



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

PROPUESTA DE SISTEMA DE TRANSPORTE MODALIDAD MONOCICLO ELÉCTRICO EN LA ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

LENIN HERIBERTO SÁNCHEZ CHÁVEZ

Trabajo de Titulación modalidad: Proyectos de Investigación y Desarrollo, presentado ante el Instituto de Posgrado y Educación Continua de la ESPOCH, como requisito parcial para la obtención del grado de:

MAGISTER EN TRANSPORTE Y LOGÍSTICA

Riobamba - Ecuador
Septiembre 2018

CERTIFICACIÓN

EL TRIBUNAL DE TRABAJO DE TITULACIÓN CERTIFICA QUE:

El **Trabajo de Titulación modalidad Proyectos de Investigación y Desarrollo**, titulado “Propuesta de Sistema de Transporte Modalidad Monociclo Eléctrico en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo”, de responsabilidad del Ing. Lenin Heriberto Sánchez Chávez ha sido prolijamente revisado y se autoriza su presentación.

Tribunal:

ING. RUFFO VILLA UVIDIA; M.S.c.
PRESIDENTE

FIRMA

ING. FRANCISCO BRAVO CALDERÓN; M.S.c.
DIRECTOR

FIRMA

ING. WILSON VILLAGRÁN CÁCERES; M.S.c.
MIEMBRO

FIRMA

ING. CELIN PADILLA PADILA; M.S.c.
MIEMBRO

FIRMA

Riobamba, Septiembre 2018

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Lenin Heriberto Sánchez Chávez, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente, están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

Riobamba, Septiembre 2018

ING. LENIN HERIBERTO SÁNCHEZ CHÁVEZ
C.C: 060377168-4

DEDICATORIA

Este trabajo de titulación primeramente le dedico a Dios, por haberme brindado fortaleza, sabiduría, entendimiento, en cada paso académico y en mi vida personal, al permitir que se haya hecho posible la conclusión del presente trabajo de titulación.

A mis Familiares, especialmente a mi Mamá, Papá que siempre me han dado palabras de aliento y ánimo para que no desmaye mi espíritu y no me rinda en medio del camino educativo emprendido.

“El Genio se hace con el 1% de talento y un 99 % de esfuerzo”

(Albert Einstein)

AGRADECIMIENTO

Primero y antes que nada, dar gracias a Dios, por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y permitirme día a día disfrutar de la profesión que tanto me apasiona.

A mis Padres, que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio que con su ejemplo de constancia y superación me han motivado a continuar con mi formación personal y profesional.

Al Tribunal de Trabajo de Titulación, de manera especial al Ing. Francisco Bravo, Tutor de este trabajo por la inmensa ayuda y profesionalismo que me impartió, por su guía que ha hecho posible la culminación del Trabajo de Titulación y de igual manera al Ing. Celin Padilla, y al Ing. Wilson Villagrán, miembros del Trabajo de Titulación.

Lenin Sánchez

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICACIÓN	ii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
ÍNDICE GENERAL.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE ANEXOS	xii
RESUMEN	xiii
ABSTRACT.....	xiv
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	
1. EL PROBLEMA	2
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.1.1. <i>Formulación del Problema</i>	3
1.1.2. <i>Delimitación del Problema</i>	3
1.1.3. <i>Ubicación del Problema</i>	3
1.1.4. <i>Objeto de la Investigación</i>	3
1.1.5. <i>Campo de Acción</i>	3
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	4
1.3. OBJETIVOS	7
1.3.1. <i>Objetivo General</i>	7
1.3.2. <i>Objetivos Específicos</i>	7
CAPÍTULO II	
2. MARCO TEÓRICO	8
2.1. ANTECEDENTES	8

2.1.1.	<i>ESPOCH Reseña Histórica</i>	8
2.1.2.	<i>Evolución de la bicicleta</i>	9
2.1.2.1.	La bicicleta y su evolución.	9
2.1.2.2.	El Monociclo	10
2.2.	MARCO CONCEPTUAL	11
2.2.1.	<i>Movilidad</i>	11
2.2.1.1.	Impacto del desarrollo urbano en la movilidad.....	11
2.2.2.	<i>Monociclo una Opción Amigable al Transporte Convencional</i>	12
2.2.2.1.	Problemas del Sistema de Transporte Actual.....	13
2.2.2.2.	El Monociclo como Alternativa de Transporte.....	13
2.2.2.3.	Transporte Tradicional Frente al Transporte Ecológico	14
2.2.2.4.	Vehículos Similares	16
2.2.2.5.	Congestión Vehicular.....	18
2.2.2.6.	Seguridad vial.....	18
2.2.3.	<i>Ciclovías.</i>	19
2.2.3.1.	¿Para qué sirven las ciclovías?	19
2.2.3.2.	Una red funcional para la movilidad	19
2.2.3.3.	Condiciones de Operación Actual de las Ciclo Vías en el País.....	21
2.2.4.	<i>Desarrollo Sostenible</i>	21
2.2.4.1.	Movilidad sostenible y objetivos	23
2.3.	HIPÓTESIS.....	24
2.3.1.	<i>VARIABLES</i>	24
2.3.1.1.	Variable Independiente	24
2.3.1.2.	Variable Dependiente.....	24

CAPÍTULO III

3.	MARCO METODOLÓGICO	25
3.1.	MODALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN	25
3.1.1.	<i>Modalidad de Campo</i>	25
3.1.2.	<i>Modalidad Bibliográfica</i>	25
3.2.	TIPOS DE INVESTIGACIÓN	25
3.2.1.	<i>Exploratorio</i>	25
3.2.2.	<i>Descriptivo</i>	25
3.2.3.	<i>Cuantitativo</i>	25
3.3.	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	26
3.3.1.	<i>Población</i>	26
3.3.2.	<i>Muestra</i>	26
3.4.	MÉTODOS, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS.....	27

3.4.1.	<i>Métodos</i>	27
3.4.1.1.	Teóricos.....	27
3.4.2.	<i>Técnicas e Instrumentos</i>	28
3.5.	IDENTIFICACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA	28
3.5.1.	<i>Congestión Vehicular</i>	28
3.5.2.	<i>Diagnóstico Accesos Vehiculares</i>	29
3.5.3.	<i>Flujo Vehicular</i>	30
3.5.4.	<i>Jerarquización de los accesos de la ESPOCH</i>	30
3.5.5.	<i>Categorización del tipo transporte motorizado que accede a la ESPOCH</i>	31
3.6.	ENCUESTA Y TABULACIÓN	31
3.6.1.	<i>Verificación de la Hipótesis (Encuestas Descriptivas)</i>	36
3.7.	ELECCIÓN DE LA PRUEBA ESTADÍSTICA.....	36
3.7.1.	<i>Prueba de Normalidad de Kolmogorov-Smirnov</i>	36
3.7.2.	<i>Decisión Estadística:</i>	37
3.7.3.	<i>Prueba del signo o Binomial</i>	38
3.7.3.1.	Primer paso. Formulación de Hipótesis:	38
3.7.3.2.	Segundo paso. Nivel de significancia:	38
3.7.3.3.	Tercer paso. Cálculos estadísticos	38
3.7.3.4.	Cuarto paso. Decisión Estadística:	39

CAPÍTULO IV

4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	40
4.1.	BENEFICIARIOS	40
4.2.	MONOCICLO ELÉCTRICO. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	40
4.2.1.	<i>Motor Brushless, 500W</i>	40
4.2.2.	<i>Batería</i>	41
4.2.3.	<i>Implementación Final</i>	42
4.3.	CICLOVÍA.....	43
4.3.1.	<i>Especificaciones geométricas y técnicas de las vías</i>	43
4.3.2.	<i>Tipo de ciclovía a utilizar</i>	44
4.3.3.	<i>Diseño de la Infraestructura Vial para el Sistema de Transporte Modo Monociclo Eléctrico</i>	45
4.3.4.	<i>Ancho de la Ciclo Ruta</i>	46
4.3.4.1.	Tramos 1, 4, 5, 6, 7, 8.	47
4.3.4.2.	Tramos 2 y 3.....	47
4.4.	SEGURIDAD VIAL.....	48
4.4.1.	<i>Protección personal</i>	48
4.4.2.	<i>Velocidad para vehículos no motorizados</i>	48

4.4.3.	<i>Señalización Vertical</i>	48
4.5.	ACCIDENTABILIDAD TIPO DE VEHÍCULO.....	49
4.6.1.	<i>Factibilidad Humana</i>	50
4.6.2.	<i>Factibilidad Medio Ambiente</i>	50
4.6.3.	<i>Factibilidad Técnica</i>	51
CONCLUSIONES.....		53
RECOMENDACIONES.....		53
BIBLIOGRAFÍA		
ANEXOS		

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-2: Transporte convencional vs. Transporte ecológico.....	15
Tabla 1-3: Población ESPOCH.....	26
Tabla 2-3: Flujo vehicular.....	30
Tabla 1-4: Evaluación técnica de las calles de la ESPOCH.....	46
Tabla 1-5: Accidentabilidad Tipo de Vehículo.....	49

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1: Premio Murcia movilidad sostenible.....	5
Figura 2-1: Econduce.....	5
Figura 3-1: Loja es pionero en el Transporte eléctrico.....	6
Figura 4-1: Policías Municipales recorren la zona céntrica de Quito en vehículos eléctricos.....	6
Figura 1-2: Nissan Leaf EV.....	16
Figura 2-2: Moto Eléctrica Ktm.....	17
Figura 3-2: Segway.....	17
Figura 4-2: Congestión Vehicular.....	18
Figura 5-2: Desarrollo Sostenible	22
Figura 1-3: Mapa de Acceso vehicular.....	30
Figura 2-3: Acceso más utilizado por la población.....	31
Figura 3-3: Medio de transporte utilizado para llegar a la ESPOCH.....	31
Figura 4-3: Medio de Transporte Motorizado que accede a la ESPOCH.....	31
Figura 1-4: Motor eléctrico Brushless trifásico.....	41
Figura 2-4: Monociclo eléctrico diseñado en SolidWorks.....	43
Figura 3-4: Especificación geométrica ciclovía.....	43
Figura 4-4: Ciclovía ESPOCH.....	44
Figura 5-4: Ciclovía Integrada.....	45
Figura 6-4: Trazado de la ciclovía.....	45
Figura 7-4: Mediciones de campo.....	47
Figura 8-4: Dimensiones ciclovía integrada, tramos 1, 4, 5, 6, 7, 8.....	47
Figura 9-4: Dimensiones ciclovía integrada, tramos 2 y 3.....	48
Figura 10-4: Señales Verticales.....	49
Figura 11-4: Tipos de vehículos involucrados por siniestro.....	50

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A: Implementación del monociclo

Anexo B: Diseño Infraestructura Vial para el Sistema de Transporte Modo Monociclo Eléctrico

Anexo C: Especificaciones Técnica

Anexo D: Presupuesto

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación es proponer un sistema de transporte modalidad monociclo eléctrico en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo ya que las personas transitan por los alrededores del campus con el fin de realizar una serie de actividades de su interés como trabajar, estudiar, hacer compras y visitar amigos. Este traslado puede llevarse a cabo ya sea caminando o utilizando vehículos motorizados (autobuses, automóviles, y motos). Dicha circulación refleja en el consumo de espacio, tiempo, energía, y recursos financieros, trayendo así consecuencias negativas como accidentes, contaminación y congestión vehicular, los mismos que son motivo de preocupación, por lo que la industria automotriz ha impulsado el desarrollo de nuevos diseños de prototipos a base de energía limpia como transporte alternativo. Como solución a la problemática de congestión vehicular y contaminación ambiental se plantea el uso del monociclo eléctrico como alternativa de transporte en la politécnica, explorar el campus con la finalidad de recolectar información de tipo cuantitativo, teniendo como resultados, un mejor desplazamiento, en aspectos relacionados a costos de transportación, tiempos de traslado origen y destino, disminución del índice de accidentabilidad en el tránsito, contando con un servicio de transporte urbano personalizado, ayudando al descongestionamiento vehicular en las entradas principales de la ESPOCH, gracias al diseño de la infraestructura vial para el monociclo eléctrico, impulsando un mejor aspecto urbanístico, dando un aporte innovador y tecnológico para el bienestar de la Comunidad Politécnica, fomentando así la utilización de las ciclo rutas dentro de la Institución para garantizar la seguridad de los usuarios que utilicen medios de transporte no motorizados.

Palabras clave: <MOVILIDAD>, <CONTAMINACIÓN AMBIENTAL>, <CICLOVÍA>, <SEGURIDAD>, <MONOCICLO ELÉCTRICO>, <TRANSPORTE ALTERNATIVO>, <INFRAESTRUCTURA VIAL>, <INGENIERÍA DE TRANSPORTE>.

ABSTRACT

The objective of the present research is to propose a modality of electric unicycle transportation system at the Superior Polytechnic School of Chimborazo, due to people are moved around the campus in order to do a series of activities of their interest such as working, studying, going shopping and visiting friends. This moving can be done by walking or using a motor vehicle (busses, automobiles, and motorcycles). This move is reflected by the consumption of space, time, energy and financial resources, bringing in that way, negative consequences such as accidents, pollution, and vehicular traffic, they are the reason of worrying, therefore the automotive industry has motivated the development of new prototype design based on clean energy like alternative transportation. As a solution of this vehicular traffic problem and environmental contamination it is suggested the usage of an electric unicycle like an alternative transportation at the polytechnic school, exploring the campus in order to gather quantitative type information, taking into account a better move, aspects related to transportation, destination-origin time, decreasing the accident rate in the traffic, having a customized service of urban transportation, helping to decongest the traffic the main gates of the ESPOCH's, thanks to the design of the road infrastructure for the electric unicycle, motivating a better urban aspect, giving an innovative and technological contribution to the polytechnic community, promoting in this way the usage of the routes inside the Institution to guarantee the security of the users that use non-motorized means of transportation.

Keywords: <MOVING>, <ENVIRONMENTAL CONTAMINATION>, <CYCLING WAY>, <SECURITY>, <ELECTRIC UNICYCLE>, <ALTERNATIVE TRANSPORTATION>, < ROAD INFRASTRUCTURE>, <TRANSPORT ENGINEERING>.

INTRODUCCIÓN

Cada día toma más importancia el desarrollo de la movilidad eléctrica, debido a la necesidad de disponer de un sistema que emplee energías sustentables, permitiéndonos mejorar el desplazamiento en relación a costos de transportación, reducir tiempo de traslado en origen y destino, disminuir el índice de accidentes de tránsito, contar con un servicio de transporte urbano personal adecuado, minimizar el tráfico vehicular y la contaminación ambiental con la reducción del uso del vehículo particular y comercial, brindar una mejor imagen urbanística, tomando en consideración aspectos importantes como el nivel de integridad, seguridad y la accesibilidad a los usuarios viales.

En la actualidad, la necesidad de mejorar los sistemas de movilidad mediante la utilización de nuevos modos de transporte impulsados por energías alternativas, como son los monociclos eléctricos, requiere de un proceso de investigación largo y exhaustivo, ya que la disponibilidad de información sobre el diseño y las características de los sistemas de propulsión eléctrica son muy limitadas. Esta limitante se presenta debido a que su desarrollo es realizado por empresas privadas, a través de métodos de innovación cerrada y es difícil generar un proceso de vigilancia tecnológica.

