

**UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO
VICERRECTORADO
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN CIENCIA Y TECNOLOGÍA
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN DE INGENIERÍA CIVIL**



**“DIAGNÓSTICO DEL TRÁFICO VEHICULAR, PEATONAL
Y PROPUESTA DE UNA CICLOVÍA EN LA AVENIDA LITORAL DE LA
CIUDAD DE EL ALTO”**

Resolución HCC N° 039/2022

EQUIPO DE INVESTIGADORES:

Ing. Carlos Fernando Díaz Machicado
Univ. Karen Maribel Llusco Mújica
Univ. Eddy Huanca Vargas

EL ALTO – BOLIVIA
2022

UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO

AUTORIDADES

Dr. Carlos Condori Titirico
RECTOR

Dr. Efrain Chambi Vargas Ph. D.
VICERRECTOR

Dr. Antonio López Andrade Ph. D.
DIRECTOR DE INVESTIGACIÓN, CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Ing. Guido Félix Gutiérrez Ríos
DIRECTOR DE CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

Ing. Antonio Anaya Valverde
COORDINADOR INSTITUTO DE INVESTIGACION

Registro SENAPI: Resolución Administrativa Nro. 1-3030/2022

DERECHOS RESERVADOS: Universidad Pública de El Alto

Dirección UPEA: Av. Sucre s/n Zona Villa Esperanza

Diciembre. 2022
El Alto – Bolivia

PRESENTACIÓN

La Universidad Pública de El Alto, a través de la Dirección de Investigación Ciencia y Tecnología y en coordinación con el Instituto de Investigación de la Carrera de Ingeniería Civil, pone a disposición de la comunidad universitaria la presente Investigación en referencia al DIAGNÓSTICO DEL TRÁFICO VEHICULAR, PEATONAL Y PROPUESTA DE UNA CICLOVÍA EN LA AVENIDA LITORAL DE LA CIUDAD DE EL ALTO

Para el desarrollo del proyecto de investigación se realizó la coordinación con personal técnico del Gobierno Autónomo Municipal de El Alto, específicamente con la Dirección de Infraestructura Pública en un inicio y posteriormente la secretaria de Movilidad Urbana, misma que permitió identificar el tráfico vehicular, peatonal y propuesta de una ciclovía en la avenida litoral de la ciudad de El Alto.

Esperamos que el proyecto realizado sea de utilidad para nuestra ciudad y pueda traducirse en reducir el uso de los automóviles, que son los que más congestionan el tránsito y por tanto más contaminan, fomentar el uso de las bicicletas, una opción de viaje saludable, económica y ecológica que ayuda a reducir la congestión vehicular, la mala calidad del aire y las emisiones de gases de efecto invernadero y por último mejorar la movilidad y seguridad de los peatones.

Ing. Antonio Anaya Valverde
COORDINADOR
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA CIVIL

AGRADECIMIENTOS INSTITUCIONALES

En la presente trabajo de investigación ha requerido un esfuerzo de conocimiento y practica en la recopilación de datos y resultados de aforos vehiculares, encuestas y mediciones realizadas en la gestión 2022, estos datos fueron tomados en la Av. Litoral de la ciudad de El Alto con una longitud de 6 Km., sin embargo ninguno de los trabajos de toma de datos pudo ser posible sin la colaboración de los Auxiliares de Investigación y personal técnico del Gobierno Municipal de El Alto (Secretarías de Infraestructura y Movilidad Urbana), del mismo modo se contó con el apoyo significativo de las siguientes autoridades e instituciones a quienes agradecemos encarecidamente:

Cooperación Suiza en Bolivia (SWISSCONTACT), a través del Ing. Freddy Koch.

Instituto de Investigación de Ingeniería Civil

Dirección de carrera de Ingeniería Civil.

Ing. Carlos Fernando Díaz Machicado
INVESTIGADOR PRINCIPAL
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN DE INGENIERÍA CIVIL

