y una gran dificultad de cruce para los peatones que transitan en el sector.
- Haciendo un análisis a los datos obtenidos entre la cantidad de peatones y vehículos presentes en las cuatro horas de mayor flujo diario se computa un promedio de 98.5 y 808 respectivamente, de este modo y en base a los umbrales para el indicador de volúmenes establecidos por el Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones del Gobierno de Chile, se determina que la solución vial de cruce recomendada y óptima para esta ocasión es un paso cebra, el cual brindará seguridad de cruce a los peatones y a su vez no obstruirá en gran medida del tráfico vehicular.
- Basando el análisis de datos previamente obtenidos con las actas del Instituto Ecuatoriano de Normalización (RTE INEN) normativa vigente en el país, afirmamos que la facilidad de cruce adoptada es la óptima, debido a que de esta manera estaríamos priorizando la seguridad vial de los peatones y conductores del sector; además los valores de volúmenes vehiculares y peatonales obtenidos durante el estudio no justifican la instalación de un semáforo como instrumento para cruce, ya que no se excede los 900 vehículos y los 150 peatones durante el intervalo de 60 minutos.
- Por lo tanto, una vez seleccionada la alternativa de cruce eficaz en base al Instituto Ecuatoriano de Normalización (RTS INEN) se establece el dimensionamiento del paso cebra, el cual para que cumpla con las especificaciones técnicas establecidas, se ha diseñado con una separación entre banda de 0.75metros, las dimensiones de las bandas de 3metros x 0.45metros, y con una separación desde la acera de 0.95 metros; teniendo así un diseño final de 5 bandas ajustadas al ancho de 7.20metros de calzada, con una estimación de costo para su implementación de un total de USD \$55.63

5.1.1 Recomendaciones.

- A base de los datos recogidos en la presente investigación, se recomienda la colocación de radares de control de velocidad, ya que de cierto modo por la imprudencia de algunos conductores la solución vial escogida y antes mencionada pueda verse afectada por aquellos quienes no respetan los límites de velocidad como las normas de tránsito, además de la preferencia que tiene el peatón.
- Se recomienda realizar estudios a un futuro, de tal forma que se pueda complementar el sistema óptimo de cruce, porque se debe tener claro que la población va aumentando de manera exponencial, y por ende la búsqueda de medios de transporte y el tránsito por las calles.

Bibliografía

- ASTM. (2020). Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys. (D6433-20).
- CHILE, M. D. (2020, ABRIL). MANUAL DE SEÑALIZACIÓN DE TRÁNSITO. 454. SANTIAGO, CHILE. Retrieved NOVIEMBRE 17, 2022, from <https://www.mtt.gob.cl/wp-content/uploads/2020/04/Manual-de-Sen%CC%83alizacion-de-Transito.pdf>
- Correa , R. (2012, Junio 25). Reglamento a Lay de Transporte Terrestre Tránsito y Seguridad Vial. Ecuador. Retrieved Septiembre 19, 2022, from <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 las 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. Retrieved Noviembre 17, 2022, from <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/57157/79584603.2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Flores Guillén , J. (2016). Maestría en Tránsito Transporte y Seguridad Vial. Cuenca, Ecuador. Retrieved Octubre 4, 2022, from <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/5900/1/12220.pdf>

- INEN. (2012). INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN. *SEÑALIZACIÓN VIAL. PARTE 2. SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL*. QUITO, ECUADOR. Retrieved NOVIEMBRE 17, 2022, from https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/03/LOTAIP2015_reglamento_tecnico_se+%C2%A6alizaci+%C2%A6n_horizontal.pdf
- Lopez, S. A. (2020). CÁLCULO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE (PCI). Retrieved from https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/7224/1/REP_SEGUNDO.VARGAS_CALCULO.DEL.INDICE.pdf
- Metro. (2020, Febrero 01). *Dos personas fallecidas tras accidente de tránsito en Carapungo*. Quito, Ecuador. Retrieved Octubre 12, 2022, from <https://www.metroecuador.com.ec/ec/noticias/2020/02/01/dos-personas-fallecidas-accidente-carapungo.html>
- NACTO. (2016). *Guía Global de Diseño de Calles* (Primera ed.). Estados Unidos. Retrieved Septiembre 26, 2022
- Rafael Cal, M. R. (2007). INGENIERIA DE TRANSITO. In M. R. Rafael Cal, *INGENIERIA DE TRANSITO* (OCTAVA ed., p. 191). MEXICO: ALFAOMEGA. Retrieved OCTUBRE 01, 2022, from <https://www.scribd.com/document/351112807/275784685-cal-y-mayor>

Anexos.



Fotografía 1- Tráfico peatonal



Fotografía 2-Tráfico vehicular pesado



Fotografía 3-Tráfico vehicular de Sur-Norte



Fotografía 4-Tráfico Vehicular Medios de Transporte Público