La presente investigación tiene como objetivo reducir la contaminación ambiental y mejorar la movilidad eléctrica que está en auge. Es bien conocido que los conceptos fundamentales de la movilidad eléctrica son tecnologías ya probadas y en cierto sentido maduras. El tema de las baterías es actualmente materia de investigación y constante desarrollo, ya que estos brindan ventajas competitivas en el mercado e incluso pueden dar lugar a una futura posición dominante, en un panorama que a mediano plazo vislumbra la movilidad eléctrica como la opción más adecuada para un desarrollo sostenible.

CAPÍTULO I

1. EL PROBLEMA

1.1. Planteamiento Del Problema

En la actualidad vivimos inmersos en una época de desarrollo tecnológico que avanza a pasos agigantados, tanto, al hablar de los adelantos científicos, como en el crecimiento de las ciudades a nivel mundial. Toda ciudad que sea sinónimo de progreso trae consigo oportunidades, lo que se traduce en grandes migraciones hacia ellas, traduciéndose en sobrepoblación, no sólo en cuanto a habitantes per cápita, sino a sus diferentes formas de movilizarse, los cuales en su mayoría son vehículos impulsados por motores de combustión, que traen consigo, sus muy conocidas desventajas, debido al tipo de combustible que utilizan, afectando la calidad de vida de la ciudadanía. Además de los problemas de contaminación que trae consigo este tipo de automotores, debemos enfrentarnos a que la infraestructura vial es insuficiente para atender el parque automotor existente, lo que origina caos y congestión vehicular, debido a la necesidad de transportarse desde sus hogares hacia los distintos centros de trabajo, educativos o de recreación de cada persona en su diario vivir. Es así que según datos del Observatorio de Movilidad Urbana de la CAF, tenemos que en Quito diariamente se realizan 1,02 millones de viajes en transporte individual, entendiéndose por éste a taxis, motocicletas y vehículos propios; cifra que refleja la necesidad diaria de movilización.

Si bien nuestra ciudad de Riobamba aún no ha llegado a desarrollarse tanto como la capital, a diario podemos darnos cuenta que se presenta un congestionamiento vehicular, sobre todo en horas pico, lo cual es causa de gran estrés urbano, tanto para los usuarios de transporte público, sino también para quienes tienen vehículos particulares. También se puede evidenciar la inseguridad que viven a diario quienes intentan trasladarse haciendo uso de vehículos no motorizados, debido a la ausencia de ciclo-vías, para que puedan hacer uso de ellas.

Dado el panorama anterior, la comunidad politécnica tiene dificultades para ir en bicicleta desde sus alrededores hasta sus diferentes destinos dentro de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, también al interior de la institución se presentan dificultades similares de movilización para todo tipo de transporte alternativo a los comunes de combustión, principalmente por la incompleta

infraestructura vial y la falta de estacionamientos destinados para éstos, lo que hace que su uso sea reducido además de riesgoso.

1.1.1. Formulación del Problema

En la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo no se ha promocionado el uso de transportes alternativos y su Plan de Desarrollo Institucional aún no lo contempla. El departamento de Bienestar Politécnico que es el encargado de promover el bienestar individual y colectivo de la comunidad politécnica, cuyos ejes fundamentales para mejorar la calidad de vida de la comunidad politécnica se centra en las áreas de salud, cultura, educación, formación, y deporte; no ha tomado en cuenta hasta el momento el desarrollar programas en el ámbito de movilidad que se basen en la implementación de tecnologías de última generación, como son los monociclos eléctricos, desconociendo así su potencial como medio alternativo de transporte amigable, económico y seguro para la comunidad.

¿Es necesario la implementación del monociclo eléctrico como alternativa de movilidad con la finalidad de mitigar los problemas asociados a la congestión vehicular y la contaminación ambiental, para la Comunidad Politécnica?

1.1.2. Delimitación del Problema

El presente trabajo de investigación tiene una delimitación espacial en cuanto a características específicas como: el acceso vehicular, optimización del transporte institucional, estacionamientos y comunidad politécnica dentro de la ESPOCH.

1.1.3. Ubicación del Problema

Chimborazo - Riobamba. Panamericana Sur Km 1 ½, cede Central de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

1.1.4. Objeto de la Investigación

Reducir la contaminación Ambiental y Mejorar la Movilidad con un medio de transporte personal con una fuente de energía alterna.

1.1.5. Campo de Acción

Gestión De Transporte.

1.2. JUSTIFICACIÓN

El transporte en la actualidad constituye una prioridad para todo ser humano al momento de movilizarse, la economía, educación y todas las actividades propias de una población giran en torno al transporte: haciendo necesario propuestas de movilidad que permitan mitigar de los problemas ambientales y sociales derivados del transporte motorizado: altos costos, saturación de los parqueaderos de carros y motos, contaminación atmosférica y acústica, y estilos de vida sedentarios, que afectan a la ciudadanía y al planeta en general.

La presente investigación es importante ya que nos va a permitir mejorar el desplazamiento, en relación a costos de transportación; reducir tiempo de traslado en origen y destino, disminuir el índices de accidentes de tránsito, contando con un servicio de transporte urbano personal adecuado para el transporte de personas; minimizar el tráfico vehicular y la contaminación ambiental con la reducción del uso del vehículo particular y comercial, dar una mejor imagen urbanística a la ciudad, tomando en consideración aspectos importantes como el nivel de integridad, seguridad y la accesibilidad para los usuarios viales.

Se debe tomar como referencias a las ciudades con mayor progreso y mejor calidad de vida, ciudades que han empezado a apostar por transportes de energía limpia como una alternativa al sistema de movilidad convencional.

Europa y Asia en su mayoría son potencias en desarrollo y búsqueda de sistemas sostenibles, para ejemplo se puede tomar el caso de “Murcia que ha sido galardonada por su excelencia en movilidad urbana sostenible demostrando la posibilidad de cambiar a un transporte más sostenible, sin que ello suponga una pérdida de comodidad.” (Central European Time, 2016)

“Murcia, España con casi 440.000 habitantes, ha trabajado con éxito en la coexistencia de automovilistas, peatones y ciclistas, cuyas principales medidas puestas en marcha se caracterizan por un planteamiento innovador de la electromovilidad intermodal, mediante el uso de scooters y bicicletas eléctricas, así como por soluciones prácticas, tales como cursos de conducción eficiente, soportes para colocar bicicletas en los autobuses, admisión de bicicletas plegadas en los mismos, admisión de bicicletas en los carriles bus, ampliación de la zona de estacionamiento de pago.” (Central European Time, 2016)



Figura 1-1: Premio Murcia movilidad sostenible
Fuente: Europapress, 2016

Así mismo, América latina está dando sus primeros pasos en la investigación de transportes más amigables con el medio ambiente, destacándose, México capital, “que se caracteriza por ser una de las metrópolis más caóticas del mundo debido a la cantidad de tráfico, contaminación, tamaño, población y estrés, entre otros factores. Hoy en día la calidad de vida de los capitalinos se ha visto afectada por los tiempos de traslado, pues pasan en promedio de 2 a 3 horas en las calles, tratando de llegar a su destino, y dada esta necesidad dos jóvenes emprendedores se dieron a la tarea de crear: Econduce, una empresa 100% mexicana, que busca transformar las calles de la ciudad, a través de su sistema de scooters eléctricos compartidos, el cual brinda una manera fácil, económica, divertida y amigable de moverse en la ciudad.” (T3México, 2016)



Figura 2-1: Econduce
Fuente: ExpokNews, 2016

Ecuador, por otra parte, como medida para responder a la problemática, ha tomado como solución el ingreso de vehículos eléctricos, como ciudad pionera destaca Loja que en convenio con la empresa china BYD E Motors integró una flota “EcoTaxi” con 30 taxis totalmente eléctricos, que se mueven con energía limpia y renovable, cada unidad con una capacidad de hasta 300 kilómetros de recorrido y que pueden circular a una velocidad de 130 kilómetros por hora. (Eltelégrafo, 2017)



Figura 3-1: Loja es pionero en el Transporte eléctrico
Fuente: El telégrafo, 2017

Quito también hace lo suyo mediante la integración de 23 vehículos unipersonales Segway, los cuales fueron entregados a la Policía Metropolitana, vehículos que alcanzan su carga en 90 minutos y un enchufe convencional y el costo de electricidad es mínimo, ocupa poco espacio, es un transporte amigable con el ambiente. Alcanza una velocidad máxima de 56 kilómetros por hora, autonomía de patrullaje de 40 km por hora. El objetivo que se pretende, es apoyar a los policías metropolitanos a moverse con rapidez por los alrededores de La Mariscal, en donde se encuentra a ciudadanos libando y controlar el buen uso del espacio público. (Rosero CH., 2014)



Figura 4-1: Policías Municipales recorren la zona céntrica de Quito en vehículos eléctricos de dos ruedas
Fuente: El Comercio, 2015

Teniendo en cuenta la expansión física del campus politécnico en los últimos años, y que la mayoría de los integrantes de la comunidad politécnica vive en las áreas urbanas de la ciudad de Riobamba; podemos imaginar el papel preponderante que puede alcanzar un monociclo eléctrico y de la bicicleta como un medio de transporte para ir a la politécnica y moverse dentro de esta, aprovechando su potencial recreativo en lugares de gran riqueza natural como el estadio politécnico que rodea la cancha de fútbol y los jardines de diferentes escuelas de nuestra Institución.

Para esto habría que ofertar a los interesados las condiciones físicas necesarias para transportarse en monociclos eléctrico y en bicicletas de una manera cómoda y segura, evitando al máximo conflictos con otros conductores, y priorizando siempre a los peatones, por ser los actores de la vía más vulnerables a los accidentes de tránsito.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo General

Proponer un Sistema de Transporte Modalidad Monociclo Eléctrico en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

1.3.2. Objetivos Específicos

1. Realizar una revisión bibliográfica del monociclo eléctrico, con baterías de flujo de energías renovables como sistema de transporte alternativo sostenible.
2. Identificar las necesidades prioritarias relacionadas a la movilidad de los estudiantes politécnicos en la ciudad de Riobamba.
3. Establecer los lineamientos necesarios para la aplicación del monociclo eléctrico como medio de transporte en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

CAPITULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. *ESPOCH Reseña Histórica*

La Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, es una institución de educación superior que tiene su origen en el Instituto Tecnológico Superior de Chimborazo, creado según Decreto de Ley No 69-09, del 18 de abril de 1969, expedido por el Honorable Congreso Nacional y publicado en el Registro Oficial No. 173 del 7 de mayo de 1969. Inició sus labores académicas el 2 de mayo de 1972 con las Escuelas de Ingeniería Zootécnica y Licenciatura en Nutrición y Dietética. Luego inauguró la Escuela de Ingeniería Mecánica el 3 de abril de 1973. El 28 de septiembre de 1973 se anexa la Escuela de Ciencias Agrícolas de la PUCE, adoptando la designación de Escuela de Ingeniería Agronómica.

Posteriormente cambia la denominación a Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), mediante Ley No. 1223 del 29 de octubre de 1973, publicada en el Registro Oficial No. 425 del 6 de noviembre del mismo año. El 20 de julio y 24 de agosto de 1978 se crean las Facultades de Química; y la de Administración de Empresas, respectivamente. El 15 de agosto de 1984 se crean las Escuelas de Doctorado en Física y Matemática. Junto con las Escuelas de Doctorado y Tecnología en Química ya existentes, constituyen la Facultad de Ciencias.

El 28 de enero de 1999, se crea la Facultad de Informática y Electrónica integrada por las escuelas de Ingeniería en Sistemas, Ingeniería Electrónica y Tecnología en Computación; y, Diseño Gráfico. Actualmente, la ESPOCH cuenta con 38 carreras profesionales distribuidas en 27 escuelas pertenecientes a siete prestigiosas facultades que son: Salud Pública, Ciencias Pecuarias, Mecánica, Recursos Naturales, Ciencias Administración de Empresas e Informática y Electrónica y dos extensiones académicas en las provincias de Orellana y Morona Santiago. (Escuela Superior Politécnica de Chimborazo , 2015)

2.1.2. Evolución de la bicicleta

El monociclo eléctrico o más comúnmente llamado “solowheel”, es un invento de aparición reciente, pero para poder entender que es, como funciona y que lo llevó a ser un vehículo alternativo al transporte convencional, se debe mencionar sus orígenes y predecesores, que para este caso por asuntos de movilidad mencionaremos a las bicicletas.

2.1.2.1. La bicicleta y su evolución.

El primer vehículo registrado similar a la bicicleta actual aparece en 1816, y si bien solo era un vehículo con dos ruedas, el cual se podía dirigir mediante un manubrio y carecía de frenos, pedales, cadena, sí poseía el cuadro, un sillín que da la imagen de una bicicleta primitiva y sirvió de prototipo para posteriores vehículos de dos ruedas, ésta se debía impulsar y parar solo con los pies del usuario. Su inventor fue Karl Dreis.

Para el año 1839 se cree que el escocés Kirkpatrick Macmillan aprovechó su profesión de herrero para adaptar unos pedales cortos que impulsaban la rueda posterior al estar conectados mediante barras a la misma, que permitía impulsar esta bicicleta con los pies sin tocar el suelo.

Ernest Michaux en 1861 decide adaptar a una bicicleta de pedales, pero esta vez a la rueda delantera que era un poco más alta que la trasera, siendo ésta la antecesora de la bicicleta de rueda alta de Starley y comercializándose por primera vez como la “Michaulina”.

El año 1969 es de suma importancia para la evolución de las bicicletas ya que a partir de este año se introdujo la goma como principal material de los neumáticos que se utilizarían ensamblados a estructuras de acero, material que reemplazaría a la madera utilizada hasta ese entonces, gracias a los adelantos alcanzados en la metalurgia.

En 1885, John Kemp Starley crea la “bicicleta de seguridad” o *Safety Bicycle*, muy parecida a una bicicleta urbana actual. Tenía frenos y la postura era mucho más cercana al suelo, de ahí su nombre. Se añadieron poco después, en 1888, los neumáticos con cámara de aire desarrollados por el irlandés John Boyd Dunlop, cuyo tubo interior se rellena de aire amortiguando parte del golpeteo contra los caminos. Las ruedas eran casi del mismo tamaño y los pedales, unidos a una rueda dentada a través de engranajes y una cadena de transmisión, movían la rueda de atrás. La bicicleta de seguridad se extendió rápidamente por todo el mundo industrializado y su precio gracias a la fabricación en serie se fue abaratando cada vez más.

En Francia, los hermanos Michelin crearon un neumático desmontable y en Italia, Giovanni Battista Pirelli hizo lo propio. Con el neumático y unas cuantas cámaras de recambio se podía ir a todas partes. Las bicicletas de entonces pesaban entre 18 y 20 kilos.

2.1.2.2. El Monociclo

En la actualidad el monociclo ha seguido actualizándose siendo los últimos aquellos que se pueden conducir sin necesidad de pedalear, de manera electrónica, que se pueden llegar a ver ya en algunas ciudades como solución para llegar al trabajo o a otras zonas.

En diciembre de 2001 se presentó el primer vehículo de transporte ligero giroscópico eléctrico, el Segway PT. La compañía que dio origen a este concepto de transporte personal fue comprada en 2010 por Jimi Heselden, que 9 meses más tarde falleció durante la prueba de uno de estos vehículos. Sin embargo, parece que la tecnología en torno a este concepto de movilidad personal ha evolucionado notablemente, hasta el punto de que, actualmente, encontramos decenas de fabricantes con diferentes modelos.