INDICE

I.	CAPITULO I: INTRODUCCION.....	1
1.1	EL PROBLEMA.....	2
1.2	OBJETIVO DE LA INVESTIGACION.....	6
1.2.1.	OBJETIVO GENERAL.....	6
1.2.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	6
1.3	HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.	6
1.4	JUSTIFICACIÓN.	6
II.	CAPITULO II: MARCO TEÓRICO	8
2.1	MENCION DE OTROS ESTUDIOS RELATIVOS AL TEMA.....	8
2.1.1.	“Repensando las ciclovías para la movilidad urbana en Bolivia”. (Atlas Municipal de los Objetivos de Desarrollo Sostenible en Bolivia 2020).....	8
	<i>FUENTE: GOBIERNO MUNICIPAL DE COCHABAMBA</i>	11
2.1.2.	“PROPUESTA DE UN DISEÑO DE CICLOVÍA ENTRE BARRIOS 6 DE AGOSTO Y VILLA FÁTIMA”. (Héctor Román Díaz - 2020).....	11
2.1.3.	“Propuesta de diseño geométrico de ciclovía para la Av. Ramón Múgica y Av. Country”. (Carmela Gracia Carrasco Vega, Jorge Alejandro Castro Chávez, Hugo Alexander Díaz Sánchez, Félix Roberto Montes Quiroz, Diego Martín Sandoval Valdez - 2021).....	12
2.2	MENCION DE LOS PUNTOS DE VISTA DE OTROS INVESTIGADORES	23
2.2.1.	“3 RAZONES PARA INVERTIR EN CICLOVÍAS” (BID-2016).....	24
2.2.2.	“CICLOVÍA PARA COCHABAMBA UNA ALTERNATIVA DE TRANSPORTE” (GOBIERNO AUTÓNOMO MUNICIPAL DE COCHABAMBA).....	26
2.2.3.	“LA SORPRENDENTE VERDAD SOBRE LAS CICLOVÍAS” (Jose Luis Ramírez Meza - 2022) 28	
2.3	IDENTIFICACIÓN DE LAS FUENTES.....	32
III.	CAPITULO III: MARCO LEGAL.....	33
3.1.1.	LA CONSTITUCIÓN POLÍTICA DEL ESTADO	33
3.1.2.	LA LEY GENERAL DE TRANSPORTE, LEY 165	33
3.1.3.	LEY MARCO DE AUTONOMÍAS Y DESCENTRALIZACIÓN.	36
3.1.4.	LEY MUNICIPAL DE TRANSPORTE.....	36
IV.	CAPITULO IV: MARCO METODOLOGICO	39
4.1	TIPO DE INVESTIGACIÓN.	39
4.2	DISEÑO DE LA INVESTIGACION	39

4.3	VARIABLES DE LA INVESTIGACION	40
4.4	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	40
4.4.1.	POBLACIÓN	40
4.4.2.	MUESTRA	41
4.5	AMBIENTE DE LA INVESTIGACIÓN.....	42
4.6	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS.....	43
4.7	PROCEDIMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN	43
4.7.1.	PLANIFICACION DE ACTIVIDADES.....	43
4.7.2.	INVENTARIO VIAL	44
4.7.3.	RELEVAMIENTO.....	45
4.7.4.	AFORO VEHICULAR.....	47
4.7.5.	LEVANTAMIENTO DE ENCUESTAS	48
4.7.6.	DETERMINACIÓN DE DATOS DE TRÁFICO	49
4.7.7.	NIVEL DE SERVICIO Y CAPACIDAD	50
V.	CAPITULO V: RESULTADOS.....	51
5.1	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	51
5.1.1.	PROCESO PARA EL TRAZADO DE LA CICLOVIA	51
5.1.2.	ANÁLISIS DE RESULTADO DE OBSERVACIÓN NO PARTICIPANTE.	52
5.1.3.	Análisis de los resultados de la encuesta dirigida a los peatones y usuarios.	54
5.1.4.	RESULTADO DE LA ENCUESTA.....	62
5.2	CONTAMINACIÓN AMBIENTAL	62
5.3	ESTUDIO DE TRÁFICO.....	67
5.3.1.	CONSIDERACIONES PRELIMINARES.....	67
5.3.2.	VOLUMEN DE TRÁFICO.	67
5.3.3.	VOLÚMENES A FUTURO.....	74
5.3.4.	TRÁFICO ACTUAL.....	74
5.3.5.	INCREMENTO DEL TRÁFICO (IT).	75
5.3.6.	EL CRECIMIENTO NORMAL DEL TRÁFICO (CNT).....	75
5.3.7.	EL TRÁFICO GENERADO (TG).....	75
5.3.8.	EL TRÁFICO DESARROLLADO (TD).	76
5.3.9.	TRÁFICO A FUTURO.....	76
5.3.10.	CÁLCULO DEL TRÁFICO PROMEDIO DIARIOS ANUAL DEL PROYECTO (TPDA)	77

5.4	VELOCIDAD DE DISEÑO	81
5.5	PENDIENTES	82
5.6	PERALTE.....	84
5.7	DISEÑO GEOMÉTRICO	85
5.7.1.	Cálculo de Radio de giro.....	86
5.7.2.	Cálculo de Distancia de Visibilidad	88
5.8	PAVIMENTOS.....	90
5.9	DISEÑO DE ESTACIONAMIENTOS	92
5.10	MEDIDAS DE REDUCCIÓN DE VELOCIDAD O TRÁFICO CALMADO	96
5.10.1.	Rompemuelles (redondeados y planos).....	96
5.10.2.	Pasos elevados	97
5.11	SEÑALIZACIÓN.....	98
5.11.1.	Señalización Horizontal	98
5.11.2.	Señalización Vertical	102
5.12	Elementos de protección	106
CAPITULO VI: CONCLUSIONES.....		109
CAPITULO VII: RECOMENDACIONES		110
BIBLIOGRAFIA.....		111
ANEXOS		113