Un unicycle autobalanceado de dos ejes se equilibra por sí mismo tanto hacia adelante, como hacia atrás, y también de un lado a otro.

- En 2003, Bombardier anunció un diseño conceptual para un dispositivo de este tipo que se utilizaba como un vehículo de deporte, el EMBRIO.
- El Enicycle de Aleksander Polutnik (2006), es probablemente el primer monociclo auto equilibrado de dos ejes montable por seres humanos.
- En 2009, Ryno Motors de Portland, Oregon creó una motocicleta eléctrica de una rueda llamada Micro-Cycle. Según la compañía, una versión comercial está programada para comenzar a comercializarse en abril de 2014.
- En marzo de 2010 Shane Chen, presentó una patente provisional para Solowheel, un monociclo eléctrico autoequilibrado, utilizando sensores giroscópicos para equilibrar la unidad en la dirección de desplazamiento.
- En 2011 Inventist comercializa una versión de pie y sin asiento llamada Solowheel.
- En febrero de 2012 nuevamente Shane Chen, se presentó una solicitud de patente provisional para el Hovertrax. La patente fue otorgada en 2014.
- En 2014, Airwheel y GoWheel comercializa los modelos de Nueva Generación GoWheel

- En 2016 Inmotion Iberia lanza los SVC V3 (13,5kg y 2 ruedas unidas) y V5 (11kg monorueda), con menos de 15kg de materiales se alcanzan hasta 18km/h y disponen de entre 15 y 40km de autonomía según variantes. El motor es de 450W (vatios) y la recarga toma unos 130 minutos de media. Como todos los fabricantes y distribuidores presentes se ofrece una aplicación móvil para controlar ciertos aspectos del vehículo eléctrico e incluso compartirlos vía Redes Sociales.
- En 2014 Tecnocio lanza los patinetes eléctricos Urban Fox.
(Central European Time, 2016)

2.2. Marco Conceptual

2.2.1. Movilidad

“La movilidad es una práctica que involucra el desplazamiento de personas de un sitio a otro, ya sea a través de sus propios medios de locomoción o utilizando algún tipo de transporte. De tal forma, que esta actividad representa una necesidad de la población, pero también es un derecho que debe ejercerse con responsabilidad, debido a que a diario se producen millones de desplazamientos en las zonas urbanas a nivel mundial, lo que involucra el consumo de recursos naturales a gran escala y la generación de contaminantes a la atmósfera.” (Universidad Autónoma de Nuevo León, 2017)

También se puede decir que la movilidad es un parámetro que permite medir el número de desplazamientos realizados por personas o mercancías en un sistema socioeconómico.

2.2.1.1. Impacto del desarrollo urbano en la movilidad

Las urbes se desarrollan donde hay concentración de personas trabajando y desarrollando cualquier tipo de actividades comerciales o de distracción, las cuales necesitan de movilidad para ser realizadas, éstos desplazamientos pueden ser bien por medios motorizados, a través de los medios de transportes existentes en la zona, o de forma no motorizada como caminatas, uso bicicletas e otras. Es necesario entonces entender la forma en que las ciudades están estructuradas para comprender que tipos de transporte son necesarios para desplazarse y los factores que influyen para ello.

El desarrollo de las zonas urbanas de una ciudad está dictado por el progreso socio-económico, la forma de distribución del suelo, las características geográficas, y las actividades que realizan los ciudadanos; factores que influyen directamente en el sistema de transporte manejado.

Así bien la relación entre el desarrollo urbano y el transporte está condicionada a los siguientes factores.

- **El desarrollo socio-económico** que determina el crecimiento de las ciudades dependiendo del tipo de economía desarrollada, y la cultura manejada por la población. Una ciudad con

un nivel cultural y económico alto necesitará un sistema de transporte que vaya a la par del progreso creciente.

- **El sistema político** que delimita la forma y la distribución de las ciudades, las actividades comerciales y la industrialización que según las leyes impulsarán o limitarán su crecimiento, Además la regularización del uso del suelo determina de manera directa la periferia urbana.
- **Los sistemas de transporte público adoptados** condicionan la forma del desplazamiento de las personas, sus hábitos y horarios.

Así mismo el incremento constante de la poblacional genera una dependencia excesiva del uso del transporte convencional trayendo secuelas alarmantes al medio ambiente sobrepasando en algunos casos los límites aceptables para una buena calidad de vida. Disminuir esta demanda según el Consejo Mundial de Negocios es muy costosa, lo cual aleja la idea de un desarrollo sustentable, haciéndolo ver como algo utópico, por lo que se deben buscar alternativas de transporte ecológico.

Además las condiciones de vialidad, señalización y control benefician a los vehículos convencionales, no obstante los viajes no motorizados al momento representan más del 15 % de los desplazamientos totales en las ciudades. (Villa, 2014)

2.2.2. Monociclo una Opción Amigable al Transporte Convencional

En la actualidad, la necesidad de mejorar los sistemas de movilidad mediante la utilización de energías alternativas como son los monociclos eléctricos, nos permite mejorar el desplazamiento en relación a costos de transportación, reducir tiempo de traslado en origen y destino, disminuir el índice de accidentes de tránsito, contar con un servicio de transporte urbano personal adecuado, minimizar el tráfico vehicular y la contaminación ambiental con la reducción del uso del vehículo particular y comercial, brindar una mejor imagen urbanística a la ciudad tomando en consideración aspectos importantes como el nivel de integridad, seguridad y la accesibilidad a los usuarios viales.

El monociclo eléctrico es una alternativa de transporte personal, basado en la tecnología de los sistemas de control de auto-balanceo. Con esta se intenta dar solución a los problemas de transporte en distancias cortas a medianas que existen en diferentes ciudades alrededor del mundo, como ya se ha visto, el automóvil está dejando de ser una buena forma de transportarse a través de la ciudad en distancias relativamente cortas gracias a la sobrepoblación de este tipo de vehículos, causando que la gente empiece a utilizar formas alternas de transporte como la motocicleta, la bicicleta, el transporte público, etc.

2.2.2.1. Problemas del Sistema de Transporte Actual

El incremento vertiginoso de la población mundial ha provocado el crecimiento de las zonas urbanas y la necesidad de transporte, trayendo consigo sobresaturación de las infraestructuras viales debido a la utilización de automóviles particulares para movilizarse debido a la falta de concientización y la falta de gestión en el transporte público. Además el crecimiento de la urbe basado en la construcción de viviendas unifamiliares que provoca un excesivo gasto de suelo que impide un óptimo desarrollo vial.

“Cabe señalar que el transporte es el consumidor del 60% del petróleo extraído en todo el mundo y genera diferentes tipos de emisiones contaminantes, siendo el CO2 el principal causante del cambio climático que se está produciendo en el planeta. Se calcula que los vehículos a motor son responsables del 94% de las emisiones de este gas de efecto invernadero y continúan basando su funcionamiento en el motor de explosión, que sólo aprovecha el 15% de la energía que contiene el carburante”. (Excma. Diputación Provincial de Albacete, s.f.)

Además debemos ser conscientes de la influencia que tiene el desarrollo vial sobre la distribución de las actividades humanas ya sean de comunicación, comerciales, de entretenimiento, laboral y la concentración territorial, que afectan en gran manera la calidad de vida de un poblado. Asimismo se debe tomar en cuenta el impacto que se crea sobre el entorno natural.

“Por otro lado, las infraestructuras de comunicación y transportes producen el llamado efecto barrera, dificultando los desplazamientos de la fauna terrestre e incidiendo sobre sus procesos ecológicos. Del mismo modo, la fragmentación de hábitats por las presencia de este tipo de infraestructuras lineales impide la dispersión de las especies en su proceso de colonización de los distintos espacios. Igualmente suponen impactos negativos sobre el paisaje, ya que crean fracturas y brechas de grave contraste visual. Por lo tanto es importante considerar la permeabilidad de este tipo de infraestructuras para la fauna, evitando crear isleos en el medio natural, así como la integración de estas infraestructuras en el paisaje sobre el que se asientan”. (Excma. Diputación Provincial de Albacete, s.f.)

2.2.2.2. El Monociclo como Alternativa de Transporte

La globalización y el desarrollo acelerado en la actualidad hacen que las ciudades cada vez se vuelvan más pobladas, lo que produce una mayor necesidad de movilización e incremento del parque automotor, produciendo dificultades a la hora de trasladarse a los diferentes destinos, obligando a

buscar nuevas opciones de transporte, además se requiere que éstas sean amigables con el ambiente, debido a la preocupación creciente por un futuro sostenible y un estilo de vida saludable.

En el caso de Ecuador según el último Diagnóstico de Movilidad efectuado por la Secretaría de Movilidad del Municipio capitalino, “Quito, cada año ingresan entre 15 mil y 35 mil nuevos vehículos al parque automotor. Mientras que a nivel de Latinoamérica el transporte atraviesa una etapa de saturación”.

Debido a esto muchos países incluyendo el nuestro, están apostando por los transportes alternativos, y en la mira se encuentran los eléctricos, debido a sus múltiples ventajas; entre las tácticas para impulsar esta nueva movilidad, se han implementado planes como el impuesto verde, y mayor seguridad y privilegios a los peatones.

En estos términos, el monociclo eléctrico es una gran respuesta para aminorar los problemas de movilidad expuestos anteriormente, debido a las múltiples ventajas que puede prestar como transporte alternativo permitiendo desplazamientos más seguros, eficientes, de forma más económica, sin inconvenientes de la búsqueda de estacionamientos, tramites de licencias y permisos, además que usa energía sostenible, mejorando la calidad de vida en general.

2.2.2.3. Transporte Tradicional Frente al Transporte Ecológico

Existen diversos contrastes al hablar de transportes tradicionales frente a los nuevos actualmente desarrollados, pero la principal diferencia es que en los tradicionales se usan motores de combustión a base de combustibles fósiles, mientras que los alternativos utilizan energías renovables, amigables al medio ambiente. Partiendo de esto se puede hablar de diferencias en cuanto a:

- **Contaminación**

En relación a los beneficios que trae para el medio ambiente no solo se limita a la anulación de gases de contaminantes gracias a su batería de litio y motor eléctrico, sino, también a la eliminación de desechos resultados del mantenimiento como aceites y filtros. La reducción del ruido es otro factor importante a destacar, ya que es un problema que afecta al entorno y más en las horas pico en las que la concentración de contaminación acústica se agrava debido al funcionamiento del motor y uso de la bocina.

- **Autonomía**

Partiendo de que autonomía es la distancia que un automóvil puede recorrer sin detenerse antes de la necesidad de ser reabastecido de su fuente de energía, podemos decir que la carga de un vehículo eléctrico rinde aproximadamente 300km. antes de demandar una recarga, mientras que un vehículo tradicionales puede cubrir desplazamientos de hasta 1000km. hasta que su combustible se agote.

- **Tiempo de recarga**

Dependiendo del tipo de vehículo eléctrico el tiempo necesario para que su batería tenga una carga completa puede variar de una hasta siete horas, mientras que para reabastecer el tanque en uno convencional es solo cuestión de unos pocos minutos.

- **Seguridad**

En cuanto a la seguridad al trasladarse de un lugar a otro podemos mencionar la estabilidad que se logra gracias al giroscopio interno, por lo que la posibilidad de caídas es bastante baja, también se recalca el hecho de transitar a una velocidad moderada que no excede los 25 km/h, ocupando aceras con cuidado de los peatones y ciclo-vías ya que no es catalogado como un vehículo motorizado, reduciendo así índices de accidentabilidad.

- **Eficiencia**

Una característica que hace del monociclo eléctrico una gran idea para transportarse, es la eficiencia que presenta ante otras opciones de transporte con motor, el no presentar componentes en fricción hace que sean muy confiables y prácticamente que no necesiten mantenimiento, también presentan una buena curva de torque y potencia a pesar de su tamaño y peso reducidos. Gracias a sus componentes que están basados en tecnologías emergentes se dispone de una autonomía de hasta 35 km con tan solo un kilovatio, traduciéndolo a menos de un cuarto de dólar por día en consumo de energía.

- **Salud**

Su funcionamiento lo hace ideal para todas aquellas personas que no puedan realizar esfuerzos debido a condiciones físicas que limiten su movilidad, o bien, cuando se desea transportarse sin excesos de transpiración. Todo lo anterior se traduce en una mejora calidad de vida y un impacto positivo en la salud, mayor seguridad al moverse y cuidado del medio.

Tabla 1-2: Transporte convencional vs. Transporte ecológico

Ventajas	Desventajas
Prácticamente silencioso.	Menor autonomía.
No emite contaminantes directas.	Mayor tiempo de recarga.
Se puede utilizar en interiores.	Costo de Adquisición Elevado.
Se puede recargar en la red doméstica.	Red de recargas específicas inexistentes.
Costos de energía para el motor eléctrico son muy inferiores.	Costos de adquisición elevados.

Mantenimiento reducido y económico.	Las baterías envejecen con el uso y el paso del tiempo (7 años aprox.)
Altos niveles de rendimiento y eficiencia energética.	Desconocimiento por falta de compradores potenciales.

Realizado por: Lenin Sánchez

2.2.2.4. Vehículos Similares

Hoy en día vivimos en el apogeo de nuevas tecnologías de carácter amigable con el medio ambiente, muchas de ellas centradas específicamente en el tema de la movilidad, se han desarrollado varios tipos de vehículos con la intención de sustituir los transportes convencionales, desde automóviles, camionetas hasta monociclo eléctricos. Tradicionalmente la fuente de energía para alimentar el motor eléctrico han sido baterías de gran tamaño con una eficiencia relativamente baja, pero el progreso ha permitido la creación de nuevas formas de almacenar energía eléctrica mediante la utilización de nuevos materiales como el caso de la baterías de litio, las cuales han permitido mejoras como la reducción del tamaño y el peso, pero con una eficiencia superior.

Existen en el mercado varias opciones de automóviles eléctricos que están lanzando las principales casas comerciales como es el caso de Renault con su modelo Twizy exclusivo para dos personas, también existen alternativas para quienes buscan vehículos para 4 personas, entre los más populares actualmente son el Kía Soul y el Nissan Leaf, entre otros; grandes elecciones a la hora de buscar transportes de energía limpia, sin embargo el problema de la congestión vehicular se seguiría manteniendo.



Figura 1-2: Nissan Leaf EV

Fuente: Nissan, 2016

Para quienes gustan de la adrenalina o un estilo de vida más juvenil también se están comercializando motocicletas y motonetas eléctricas que dejan de lado el inconveniente de la contaminación, además de permitir un mejor flujo en el tránsito, pero aún con la necesidad de la búsqueda de aparcamientos y la inseguridad de transitar en los carriles que hay influencia vehicular. Entre las marcas que más se destacan se puede mencionar a Zero Motorcycles, Brammo, Quantya, KTM entre otras.



Figura 2-2: Moto Eléctrica Ktm

Fuente: Zero Motorcycles, 2016

La bicicleta eléctrica, así como el Segway y el YikeBike son los competidores más cercanos al monociclo eléctrico, pues tienen casi las mismas ventajas como la utilización de energías limpias, la eliminación de la necesidad de parqueaderos, y la seguridad de transitar por vías diseñadas específicamente para uso, como el caso de las ciclovías o aceras y parques, sin la necesidad de licencias y permisos. Sin embargo el monociclo sigue destacándose debido a su tamaño reducido y facilidad para transportarlo a donde sea, inclusive se lo puede guardar en el maletero.

“La diferencia entre el monociclo eléctrico y las bicicletas convencionales es que el primero tiene un motor incluido. Esto permite que este vehículo tenga una mayor fuerza y que el esfuerzo del usuario sea menor. Así no se requiere que el usuario de estos vehículos tenga un gran estado físico. Las personas que conducen monociclos eléctricos pueden subir cuevas o hacer recorridos largos, sin mayor esfuerzo. Su uso se recomienda también para quienes tienen alguna afección cardíaca, problemas en las articulaciones, personas de la tercera edad u oficinistas que no quieren llegar transpirados al trabajo, refiere Andrés Mesías, director de Electrobike Ecuador”. (Maldonado, 2018)



Figura 3-2: Segway

Fuente: Electrobike Ecuador, 2017

El nivel de aceptación de este tipo de vehículos seguirá en aumento a medida que se vayan popularizando, disminuyendo sus costos de adquisición y el precio de la gasolina se incremente, además de que vayamos tomando conciencia de la importancia de cuidar nuestro planeta.

2.2.2.5. Congestión Vehicular

La congestión vehicular se trata de un estado en el cual se presenta un entorpecimiento correlativo entre los usuarios en una infraestructura destinada para la misma necesidad de circulación, es complejo identificar el momento en que se pueda hablar de congestión; sin embargo, como norma general se la detecta cuando hay que esperar más de un ciclo durante una intersección para poder seguir a nuestro destino. (Agenjo & Mateu , 2008)

La congestión vehicular es un fenómeno que produce la disminución del flujo de tránsito debido a la interacción masiva de los vehículos, produciendo la interrupción del desplazamiento normal. (Thompson & Bull, 2002)

Por lo que para el presente trabajo se entenderá como congestión vehicular al periodo en el cual se produce una interrupción de manera parcial o total en la velocidad del flujo vehicular, impidiendo la circulación a una velocidad relativamente normal.



Figura 4-2: Congestión Vehicular

Elaborado por: Lenin Sánchez

2.2.2.6. Seguridad vial

El sistema de movilidad tiene que proporcionar entornos estratégicos que garanticen la seguridad, confort y transporte de los habitantes, para lo cual se debe tomar en cuenta.

- Una normativa y equipamiento adecuado.
- Infraestructura de calidad.
- Aceptación de la ciudadanía en el cumplimiento de la normativa vigente.
- Respuesta tras siniestros de tránsito.

Según la Policía Nacional de Tránsito de la Ciudad de Riobamba, los accidentes de tránsito que tienen mayor incidencia, sobre todo en las avenidas principales y las mayores causas son:

- Imprudencia e impericia 70%
- Embriagues del conductor 20%
- Embriagues del peatón. Causando la mayor parte de los atropellos con el 10%.

(Rojas Tixe, 2016)

2.2.3. Ciclovías

Las ciclovías son zonas destinadas para el uso exclusivo y seguro de bicicletas, que generalmente se encuentran en un extremo de la calzada, en las aceras o de forma paralela a las carreteras de acceso a las ciudades. Se utilizan para desarrollar a las bicicletas como medio de transporte conceptualizado en movilidad, aliviando de cierto modo el problema de la congestión de tránsito y la contaminación ambiental, Una ciclovía puede ser cualquier parte de la carretera debidamente señalizada para cumplir con este fin, y que permita transitar a los usuarios de este medio con la mayor seguridad posible.

Hoy en día las ciclovías no solo se limitan al uso de bicicletas, sino que, en las ciudades más desarrolladas como Beijín, Murcia, entre otras, están ampliando su utilización para abarcar varios tipos de transportes no motorizados, como bicicletas eléctricas, monociclos, segway y todo tipo de patines eléctricos.

2.2.3.1. ¿Para qué sirven las ciclovías?

Anteriormente se decía que ser una ciudad moderna y no contar con un apropiada infraestructura destinada a la movilidad alternativa, era un concepto inconcebible, haciendo parecer que el uso de las ciclovías no tiene más sentido que el hecho de modernizar una ciudad, olvidándose que una ciclo ruta es un concepto funcional, que en primer lugar permite disminuir la congestión vehicular, consintiendo un mejor flujo vehicular y bajando los niveles de contaminación. También permitirá la reducción de los índices de accidentabilidad, ya que aumentará la seguridad para los usuarios de estas vías, además de promover una cultura deportiva que trae beneficios en la salud de los ciclistas. Por último el uso de las ciclovías permite un ahorro en gastos de transporte y mejora la calidad de vida de la ciudadanía.

2.2.3.2. Una red funcional para la movilidad

Ante la demanda de espacios para la circulación de transportes alternativos, se crea la necesidad de una red funcional para ciclistas y demás usuarios de este tipo de vehículos, es decir, una infraestructura que brinde la seguridad necesaria para sus beneficiarios, además se debe crear una

cultura de respeto y consideración vial, el Ministerio de Transporte y Obras Públicas ha implementado este tipo de infraestructuras como parte del Plan Nacional de Ciclovías (PNC) motivados por el compromiso Presidencial No. 12461 que tiene como intención la integración de la bicicleta como parte de movilidad segura y funcional para los ecuatorianos. Para conseguir una red de movilidad funcional y una cultura de respeto primero se debe distinguir los tipos de ciclovías que se pueden implementar, básicamente se resumen en tres tipos, las que son exclusivas para este tipos de transporte dentro de la ciudad; aquellas donde se usa parte de la calzada, la cual es de uso compartido con los demás vehículos y finalmente aquellas que son propias para este transporte, pero que frecuentemente se localizan en zonas rurales. (MTOP, 2012)

- **Vías reservadas.** Son espacios específicos completamente independiente del resto de usuarios, rutas y caminos en los que se permite la circulación de bicicletas además del tránsito de peatonal, pero no de la circulación de automóviles, y en algunos casos tampoco se permiten otros vehículos de motor. Como ejemplos de vías reservadas son las vías verdes o ciclovías a través de parques, o las rutas ecológicas en senderos y zonas rurales.
- **Ciclovías Segregadas.** Este tipo de ciclovías se encuentran a un costado a lo largo de la vía, de uso exclusivo para las bicicletas, sin embargo se presenta una interacción con los demás vehículos y peatones, como en los carril-bici o aceras-bici, según sea el caso, pretendiendo delimitar una porción específica del ancho de la vía. Cuando es unidireccional, varía entre 1.20 y 1.50 metros y si es bidireccional, de 2.50 y 3 m. *“Actualmente la carretera San Pablo - San Vicente (Santa Elena) de 12.9 km, y los puentes Los Caras (Manabí), Majestuoso Río Napo (Coca), y de la Unidad Nacional (Guayas), ya cuentan con este tipo de ciclovías concluidas al 100%. Mientras que la obra continúa en ejecución en las carreteras San Vicente - Canoa (avance del 98%), Pedernales - Coaque (90%), Paso Lateral Tosagua (95%) y Cuenca - Tarqui (90%).”* Muchos estudios han mostrado que las vías segregadas, aumentan el peligro para los ciclistas en algunos cruces e intersecciones debido a la falsa seguridad que presta y la falta de cultura por parte de los conductores.
- **Vías integradas o compartidas:** Son vías en las que bicicletas y vehículos de motor interactúan de manera directa circulando por el mismo espacio, bajo las normas del tráfico comunes para todos los vehículos. Las vías integradas pueden recibir un tratamiento propio acondicionado para la circulación compartida de vehículos y bicicletas mediante señalización (letreros y demarcaciones) que es parte de la calzada. El ancho mínimo para este tipo de ciclovías es de 1.20 y el máximo es de 2.50, y se debe contar con una señalización que permita alertar a los conductores de vehículos motorizados de la presencia de ciclistas, y viceversa y

así promover una convivencia adecuada. Este tipo de ciclovías se aplican cuando el ancho de las calles no son suficientes para un carril asignado para bicicletas, los ciclistas tendrían que viajar a una velocidad prudente, para que exista una coexistencia es necesario que los automotores transiten a velocidades menores a los 30 km/h.

(MTOPE, 2012)

2.2.3.3. *Condiciones de Operación Actual de las Ciclo Vías en el País*

El Ministerio de Transporte y Obras Públicas impulsando el uso de transportes alternativos no motorizado ha ejecutado varios proyectos para incorporar ciclovías en las principales vías de las provincias del Guayas, Santa Elena, Santo Domingo de los Tsáchilas, Manabí, Loja, Tungurahua, Pichincha, Azuay, Galápagos, Cotopaxi, Pastaza y Sucumbíos, ejecutando la señalización de más de 130 kilómetros de ciclovías, también se han ejecutado estudios y diseños de más de 440 km.

Además de estarse generando un plan piloto para incorporar alrededor de 240 km. de ciclovías con los Gobiernos Autónomos Descentralizados de Ibarra, Riobamba, Manta, Cuenca, Pedernales, Babahoyo, Lago Agrio, Quevedo y Quito; datos emitidos por el Director Nacional de Transporte Ferroviario y Movilidad Alternativa, el Ing. Paul Hernández.

Adicionalmente, el Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOPE) en conjunto con la Empresa de Ferrocarriles del Ecuador (EFE), se está implementando una ciclo vía en la ruta Cuenca – Azogues, con el antiguo trazado de la línea férrea. (Villa, 2014)

2.2.4. *Desarrollo Sostenible*

Según la “Comisión de Brundtland” *“desarrollo sostenible es atender las necesidades del presente sin comprometer la habilidad de las generaciones futuras para atender sus propias necesidades.”*

Desarrollo que cumpla con las necesidades del presente sin comprometer la disponibilidad de los recursos para que las futuras generaciones puedan cumplir con sus necesidades. (World Commission on Environment and Development, 1987)

Debemos buscar que las generaciones futuras puedan heredar *“todo lo necesario para lograr una calidad de vida por lo mínimo tan buena como la nuestra y poder entregar algo similar a la siguiente”* (Solow , 1956)

Basado en estos conceptos podemos decir que el desarrollo sostenible es procurar no afectar la calidad de vida de las generaciones después de nosotros mediante nuestros actos en el presente.

Para que el desarrollo sostenible puede ser alcanzado se lo debe abordar como un proceso de cambio social aumentando las posibilidades de un futuro mejor, en el que el crecimiento y eficiencia económica vayan de la mano de la conservación ambiental, igualdad social y una calidad de vida óptima; para que ello se cumpla debemos centrarnos en tres puntos interrelacionados entre sí.

2. La elevación de la calidad de vida y la equidad social constituyen objetivos centrales del modelo de desarrollo, orientación y propósito final de todo esfuerzo de desarrollo en el corto, mediano y largo plazos.
3. La eficiencia económica y el crecimiento económico constituyen prerequisites fundamentales, sin los cuales no es posible aumentar la calidad de vida con equidad. De esta forma, representa un condición necesaria, si bien no suficiente del desarrollo sostenible.
4. La conservación ambiental es un condicionante decisivo de la sostenibilidad del desarrollo y del mantenimiento en el largo plazo, sin la cual no es posible asegurar calidad de vida para las generaciones futuras y equidad social sostenible y continua en el tiempo y en el espacio.

(Marco Conceptual del Desarrollo Sostenible de la Agricultura y el Medio Rural en el IICA, 1996)

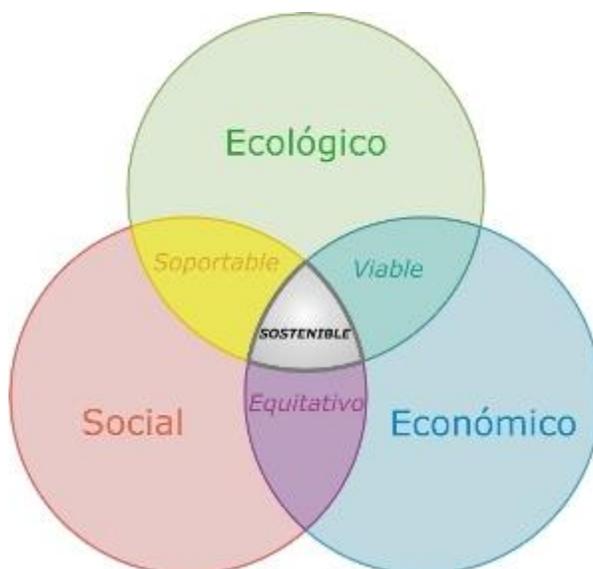


Figura 5-2: Desarrollo Sostenible
Fuente: Pensemos en Verde, 2014

2.2.4.1. Movilidad sostenible y objetivos

Para hablar de sostenibilidad en términos de movilidad se la debe abordar desde dos puntos de vista, en el primero abordando el aspecto de la contaminación medioambiental y luego pero no menos importante desde el ámbito económico ya sea de manera directa o de costo derivado; todo esto enfocado a mitigar las consecuencias para generaciones futuras propiciadas por el uso del transporte. Por ejemplo se puede citar el tan famoso Protocolo de Kioto de 1997, suscrito por la Unión Europea por el año 2002.

Si se quiere alcanzar una movilidad urbana sostenible se debe promover vehículos eléctricos sobre vehículos a base de combustibles fósiles, la utilización del transporte público antes que el privado, también aportar por vehículos sin motor.

Los objetivos para una movilidad sostenible son necesarios con el fin de cambiar la realidad actual, entre los cuales destacan.

- Reducir la dependencia respecto al transporte convencional.

Con el fin de reducir la dependencia del uso del transporte convencional se sugiere concientizar y educar a la ciudadanía en general de las ventajas que conlleva el usar transportes alternativos, mediante campañas de sociabilización enfocadas a la juventud.

- Reducir los impactos de los desplazamientos motorizados.

Este objetivo va de la mano con el anterior, ya que al reducir la dependencia de los transportes convencionales se empezaran a mitigar los impactos producidos por años de utilización de combustibles fósiles.

- Incrementar las oportunidades de los medios de transporte alternativos.

Al concientizar a la ciudadanía de las ventajas del uso de transportes alternativos, estos tendrán mayor oportunidad de ventas, además la mayoría de casa comerciales están apostando por emplear energías limpias en sus productos, como es el caso de Kia Motors con su Modelo Soul EV, también se han lanzado al mercado muchas otras alternativas de transporte como bicicletas y monociclos eléctricos.

En fin, se plantea una cultura de la movilidad que combine objetivos de transformación física, social y económica del territorio urbano, en armonía con el propósito que persigue la sostenibilidad.

2.3. HIPÓTESIS

¿El uso del monociclo eléctrico como transporte alternativo disminuirá la congestión vehicular en las entradas principales de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo?

2.3.1. VARIABLES

2.3.1.1. Variable Independiente

El uso del monociclo eléctrico

2.3.1.2. Variable Dependiente

Disminución de la congestión vehicular

CAPITULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Modalidad de la Investigación

Para el desarrollo de la siguiente propuesta se realizó bajo la modalidad de investigación, detallada en las próximas líneas.

3.1.1. *Modalidad de Campo*

Se aplicó la modalidad de campo debido a que se necesitan datos reales, los cuales permitieron analizar la posibilidad de la aplicación del monociclo eléctrico como medio de transporte alternativo mediante el uso de ciclovías dentro de la ESPOCH, además, las condiciones del proyecto facilitaron la aplicación de esta modalidad, debido a su accesibilidad al investigador.

3.1.2. *Modalidad Bibliográfica*

Esta modalidad permitió a través del estudio de literatura relacionada con el tema, sustentar la teoría necesaria para fundamentar la propuesta analizada, también se utilizó alternativas de modelos internacionales para hacer del monociclo eléctrico, una excelente alternativa de transporte.

3.2. Tipos de Investigación

3.2.1. *Exploratorio*

Se exploró el campus politécnico donde se realizó la investigación con la finalidad de recolectar la información que se precisó para lograr la consecución de los objetivos presentados y así, proponer una alternativa que satisfaga la problemática.

3.2.2. *Descriptivo*

Este tipo de investigación permite explicar el método de análisis y así mostrar las características y propiedades del propósito del proyecto.

3.2.3. *Cuantitativo*

Gracias a este tipo de investigación se puede percibir el criterio de una parte representativa de la población, conocido como muestra, mediante la aplicación de encuestas. Además se trabajó

considerando los tiempos reales que un automóvil tarda en acceder a la politécnica durante las horas picos.

3.3. Población y Muestra

3.3.1. Población

Para el análisis se delimitó como población al total de los usuarios frecuentes que hacen uso de las instalaciones, tomando en cuenta el personal administrativo y el total de estudiantes registrados, datos extraídos del plan de movilidad sostenible de la ESPOCH para el año 2017, quienes son los principales beneficiarios de esta propuesta.

Tabla 1-3: Población ESPOCH

Demarcaciones	Cantidad
Ciencias Pecuarias	903
Recursos Naturales	1110
Servidores Politécnicos	1540
Informática y Electrónica	2019
Mecánica	2313
Ciencias	2479
Salud Pública	2509
Administración de Empresas	2988
Total	15861

Fuente: Plan de Movilidad Sostenible ESPOCH

Elaborado por: Francisco Bravo

3.3.2. Muestra

Para determinar el tamaño de la muestra se lo ha determinado en base a la población mencionada con anterioridad, la fórmula aplicada es la correspondiente para el cálculo de muestras finitas que se presenta a continuación.

$$n = \frac{N * p * q * Z^2}{(N)e^2 + p * q * Z^2} \quad [1]$$

Dónde:

n: Tamaño de la muestra

N: Tamaño de la población

σ : Desviación estándar de la población

Z: Nivel de confianza deseado

e: Error muestral

La varianza para el caso será del 0,25 considerando un 0.5 de probabilidad de éxito y un 0.5 de probabilidad de fracaso.

Datos:

n: ?

N: 15861

σ^2 : $\sigma^2 = p \cdot q = 0,25$

p= probabilidad de éxito = 0,5

q= probabilidad de fracaso = 0,5

Z: 95% =1,96

e: 5% = 0,05

$$n = \frac{15861 * 0,5 * 0,5 * 1,96^2}{(15861)0,05^2 + 0,5 * 0,5 * 1,96^2}$$

$$n = \frac{15232,904}{40,6129}$$

$$n = 375,075$$

$$n \cong 375$$

La muestra representativa que será sujeto a estudiar es de un total de 375 usuarios que frecuentan el campus politécnico.

3.4. Métodos, Técnicas e Instrumentos

3.4.1. Métodos

En la presente investigación se aplicará métodos teóricos:

3.4.1.1. Teóricos

- Inductivo: se puede evidenciar en el marco teórico y los objetivos. Se aplicó el método inductivo al tomar las necesidades y problemas de la muestra, y generalizarlos al total de la población.

- Analítico: lo podemos notar en planteamiento del problema, objetivos, marco teórico y justificación.
- Sintético: lo podemos apreciar en las conclusiones y recomendaciones.

3.4.2. Técnicas e Instrumentos

Como técnicas de investigación para el desarrollo del proyecto se utilizaron principalmente la aplicación de encuestas y una observación directa, mismas que fueron cruciales al momento de recolectar la información necesaria para identificar la realidad actual en cuanto a la facilidad que se tiene para movilizarse en transporte alternativo, además de percibir la aceptación que tendría el monociclo eléctrico cumpliendo el papel de una alternativa de transporte como respuesta a la congestión vehicular en los puntos principales de la ESPOCH.

Las 375 encuestas se realizaron en diferentes puntos dentro del campus a personas al azar con la finalidad de obtener una muestra más heterogénea que nos garantice una mayor variabilidad entre los encuestados, para obtener datos que nos suministren información, para de esta manera comprobar nuestra hipótesis.

La aplicación de la observación directa permitió evidenciar la realidad de la movilidad, las necesidades presentes para el desarrollo de la ESPOCH, como son la falta de señalización, una cultura adecuada de movilidad y congestión vehicular.

3.5. Identificación de la problemática

3.5.1. Congestión Vehicular

La ESPOCH dispone de un campus con una extensión de 119,5 hectáreas, mientras que su infraestructura civil es de alrededor de 13,53 hectáreas y la infraestructura vial abarca un total de 19,20 km acogiendo un aproximado de 7500 vehículos que circulan diariamente, producto de ello ha surgido una serie de inconvenientes que aquejan a la comunidad politécnica.

En la ESPOCH se ofrece un sistema de transporte público propio que recorre todo el campus politécnico, pero cuyas frecuencias de recorrido son insuficientes, causando que no sean un modo de transporte popular entre los estudiantes politécnicos debido a molestias relacionadas con estas, además del desconocimiento. El acceso vehicular es de libre ingreso para todo tipo de transporte sea privado, propio o compartido Según el “Documento Técnico de Movilidad ESPOCH 2017” *el Campus ofrece una infraestructura vial que permite tener la accesibilidad adecuada para estos modelos de transporte vulnerables, sin embargo hay aceras con rampas para personas con*

capacidades especiales técnicamente inadecuadas y ausencia de una señalización apropiada en un 80% en toda la ESPOCH, incluyendo en las zonas de parqueaderos.

Al momento de movilizarse dentro la institución las personas prefieren hacer uso de vehículo particular y no prefieren medios alternos como caminata, el uso de bicicleta debido a la falta de un espacio destinado para ello, o el uso de transporte público interno, lo que ocasiona congestión, contaminación, inseguridad y problemas serios al momento de desplazarse.

La institución cuenta con departamentos de mantenimiento y desarrollo físico, movilidad y transporte, personal y seguridad, cuyo propósito conjunto es el de resguardar una movilidad de carácter eficiente y seguro mediante la administración de la infraestructura vial y la flota de transporte público, sin embargo, hace falta la el fortalecimiento de transportes alternativos mediante vehículos no motorizados, lo que hace que esta propuesta sea primordial para dar una solución.

En el presente apartado se pretende identificar los problemas relacionados con la cogestión vehicular que se evidencia día tras día en la ESPOCH y sus límites, así como los puntos que actúan como cuello de botella agravando el problema, también es necesario identificar la horas pico y el tipo de transporte usado para arribar a la institución y para movilizarse dentro de la misma, para lo cual se han tomado datos de la Tesis de Maestría que lleva por título “Propuesta de un Plan de Movilidad Sostenible para la Escuela Superior Politécnica De Chimborazo (ESPOCH)” con permiso del máster Francisco Bravo.

3.5.2. Diagnóstico Accesos Vehiculares

El cálculo vehicular se tomó de la tesis mencionada anteriormente en la que se menciona “*haberse llevado a cabo durante dos días por cada acceso en dos periodos de hora pico: de 7h a 8h y de 13h a 14h, con duración de 1 hora o 60 minutos en cada intervención y un aforo diario del tránsito vehicular en la institución*”.



Figura 1-3: Mapa de Acceso vehicular
Fuente: Google Earth

3.5.3. Flujo Vehicular

Es de suma importancia para el presente trabajo conocer la afluencia de vehículos para cada entrada existente que permite en ingreso vehicular en la ESPOCH con la finalidad de constatar la existencia de flujo masivo y por ende la congestión vehicular.

Tabla 2-3: Flujo vehicular

INGRESO N. 1 SUR	
TIPO DE VEHICULO	N.
TAXIS	1735
PARTICULARES	2552
MOTOS	96
BUSES	20
VOLQUETES, FURGONES	28
TOTAL	4431

INGRESO N. 2 NORTE	
TIPO DE VEHICULO	N.
TAXIS	1179
PARTICULARES	1825
MOTOS	49
BUSES	5
VOLQUETES, FURGONES	
TOTAL	3058

ESTRATOS	N.
Ingreso N.1 SUR	4491
Ingreso N.2 NORTE	3058
TOTAL	7549

Fuente: Plan de Movilidad Sostenible ESPOCH

3.5.4. Jerarquización de los accesos de la ESPOCH

Se detallan los tipos de arribo motorizados y su partición modal.



Figura 2-3: Acceso más utilizado por la población
Fuente: Plan de Movilidad Sostenible ESPOCH

3.5.5. Categorización del tipo transporte motorizado que accede a la ESPOCH

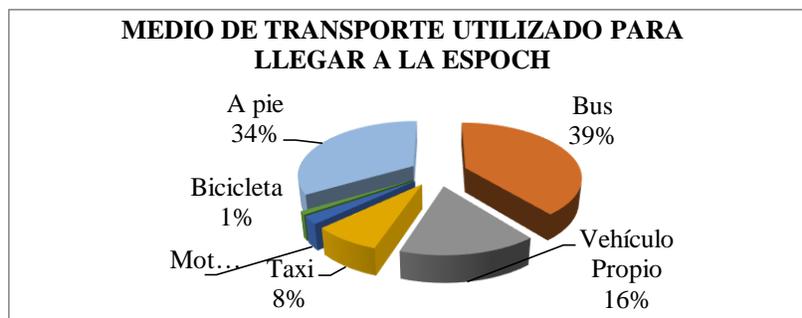


Figura 3-3: Medio de transporte utilizado para llegar a la ESPOCH
Fuente: Plan de Movilidad Sostenible ESPOCH

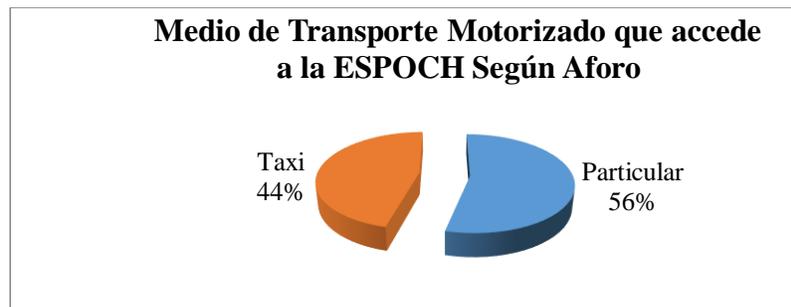


Figura 4-3: Medio de Transporte Motorizado que accede a la ESPOCH
Fuente: Plan de Movilidad Sostenible ESPOCH

3.6. Encuesta y Tabulación

La finalidad de realizar las encuestas en la ESPOCH es identificar el problema de movilidad en los puntos principales de la institución para disminuir el congestionamiento vehicular mediante en transporte alternativo dando un aporte medio ambientalista.

¿Ha tenido inconvenientes para llegar a tiempo a sus actividades dentro de la ESPOCH debido al tráfico vehicular?

Opción	Respuestas	%
si	241	64,27%
no	134	35,73%
Total	375	100,00%

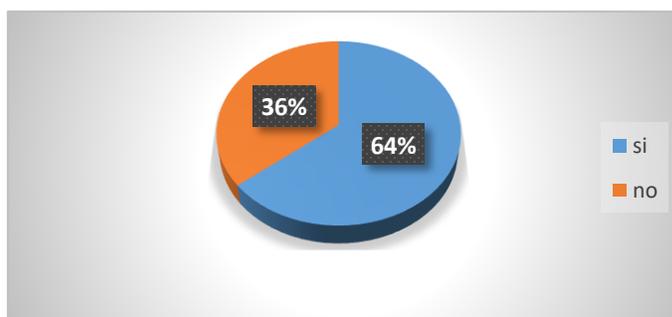


Figura 9-3: Inconvenientes debido al tráfico vehicular
Elaborado por: Lenin Sánchez

Con el porcentaje de usuarios encuestados, se observa que hay inconvenientes para llegar a sus actividades dentro de la ESPOCH, por lo que este tipo de transporte alternativo puede ser una solución al tráfico vehicular.

¿Cree usted que es necesario la implementación de una nueva alternativa de transporte?

Opción	Respuestas	%
si	321	85,60%
no	54	14,40%
Total	375	100,00%

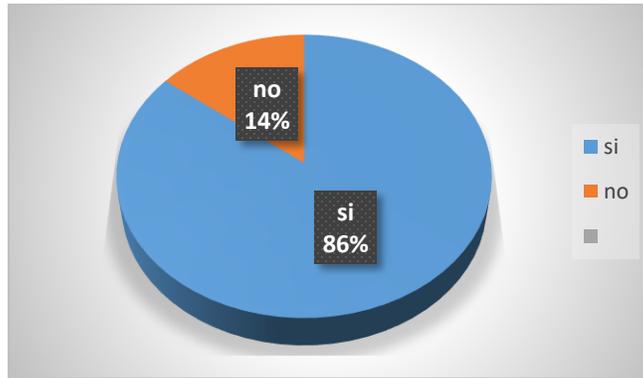


Figura 10-3: Necesidad de una nueva alternativa de transporte
 Elaborado por: Lenin Sánchez

Con esta pregunta afirmo que la comunidad politécnica necesita nuevas alternativas de transporte para una mejor movilización.

¿Conoce usted el monociclo eléctrico y sus ventajas como transporte alternativo?

Opción	Respuestas	%
si	150	40,00%
no	225	60,00%
Total	375	100,00%

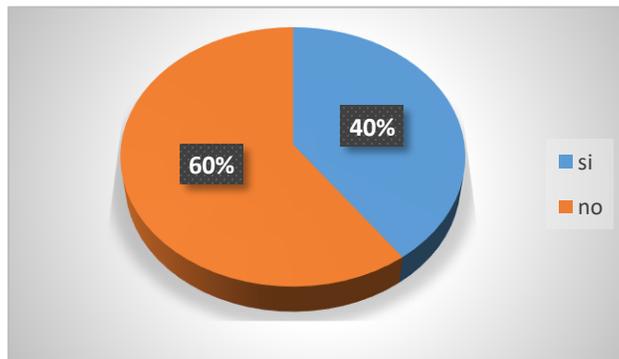


Figura 11-3: Conocimiento del monociclo eléctrico
 Elaborado por: Lenin Sánchez

Según el gráfico se puede evidenciar que el 60% de las personas encuestadas dicen no conocer las ventajas del monociclo eléctrico por que se debería realizar campañas de socialización masiva, dando a conocer de manera eficaz este tipo de proyecto.

¿Estaría interesado en utilizar el monociclo eléctrico para desarrollar sus actividades diarias?

Opción	Respuestas	%
si	300	80,00%
no	75	20,00%
Total	375	100,00%

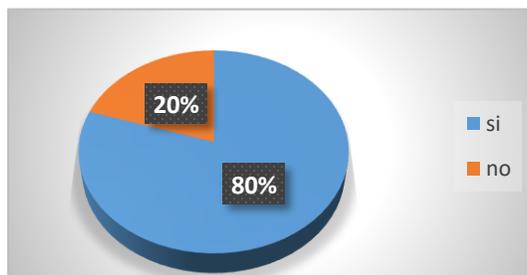


Figura 12-3: Interés en el monociclo eléctrico
Elaborado por: Lenin Sánchez

La mayor parte de las personas encuestadas si están interesadas en ocupar el monociclo eléctrico para el desarrollo de sus actividades cotidianas, por el hecho de ser una nueva alternativa de movilidad y ser muy novedoso.

¿En qué áreas cree usted que ayudaría la implementación del moniciclo eléctrico?

Opción	Respuestas	%
Ambiental	166	44,27%
Tráfico	171	45,60%
Seguridad	38	10,13%
Total	375	100,00%

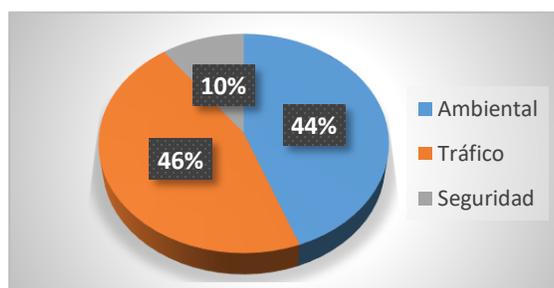


Figura 13-3: Áreas mejoradas con el moniciclo
Elaborado por: Lenin Sánchez

Con la implementación del moniciclo eléctrico las personas dicen que ayuda a proteger nuestro medio ambiente, como a minimizar el tráfico vehicular en nuestra institución.

¿Ha presenciado usted congestión vehicular en las puertas principales de la ESPOCH en horas pico?

Opción	Respuestas	%
si	337	89,87%
no	38	10,13%
Total	375	100,00%

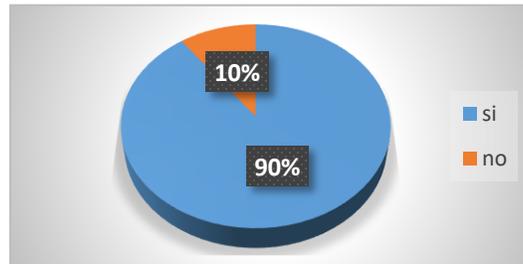


Figura 14-3: Presencia de congestión vehicular
Elaborado por: Lenin Sánchez

Se evidencia un grave problema de congestión vehicular en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo comprobado en esta pregunta.

¿Cree usted que es importante un espacio seguro destinado para la circulación de transporte no motorizado?

Opción	Respuestas	%
si	375	100,00%
no	0	0,00%
Total	375	100,00%

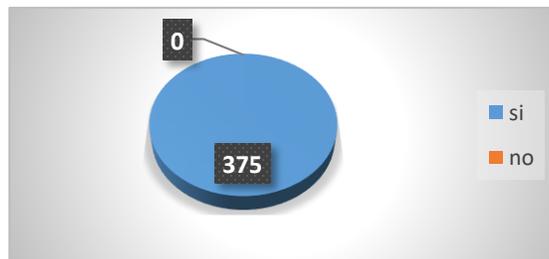


Figura 15-3: Importancia de una ciclovía
Elaborado por: Lenin Sánchez

Las personas encuestadas dicen necesitar un espacio seguro para el transporte no motorizado por lo que sería bueno entablar conversaciones con autoridades para este tipo de implementación.

¿Qué tiempo(s) se demoraron en entrar los vehículos a la ESPOCH?

Tiempos(s)	34	75	41	70	79
	42	67	45	40	64
	34	22	59	92	38
	33	36	94	21	58
	96	32	72	23	64
	68	122	71	25	102
	42	90	45	68	63
	57	29	59	41	96
	24	27	39	36	63
	77	89	32	53	85

Se realizó un sondeo en las entradas principales de la institución por lo que se tomó el tiempo en segundos a vehículos motorizados; para saber su tiempo de desplazamiento en 100m.

3.6.1. Verificación de la Hipótesis (Encuestas Descriptivas)

Mediante el análisis e interpretación de las encuestas realizadas dentro del campus politécnico sobre el monociclo eléctrico como transporte alternativo de movilidad, además de las mediciones realizadas en campo y la corroboración de la existencia del problema de congestión vehicular en las horas picos en las tres entradas principales de la ESPOCH apoyados en la tesis “Propuesta de un Plan de Movilidad Sostenible para la Escuela Superior Politécnica De Chimborazo”, con todo esta información se puede llegar a concluir que la hipótesis donde se indica que el monociclo eléctrico ayudará a mitigar la problemática de tráfico vehicular con la ayuda de una ciclovía adecuada para su circulación está respaldada, también se evidencia que tiene una aceptación por parte de la comunidad politécnica y que al implementarse mejorará la movilidad dando un aporte al medio ambiente ya que se utiliza un medio de transporte limpio.

3.7. Elección de la prueba estadística

La presente investigación es de tipo cuantitativo, por lo que se aplica la prueba de normalidad en primera instancia, y así determinar si se requiere métodos paramétricos o No paramétricos para la comparación de los tiempos.

3.7.1. Prueba de Normalidad de Kolmogorov-Smirnov

Formulación de la hipótesis:

H0: Los tiempos siguen una distribución normal

Hi: Los tiempos no siguen una distribución normal

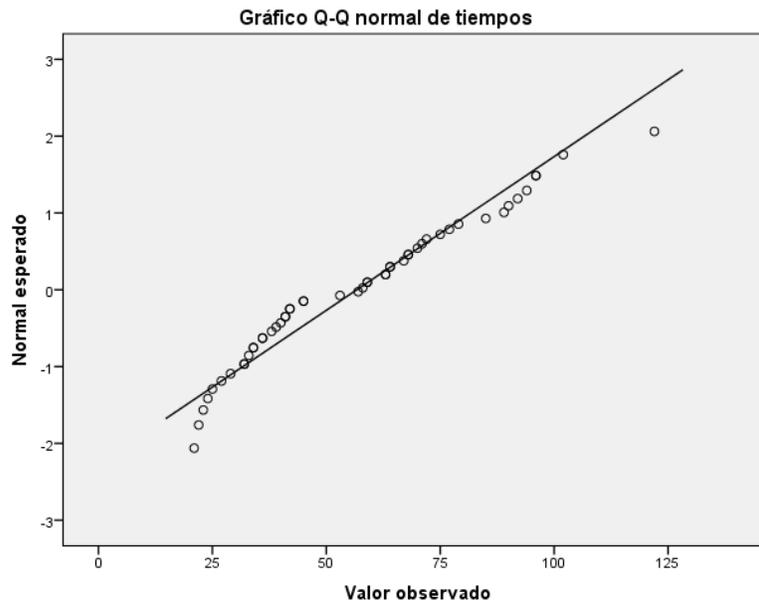
Nivel de significancia = 5% = 0,05

Cálculos estadísticos:

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	Gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
tiempos	,142	50	,014	,949	50	,031

a. Corrección de significación de Lilliefors



3.7.2. Decisión Estadística:

Observando el gráfico y la prueba de hipótesis de normalidad de Kolmogorov-Smirnov (con corrección de Lilliefors) se obtiene un p valor menor al nivel de significancia, por lo que se rechaza

la hipótesis de normalidad en los tiempos de entrada a la ESPOCH, y motivo por el cual se aplicará un método no paramétrico para determinar la reducción de dichos tiempos de espera.

Se aplicará la prueba de signos o prueba Binomial para una muestra no paramétrica.

3.7.3. Prueba del signo o Binomial

3.7.3.1. Primer paso. Formulación de Hipótesis:

- **Hipótesis Investigativa Hi:** El uso del monociclo eléctrico como transporte alternativo disminuirá la congestión vehicular en las entradas principales de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo
- **Hipótesis Nula Ho:** El uso del monociclo eléctrico como transporte alternativo no disminuirá la congestión vehicular en las entradas principales de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

3.7.3.2. Segundo paso. Nivel de significancia:

Nivel de significancia = 5% = 0,05

3.7.3.3. Tercer paso. Cálculos estadísticos

SIGNOS +	46
SIGNOS -	4
N	50
K	4
Probabilidad Ocurra (p)	0.5
Probabilidad de que no ocurra (q)	0.5
Z	5,798276

$$Z = \frac{[(N - K - P) - (N * P)]}{\sqrt{N * P * Q}} \quad [2]$$

ESTADISTICO	Z	5,798276
VALOR CRITICO	Z ALFA	-1,64485

3.7.3.4. *Cuarto paso. Decisión Estadística:*

Si $Z = 5,80 > -Z_{\alpha} = 1,65$

Observando el estadístico Z calculado previamente, este tiene un valor superior al valor crítico Z_{α} , razón por la cual se rechaza la hipótesis de igualdad de tiempos, a favor de la hipótesis que indica que el tiempo que se demora en entrar el monociclo eléctrico es menor que el que se demoran los vehículos convencionales.

Lo cual se aprueba la Hipótesis Investigativa H_i que plantea que el uso del monociclo eléctrico como transporte alternativo si disminuye la congestión vehicular en las entradas principales de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Beneficiarios

Al hablar de los beneficiarios se incluirán a toda la comunidad politécnica en general y a usuarios que usan las zonas recreativas de la ESPOCH, como son las canchas y espacios verdes, también aquellos amantes del ciclismo que podrán usar estas vías con mayor seguridad.

Los beneficiarios indirectos somos todos, ya que al movilizarse en monociclos eléctrico se reduce el consumo de combustibles y por tanto la emanación de gases producidos por la quema de éstos, ayudando al medio ambiente e incidiendo en una mejor calidad de vida de la ciudadanía.

4.2. Monociclo eléctrico. Características Técnicas

La propuesta del presente proyecto tiene como actor principal al monociclo eléctrico, por lo que, se debe dar a breve rasgo un análisis de las especificaciones desde un punto de vista técnico, identificando los principales elementos como son, el motor y el torque que permite desarrollar, la carga máxima permitida y su funcionamiento; la batería, su autonomía y eficiencia; la estructura, que será la responsable de brindar el confort necesario para los usuarios.

4.2.1. Motor Brushless, 500W

El motor y la rueda que comparten el eje de rotación, haciéndolo parte integral de la misma, por lo que el empuje que desarrolla el motor es aplicado de manera directa a la rueda sin pasar por mecanismos de reducción mecánicos, como cadenas o transmisiones; este sistema de tracción presenta una ventaja para la eficiencia, aunque crea esfuerzos adicionales en el punto específico de sujeción. Con esta simple solución se previene la fatiga del material, además, brinda una seguridad estructural a nuestro monociclo eléctrico. (Sánchez, Quintana, Arguello, & Acurio, 2018)



Figura 1-4: Motor eléctrico Brushless trifásico sincrónico, con rotor de imanes permanentes.
Fuente: Robert Mott, 2006

El motor empleado es del tipo "*Brushless*" trifásico sincrónico, con rotor de imanes permanentes, núcleo en hierro al silicio y carcasa de aluminio. El empleo de este tipo de motores es típico para las aplicaciones de movilidad eléctrica, pues presentan una buena curva de torque y potencia con un peso reducido; pero su principal ventaja es que no presentan componentes en fricción como la escobillas de los motores tradicionales, por lo cual son muy confiables y prácticamente no necesitan mantenimiento. Como paréntesis se agrega que sólo para el caso de los vehículos eléctricos con motores de tamaños considerables sería necesario el cambio del refrigerante cada 5 años y el de aceite de motor cada 100.000 km, la alta duración del aceite se da debido a que en el motor eléctrico, el aceite no pierde viscosidad por el efecto del cizallamiento ni tampoco se contamina con residuos de combustión. El factor limitante es el envejecimiento por cambios térmicos y la oxidación. (Sánchez et al., 2018)

El motor "*Brushless*" con que cuenta nuestro prototipo es de 24V y de 500 W con el controlador del sistema que tiene los sensores giroscopios posee un torque y velocidad máximos de 13,38 N/m y 30Km/h, sin embargo, para el caso de escalar una pendiente de 8%, la velocidad se reducirá siendo típicamente de 15 km/h en promedio. El peso máxima recomendada por el fabricante es de 120kg. (Golden Motor Technology Co. Ltd., 2012).

4.2.2. Batería

Las baterías hacen parte fundamental de un sistema de movilidad eléctrica independiente. Siendo el factor limitante la capacidad de energía acumulada, sus principales materiales para la batería de este vehículo es a base de tecnología Litio-Fosfato, que presenta una superioridad absoluta en el tema de la seguridad debido a que se han sometido a pruebas de penetración, sobre-carga, sobre descarga, cortocircuito externo y aplastamiento, esto quiere decir que la batería puede presentar goteo o filtraciones de electrolito, pero no entrara en ignición ni tampoco explotará, únicamente luego de

superar el límite térmico la batería entra en carrera térmica y presentaría emisiones de humo, mas no presenta flameo, ni mucho menos explosión, por lo cual cumple con el estándar EUCAR 4 (A123 Systems Inc., 2011) para la prueba de estabilidad térmica., con una vida útil de aproximadamente 8 años.

En este tipo de baterías se habla de una eficiencia energética del 98,43%; este valor tan alto se debe a que la resistencia interna de la batería es muy pequeña, lo que crea altos niveles de corto-circuito, bajas pérdidas debidas a potencia térmica en el interior de las baterías y presentar caídas de tensión muy pequeñas en bornes, aún frente a descargas de alta demanda de corriente. Es de destacar que incluso a niveles de carga de 1C (carga completa de la batería en 1 hora) en el cual el efecto Joule debe causar un pequeño aumento de la resistencia interna, el cual no es apreciable, incluso contando con equipos de medición con una buena precisión. Esta baja resistencia interna es una ventaja adicional de esta tecnología en baterías. (Sánchez et al., 2018)

Cuenta con una autonomía en promedio de 30 kilómetros, variando dependiendo de las condiciones del terreno y el peso del usuario. (Ninebot INC & KPSPORT Group INC, 2016)

4.2.3. Implementación Final

Para el diseño de la estructura se tomó en cuenta el confort, que sea un modelo agradable, con un estilo futurista, todo realizado mediante la ayuda del software de dibujo SolidWorks. (ANEXO A)

En el de montaje se incorporaron los componentes necesarios para conservar el principio básico de este medio de transporte, elementos fabricados en fibra de vidrio, un asiento simple pero ergonómico con su estructura de aluminio reforzado, agregado a su rueda de radio equivalente a 38cm con un motor eléctrico Brushless, manubrio, sus focos de seguridad vial y con una batería de litio-fosfato, su recarga lo hará a base de energía solar, con lo cual recargará su batería y esta pueda proveer de la potencia necesaria para que pueda ser utilizada como cargador portátil para quipos electrónicos como un celular o Tablet, contando con un peso total de 10 kilogramos el monociclo eléctrico.

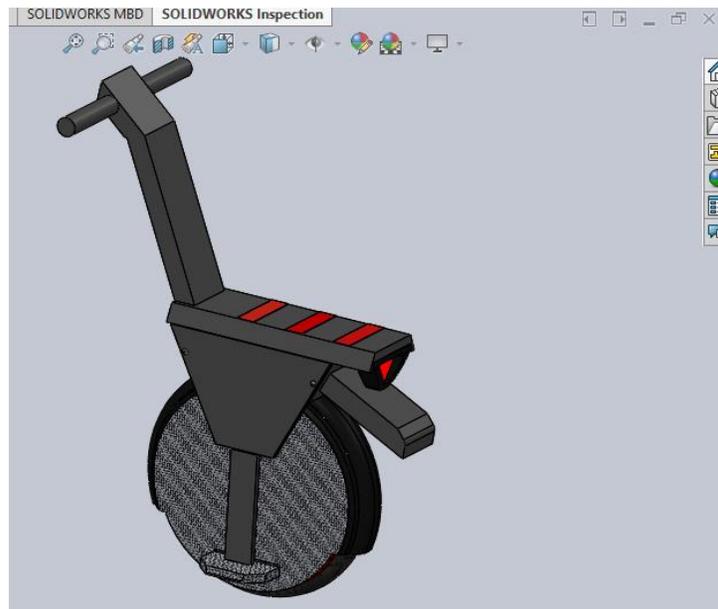


Figura 2-4: Monociclo eléctrico diseñado en SolidWorks
Elaborado por: Lenin Sánchez

4.3. Ciclovía

4.3.1. Especificaciones geométricas y técnicas de las vías

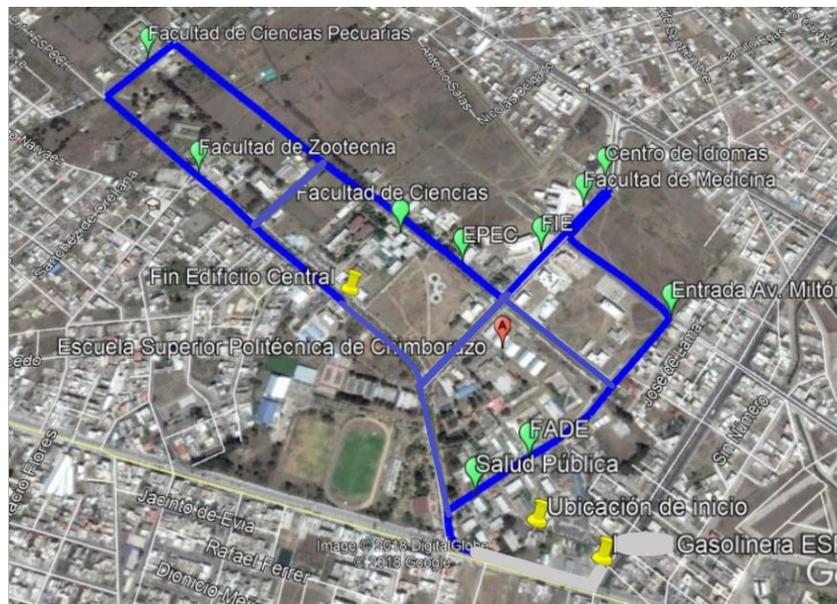


Figura 3-4: Especificación geométrica ciclovía
Elaborado por: Lenin Sánchez

Para determinar el estado técnico de las vías en las cuales se pretende desarrollar la propuesta del presente proyecto, se lo realizó mediante inspección visual, para la determinación de la geometría del terreno se procedió con una inspección de campo además, se utilizó la “Guía Técnica para el Diseño

y construcción de ciclovías para Zonas de Ampliación Futura de la Ciudades Medianas de Ecuador” tomando características importantes como los tramos, puntos generadores de viaje, distancia, estado de la vía, estado de su acera, su señalética y su infraestructura. (ANEXO C)



Figura 4-4: Ciclovía ESPOCH
Elaborado por: Lenin Sánchez

4.3.2. Tipo de ciclovía a utilizar

Como se evidenció en el capítulo anterior, existen tres tipos principales de ciclovías, cada uno con sus ventajas y desventajas, por lo que para la elección del tipo más adecuado para la propuesta se tomó en cuenta la geometría y dimensiones de las vías detalladas en la tabla 1-4, además se consideró que, la velocidad del tráfico vehicular dentro de una institución educativa es moderada con un máximo permisible de 30km/h, también se analizó el tema de la infraestructura con la que cuenta la institución en temas viales, por otro lado la ESPOCH dispone de una ciclovía con un trazado parcial que va desde la puerta principal con dos bifurcaciones, una que llega hasta el edificio central mientras que la otra va hasta las escuelas de medicina y automotriz; éste trazado puede usarse tanto como una ciclovía segregada o una integrada, dependiendo del uso y las señales que se les quiera dar; sin embargo, al utilizarla como una ciclovía segregada dificultaría el flujo del tránsito dentro de la universidad contraponiéndose con el propósito de la presente propuesta. Luego de estas consideraciones se decidió que la mejor opción era una ciclovía de tipo integrada, en la que conductores convencionales y usuarios de vehículos sin motor compartan una misma vía de forma educada, respetuosa y en armonía. Para conseguir que la propuesta sea exitosa es necesario fomentar una cultura de movilidad urbana.



Figura 5-4: Ciclovía Integrada
Elaborado por: Lenin Sánchez

4.3.3. Diseño de la Infraestructura Vial para el Sistema de Transporte Modo Monociclo Eléctrico

Para el diseño de la ruta de la ciclovía para mejorar la movilidad se ha tomado como guía varios aspectos importantes de la “Guía Técnica para el Diseño y Construcción de Ciclovías para Zonas de Ampliación Futura de las Ciudades Medianas del Ecuador”. Además se eligió la ruta mostrada en la figura 6-4 con la finalidad de cubrir todas las facultades y edificios más relevantes dentro de la institución, con una longitud de 3.85 km. (ANEXO B)



Figura 6-4: Trazado de la ciclovía
Elaborado por: Lenin Sánchez

Además este tipo de trazado está ligado con el tipo de ciclo vía que se va a utilizar, debido a las condiciones que presenta la calzada. Se pudo constatar el estado de las calles y aceras, el ancho de la calzada, ancho de aceras, pendientes máximas, datos que se resumen en la tabla 1-4. (ANEXO B)

Tabla 1-4: Evaluación técnica de las calles de la ESPOCH

Tramo de vía	Pendiente máx. (%)	Calzada		Acera Ancho (m)	Estado de vía	Rampas	Observaciones
		Ancho vía(m)					
		subida	Bajada				
1	4	7,11	7,00	3,20	Muy Bueno	si	Ed. Central
2	1	3,40	3,40	2,90	Muy Bueno	si	F. Ciencias P.
3	1	3,40	3,40	2,95	Muy Bueno	si	F. Ciencias
4	3	3,40	3,40	2,90	Muy Bueno	si	EPEC
5	2	7,11	7,00	2,90	Muy Bueno	si	F. Medicina
6	2	7,10	7,05	--	Muy bueno	--	E. Automotriz
7	2	5,05	5,05	--	Muy Bueno	--	Entrada Milton R.
8	2	7,05	7,10	3,20	Muy Bueno	si	FADE

Elaborado por: Lenin Sánchez

4.3.4. Ancho de la Ciclo Ruta

El ancho de una ciclo ruta depende de su propósito y del tipo de la misma, en este caso nos apoyaremos de la literatura ofrecida por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas detallado en el segundo capítulo, en donde el rango para una ciclovía integrada varía en un rango entre 1,20 y 2,50 metros, dependiendo si es para uso unidireccional o bidireccional, espacio donde los usuarios de vehículos sin motor pueden circular con seguridad y realizar cualquier tipo de maniobras, incluyendo las de evasión en caso de emergencia. Se ha tenido presente el trazado existente en la ESPOCH con un ancho de 1,50 metros, un espacio considerado como adecuado para una circulación segura, esto para los tramos donde las dimensiones lo permiten como son en los tramos 1, 4, 5, 6, 7, 8; para los tramos restantes 2 y 3, debido a que las calles son más angostas y que son de sentido bidireccional, el ancho escogido es de 1,20 metros. Las especificaciones del ancho de calzada y aceras así como de las ciclovías se detallan en las figuras a continuación. (ANEXO C)

4.3.4.1. Tramos 1, 4, 5, 6, 7, 8.



Figura 7-4: Mediciones de campo
Elaborado por: Lenin Sánchez

Todos estos tramos comparten características similares como el ancho de la calzada, tipo de pavimento y velocidad de circulación, las únicas variaciones notables son las pendientes máximas propias en cada caso, todas sin excederse del 8% máximo que el monociclo eléctrico puede superar sin problemas. En la figura 8-4 se puede apreciar de forma gráfica la distribución propuesta para la ciclovía integrada o de uso compartido, en la cual se muestra las dimensiones estándares de un vehículo tradicional, el monociclo como transporte alternativo, también de la acera que será de uso exclusivo para peatones y así no crear conflicto con ningún tipo de usuario vial. Las ciclovías tendrán un ancho de 1,50 metros.

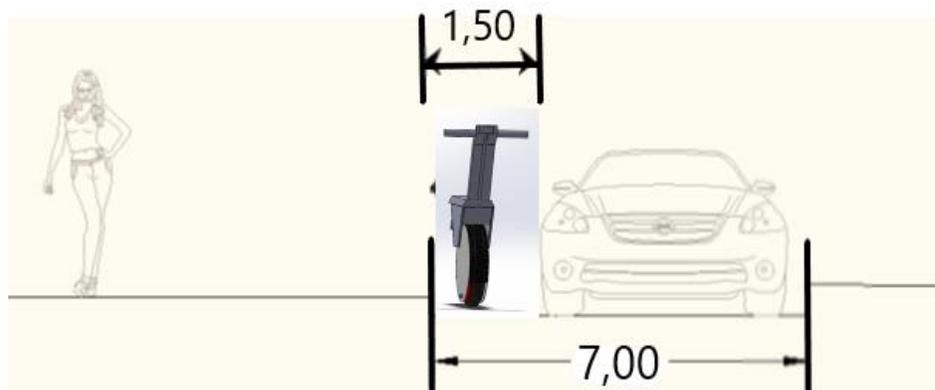


Figura 8-4: Dimensiones ciclovía integrada, tramos 1, 4, 5, 6, 7, 8
Elaborado por: Lenin Sánchez

4.3.4.2. Tramos 2 y 3.

Estos tramos tienen características similares ya que son bidireccionales con una pendiente de aproximadamente 2% y un ancho de alrededor de 7,00 metros, con lo cual el monociclo y bicicletas

pueden circular sin ningún inconveniente, y este comunica en lado norte y sur de la ESPOCH. Para este caso el ancho de la ciclo ruta es de 1,20 metros.

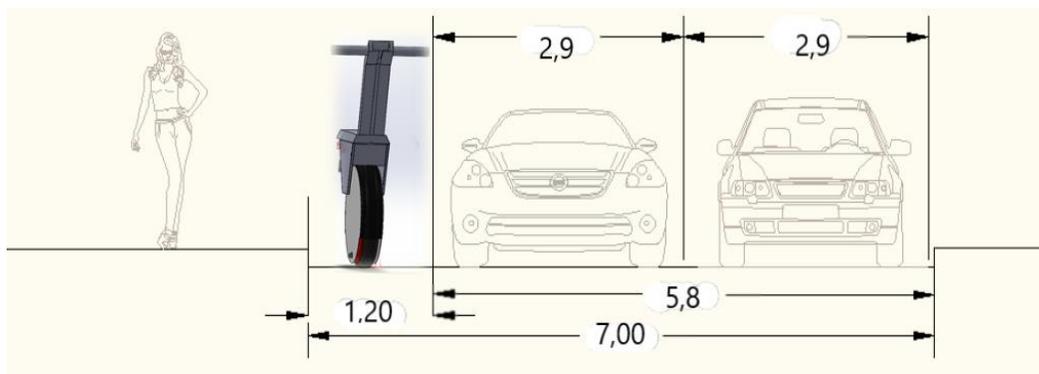


Figura 9-4: Dimensiones ciclo vía integrada, tramos 2 y 3
Elaborado por: Lenin Sánchez

4.4. Seguridad Vial

4.4.1. Protección personal

Para la seguridad vial debemos considerar elementos de salvaguardia como un casco y unas protecciones tanto superiores como inferiores, para mejorar su seguridad, para nuestro monopatín eléctrico ya que el diseño de la ciclo vía se debe de movilizar con elementos de protección en el transcurso de la vía igual que un ciclista.

4.4.2. Velocidad para vehículos no motorizados

La circulación de vehículos no motorizados será exclusivamente dentro del trazado de la ciclo vía, donde cuya velocidad máxima admisible deberá ser de 20 km/h, velocidad considerada como segura, la pendiente promedio será de 2% a lo largo de la ciclo vía, dando como resultado una movilidad más fluida sin pendientes pronunciadas.

4.4.3. Señalización Vertical

Según el Reglamento Ecuatoriano las señales deben informar tanto al conductor de vehículos motorizados como no motorizados, estas señales deben colocarse para que los usuarios puedan observar a tiempo dependiendo de la velocidad con la que conducen.

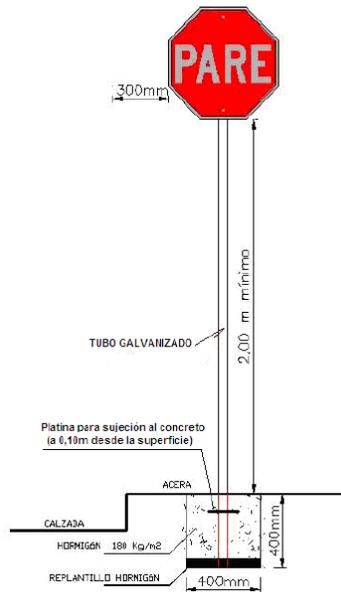


Figura 10-4: Señales Verticales
Fuente: Reglamento Técnico Ecuatoriano

4.5. Accidentabilidad Tipo de Vehículo

Para garantizar la calidad de vida de la ciudadanía, se analizó un aspecto importante como la seguridad vial de la ciudad de Riobamba como referencia, para saber el índice de accidentabilidad por tipo de vehículo del año 2018 proporcionado por la Agencia Nacional de Tránsito, y poder realizar una comparativa entre la bicicleta y el moniciclo eléctrico ya que posee similares características pero con mayor ventaja nuestro sistema de transporte a base de energía limpia.

Tabla 1-5: Accidentabilidad Tipo de Vehículo

TIPO DE VEHÍCULO*	INVOLUCRADOS EN SINIESTROS
AUTOMÓVIL	1353
MOTOCICLETA	588
CAMIONETA	310
CAMIÓN	181
VEHÍCULO_DEPORTIVO_UTILITARIO	132
BUS	124
FURGONETA	29
BICICLETA	29
ESPECIAL**	14
EMERGENCIAS	1
NO_IDENTIFICADO***	1720
TOTAL	4.481

Fuente: Agencia Nacional de Tránsito

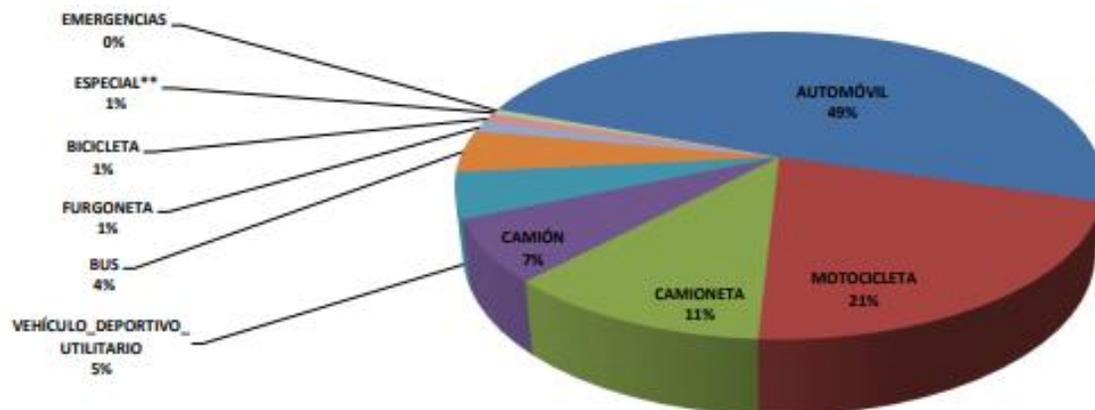


Figura 11-4: Tipos de vehículos involucrados por siniestro
Fuente: Agencia Nacional de Tránsito

El automóvil es el principal tipo de vehículo que ocasiona accidentes de tránsito con 49% siniestros al año, siendo las motocicletas el 2do lugar con 21%, y las bicicletas con tan solo el 1%, de esta manera observamos un valor demasiado bajo en comparación a los accidentes provocados por los automóviles.

Estos datos estadísticos demuestran que el transporte no motorizado tiene una accidentabilidad es mínima comparada con los otros tipos de vehículos, queda evidenciado que la propuesta del monociclo eléctrico como transporte alternativo jugará un papel primordial convirtiéndose en un transporte elemental generando equidad y una mayor cultura vial en la comunidad politécnica, puesto que es una nueva opción de transporte a base de energía limpia, y que no requiere mayor esfuerzo físico por parte del usuario.

4.6. Análisis de Factibilidad

4.6.1. Factibilidad Humana

Al saber que el 80% de las personas encuestadas están dispuestas a probar el monociclo eléctrico como alternativa de transporte; además tienen la disposición de utilizar elementos de protección que les permitan transitar protegidos y respaldados al momento de circular por las ciclo vías, por consecuencia es factible la implementación del sistema de transporte.

4.6.2. Factibilidad Medio Ambiente

Al estar las personas encuestadas interesadas en ocupar el monociclo eléctrico para el desarrollo de sus actividades cotidianas disminuirá la circulación de transportes a base de combustibles fósiles, como consecuencia lógica, al ser una nueva alternativa de movilidad amigable con el medio ambiente,

novedosa y el hecho de no producir residuos contaminantes, hacen que sea factible su aplicación en relación al medio ambiente.

4.6.3. Factibilidad Técnica

Actualmente se cuenta con experiencias nacionales en lo que es ciclovías brindando a sus habitantes una alternativa de transporte en varias ciudades en desarrollo ya tienen la implementación de ciclovías como en Machala, Santo Domingo, Cuenca entre otros, siendo factible implementar este tipo de vías en la comunidad politécnica ya que la infraestructura lo permite, además que el monociclo por sus características propias, se adapta a este tipo de ciclo ruta.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- Mediante la realización de la revisión bibliográfica se obtuvieron conocimientos complementarios para concluir con éxito el proyecto.
- La comunidad politécnica al tener conocimiento de estos nuevos medios de transporte se podrán movilizar regularmente, ayudando al descongestionamiento vehicular en las entradas principales de la ESPOCH, sin perder tiempo al ingresar y de esta manera reducir las emisiones contaminantes ya sea atmosférica o sonoras.
- Este medio de transporte podría ser el sucesor de la bicicleta ya que emite cero contaminantes gracias a sus baterías de flujo recargable además que no necesita de esfuerzo físico, por lo que fomentar su práctica podría sustituir el uso de vehículos motorizados.
- El monociclo eléctrico es un medio de transporte eficiente desde un punto de vista energético, ya que se puede desplazar a lugares más distantes del campus reduciendo su tiempo de recorrido.
- El monociclo eléctrico es un medio de transporte asequible a la mayor parte de los usuarios ya que su costo en energía es 11 veces menor a los vehículos motorizados, además de presentar ventajas al no necesitar mantenimiento, ni combustible fósil para su funcionamiento.
- Al diseñar la infraestructura vial para el monociclo eléctrico en la ESPOCH, se evidenció que éste como cualquier tipo de transporte no motorizado puede superar las pendientes máximas existentes sin dificultad, recorriendo las ciclovías integradas.

Recomendaciones

- Fomentar la utilización de las ciclo rutas dentro de la ESPOCH para garantizar la seguridad de los usuarios que utilicen medios de transporte no motorizados.
- Incentivar a campañas de capacitación y educación vial para conductores, peatones y etc., como mecanismo de incorporación progresiva de la ciclovía, enfocándose en la movilización de nuevos medios de transporte a la Institución.

- Incluir al monociclo eléctrico como medio de transporte alternativo no contaminante en la ESPOCH como movilidad sostenible, junto con una infraestructura adecuada y señalización respectiva.

BIBLIOGRAFÍA

- Agenjo, C. B., & Mateu, S. T.** (2008). *El transporte : aspectos y tipología*. Madrid: Delta Publicaciones.
- Alonso, M., Buyolo, F., Castella, S., Freixa, A., Fuses, V., Garcia, E., Santamaria, X.** (2011). *El Vehículo Eléctrico, desafíos tecnológicos, infraestructuras y oportunidades de negocios*. Barcelona: Nova Era Barcelona.
- Central European Time.** (20 de Abril de 2016). *europapress.es*. Obtenido de Murcia recibe un Premio europeo de movilidad urbana sostenible: <http://www.europapress.es/murcia/noticia-murcia-recibe-premio-europeo-movilidad-urbana-sostenible-20160420193918.html>
- El telégrafo.** (24 de Abril de 2017). *El telégrafo. Redacción Ciudadana*. Obtenido de Loja es pionera en el transporte eléctrico: <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/regional/1/loja-es-pionera-en-el-transporte-electrico>
- Escuela Superior Politécnica de Chimborazo .** (2015). *Escuela Superior Politécnica de Chimborazo*. Obtenido a través de antecedentes ESPOCH: <https://www.esPOCH.edu.ec/index.php/antecedentes.html>
- Excma. Diputación Provincial de Albacete.** (s.f.). *Desarrollo Sostenible de la Provincia de Albacete*. Obtenido de Transporte y Movilidad. Desarrollo Sostenible: <http://www.absostenible.es/index.php?id=82>
- Maldonado, P.** (16 de Enero de 2018). Los vehículos eléctricos ruedan por el país y desean acelerar. *Líderes*. Obtenido de www.revistalideres.ec/lideres/vehiculos-electricos-ruedan-pais-empresas.html#
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.** (1996). *Marco Conceptual del Desarrollo Sostenible de la Agricultura y el Medio Rural en el IICA*. Venezuela: IICA Biblioteca Venezuela.
- Miranda, J., & Iglesias, N.** (2015). Las infraestructuras de recarga y el despegue del vehículo eléctrico. *Observatorio Medioambiental*, 57-85. doi:10.5209/rev_OBMD.2015.v18.51285

- Ministerio de Transportes y Obras Públicas.** (31 de Agosto de 2012). *Ministerio de Transportes y Obras Públicas. Especial Seguridad Vial.* Obtenido de Ciclovías. Una nueva alternativa de Transporte no Motorizado. : https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/08/31-08-2012_Especial_Ciclovias.pdf
- Ninebot INC & KPSPORT Group INC.** (2016). *Ninebot.* Obtenido de Ninebot One S2: <https://www.ninebot.com.es/ninebot-one-s2/>
- Rojas Tixe, L. A.** (2016). *Análisis de movilidad para la zona céntrica de la ciudad de Riobamba perteneciente a la provincia de Chimborazo. (Tesis de Ingeniería).* Riobamba.
- Rosero CH., M.** (05 de Septiembre de 2014). *El Comercio. Actualidad.* Obtenido de Los uniformes son patrimonio de la ciudad: <http://www.elcomercio.com/actualidad/uniformes-patrimonio-ciudad-estudiantes.html>
- Sánchez, L., Quintana, P., Arguello, E., & Acurio, H.** (2018). *International Journal of Engineering Trends and Technology.*
- Solow , R. M.** (1956). *Teoría Económica del Desarrollo.* Barcelona : Gredos.
- T3México.** (19 de Febrero de 2016). *T3México.* Obtenido de Econduce: La nueva alternativa de movilidad en la CDMX: <http://t3mexico.mx/econduce-la-nueva-alternativa-de-movilidad-en-la-cdmx/>
- Thompson, I., & Bull, A.** (2002). La congestión del tránsito urbano: causas y consecuencias económicas y sociales. *Revista de la Cepal* 76, 110.
- Universidad Autónoma de Nuevo León.** (29 de Setiembre de 2017). *Universidad Autónoma de Nuevo León.* Obtenido de Cambio Climático. Movilidad Sustentable: <http://sds.uanl.mx/movilidad-sustentable/>
- Villa, U. R.** (2014). *Guía técnica para el diseño y construcción de ciclovías para zonas de ampliación futura de las ciudades medianas del Ecuador. (Tesis de Maestría).* Ecuador, Quito, Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- World Commission on Environment and Development.** (1987) . *Our Common Future.*

ANEXOS

ANEXO A: Implementación Final del Monociclo

ANEXO B: Diseño de la Infraestructura Vial para el Sistema de Transporte Modo Monociclo Eléctrico

ANEXO C: Especificaciones Técnicas

Tramos	Intervalos	Distancia	Calzada de vía	Ancho de vía Monociclo	Acera	Señalización		Infraestructura
						Horizontal	Vertical	
1	1-2; 2-3; 3-4	1.16 km	Muy Bueno	1,50 1,50 1,20	Si		- Señal Pare - Ciclovía	-Pintura Amarilla -Señalización H. -Señalización V. -Rampas
2	4-5	190 m	Muy Bueno	1,20	Si		- Señal Pare - Ciclovía	-Pintura Amarilla -Señalización H. -Señalización V. -Rampas
3	3-6	190 m	Bueno	1,20	Si		- Señal Pare - Ciclovía	-Pintura Amarilla -Señalización H. -Señalización V. -Rampas
4	5-6; 6-7; 7-8	1.14 km	Muy Bueno	1,20 1,20 1,50	Si		- Señal Pare - Ciclovía	-Pintura Amarilla -Señalización H. -Señalización V. -Rampas
5	2-7; 7-9	708 m	Muy Bueno	1,50 1,50	Si		- Señal Pare - Ciclovía	-Pintura Amarilla -Señalización H. -Señalización V. -Rampas
6	9-10	260 m	Muy bueno	1,50	—		- Señal Pare - Ciclovía	-Pintura Amarilla -Señalización H. -Señalización V. -Rampas
7	8-10	196 m	Muy Bueno	1,20	—		- Señal Pare - Ciclovía	-Pintura Amarilla -Señalización H. -Señalización V. -Rampas
8	1-8	406 m	Muy Bueno	1,20	Si		- Señal Pare - Ciclovía	-Pintura Amarilla -Señalización H. -Señalización V. -Rampas

ANEXO D: Presupuesto

Proforma Presupuestaria				
Rubro: División de Carriles 0,10 m con separación de 2,00 m Pintura Amarilla				Precio por Km
Materiales	Unidad	Cantidad	Valor	TOTAL
Microesferas de Vidrio	kg	30,00	2,00	60,00
Pintura de Tráfico color amarillo	gl	2,00	29,00	58,00
Thinner industrial	gl	0,50	13,95	6,98
VALOR OFERTADO				124,98

Proforma Presupuestaria				
Señal Reglamentaria Octogonal 45x45 cm				Precio por Unidad
Materiales	Unidad	Cantidad	Valor	TOTAL
Lámina de Aluminio 2x1 m	m2	0,20	70,00	14,00
Vinil DG3 Blanco, Rojo, Amarillo	m2	0,20	65,00	13,00

Vinil negro opaco compatible	m2	0,20	0,11	0,02
tubo poste cuadrado Galvan 50 x 50x2 mmx6m	u	0,5	34,00	17,00
Perno de Carrocería 3/8"x2 1/2" galvan.	u	2,00	0,85	1,70
Acero de Refuerzo Fy=2800-4200 kg/cm2	kg	0,70	2,10	1,47
Electrodos Suelda 6011 1/8"AGA	kg	0,03	3,70	0,11
Cemento Portland	kg	20,00	0,14	2,80
Arena	m3	0,04	10,00	0,40
Ripio	m3	0,03	13,00	0,39
Agua	m3	0,10	2,00	0,20
VALOR OFERTADO				51,09

Proforma Presupuestaria				
Señal Reglamentaria Rectangular 65x45 cm				Precio por Unidad
Materiales	Unidad	Cantidad	Valor	TOTAL
Lámina de Aluminio 2x1 m	m2	0,29	70,00	20,30
Vinil DG3 Blanco, Rojo, Amarillo	m2	0,29	65,00	18,85
Vinil Electroquite verde, rojo, azul	m2	0,16	40,00	6,40
Vinil negro opaco compatible	m2	0,29	0,11	0,03
Tubo poste cuadrado Galvan 50 x 50x2 mmx6m	u	0,5	34,00	17,00
Perno de Carrocería 3/8"x2 1/2" galvan.	u	2,00	0,85	1,70
Acero de Refuerzo Fy=2800-4200 kg/cm2	kg	0,70	2,10	1,47
Electrodos Suelda 6011 1/8"AGA	kg	0,03	3,70	0,11
Cemento Portland	kg	20,00	0,14	2,80
Arena	m3	0,04	10,00	0,40
Ripio	m3	0,05	13,00	0,65

Agua	m3	0,10	2,00	0,20
VALOR OFERTADO				69,91

Proforma Presupuestaria				
Señal Preventiva cuadrada 45x45 cm				Precio por Unidad
Materiales	Unidad	Cantidad	Valor	TOTAL
Lámina de Aluminio 2x1 m	m2	0,36	70,00	25,20
Vinil DG3 Blanco, Rojo, Amarillo	m2	0,36	65,00	23,40
Vinil negro opaco compatible	m2	0,36	0,11	0,04
tubo poste cuadrado Galvan 50 x 50x2 mmx6m	u	0,5	34,00	17,00
Perno de Carrocería 3/8"x2 1/2" galvan.	u	2,00	0,85	1,70
Acero de Refuerzo Fy=2800-4200 kg/cm2	kg	0,70	2,10	1,47
Electrodos Suelda 6011 1/8"AGA	kg	0,03	3,70	0,11

Cemento Portland	kg	20,00	0,14	2,80
Arena	m3	0,04	10,00	0,40
Ripio	m3	0,05	13,00	0,65
Agua	m3	0,10	2,00	0,20
VALOR OFERTADO				72,97

Proforma Presupuestaria				
Señal Informativa Rectangular 65x45 cm				Precio por Unidad
Materiales	Unidad	Cantidad	Valor	TOTAL
Lámina de Aluminio 2x1 m	m2	0,24	70,00	16,80
Vinil DG3 Blanco, Rojo, Amarillo	m2	0,24	65,00	15,60
Vinil negro opaco compatible	m2	0,24	0,11	0,03
tubo poste cuadrado Galvan 50 x 50x2 mmx6m	u	0,5	34,00	17,00
Perno de Carrocería 3/8"x2 1/2" galvan.	u	2,00	0,85	1,70

Acero de Refuerzo Fy=2800-4200 kg/cm2	kg	0,70	2,10	1,47
Electrodos Suelta 6011 1/8"AGA	kg	0,03	3,70	0,11
Cemento Portland	kg	20,00	0,14	2,80
Arena	m3	0,04	10,00	0,40
Ripio	m3	0,05	13,00	0,65
Agua	m3	0,10	2,00	0,20
VALOR OFERTADO				56,76

Inventario Vial

Descripción	Valor Ofertado \$ (A)	Cantidad (B)	Total (A)*(B) =(C)
Línea separadora de carril amarilla	124,98 \$ por Km	3,85 km	481, 17 \$
Señales Preventivas	72,97 \$	15	1094,55 \$
Señales Reglamentarias Octogonal y Rectangular	121 \$	16	1936 \$
Señales Informativas	56,76 \$	8	454,08 \$
TOTAL			3965,8 \$