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. <i>Red ciclovías en las ciudades de Bolivia</i>	4
Ilustración 2. <i>Ciclovías construidas en la ciudad de El Alto</i>	5
Ilustración 3: <i>Aceras-bici</i>	14
Ilustración 4: <i>Carril - bici</i>	14
Ilustración 5: <i>Ciclovía segregada bidireccional</i>	15
Ilustración 6: <i>Dimensión de una bicicleta urbana</i>	16
Ilustración 7: <i>Anchos de ciclovías según el carril y la direccionalidad</i>	16
Ilustración 8: <i>Distancias de desarrollo para variaciones de pendiente</i>	18
Ilustración 9: <i>Av. Ramon Múgica y Av. Country</i>	19
Ilustración 10: <i>Ciclovía en separador central en cruce con vía de doble sentido de circulación.</i>	21
Ilustración 11: <i>Valoración de superficies de rodadura</i>	22
Ilustración 12: <i>Señales reguladoras</i>	23
Ilustración 13: <i>Señal horizontal - cruce de intersección tramo recto</i>	23
Ilustración 14: <i>Ciclovía</i>	28
Ilustración 15: <i>Ciclovía Segregada</i>	30
Ilustración 16: <i>Ciclovía, beneficios para el gobierno</i>	31
Ilustración 17: <i>Técnicas e instrumentos de investigación</i>	43
Ilustración 18: <i>Inventario Vial de la Av. Litoral</i>	45
Ilustración 19: <i>Medición de vías en la Av. Litoral</i>	46
Ilustración 20: <i>Av. Litoral, inicio de la ciclovía</i>	46
Ilustración 21: <i>Alineamiento horizontal y perfil longitudinal de la Av. Litoral</i>	47
Ilustración 22: <i>Aforo vehicular en la Av. Litoral</i>	47
Ilustración 23: <i>Conteo vehicular en vías elegidas para el estudio</i>	48
Ilustración 24: <i>Encuestas realizadas a los habitantes del sector</i>	49
Ilustración 25: <i>Proceso para el trazado de una vía</i>	51
Ilustración 26. <i>Parqueo de vehiculos en la Av. Litoral</i>	53
Ilustración 27. <i>Parque de vehiculos y cruce peatonal en la Av. Litoral</i>	53
Ilustración 28. <i>Porcentaje de encuestados de acuerdo al motivo de viaje.</i>	54
Ilustración 29. <i>Porcentaje de encuestados de cómo se movilizan a diario</i>	55
Ilustración 30. <i>Porcentaje de encuestados de acuerdo al tiempo de viaje</i>	56
Ilustración 31. <i>Porcentaje de encuestados que poseen bicicleta</i>	57
Ilustración 32. <i>Porcentaje de encuestados de acuerdo a la frecuencia de uso de bicicleta</i>	58
Ilustración 33. <i>Porcentaje de encuestados de acuerdo al motivo de uso de bicicleta</i>	59
Ilustración 34. <i>Porcentaje de encuestados de acuerdo al por que no es común el uso de la bicicleta.</i>	60
Ilustración 35. <i>Porcentaje de encuestados de acuerdo a la aceptación de la bicicleta como medio de transporte</i>	61
Ilustración 36. <i>Porcentaje de encuestados dispuestos a usar una ciclovía implementada por el GAMEA</i>	62

<i>Ilustración 37: Puntos de monitoreo Red MoniCA</i>	63
<i>Ilustración 38: Concentraciones de Dióxido de Nitrógeno en la Red MoniCA</i>	64
<i>Ilustración 39: Concentraciones de Ozono (O_3 $\mu g/m^3$)</i>	65
<i>Ilustración 40: Contaminación por PM_{10} en la ciudad de El Alto (método activo)</i>	66
<i>Ilustración 41. Componentes del volumen de tráfico futuro</i>	77
<i>Ilustración 42: Velocidad de diseño en función de la pendiente de descenso</i>	81
<i>Ilustración 43: Pendientes máximas en función al desnivel a superar</i>	82
<i>Ilustración 44: Pendiente mínima de un tramo de la Av. Litoral</i>	83
<i>Ilustración 45: Alineamiento horizontal y perfil longitudinal de la ciclovía de la Av. Litoral</i>	84
<i>Ilustración 46: Radios de curvatura en función del peralte y la velocidad de diseño</i>	85
<i>Ilustración 47: Tipo de bicicleta utilizada en la ciclovía de la Av. Litoral</i>	86
<i>Ilustración 48: Ancho de carril</i>	86
<i>Ilustración 49: Radio de curvatura mínimo adoptado de 9 m</i>	88
<i>Ilustración 50: Distancia de visibilidad</i>	90
<i>Ilustración 51: Valoración de soluciones según tipo de superficie de rodadura</i>	91
<i>Ilustración 52: Inicio de Ciclovía Km 0+000</i>	92
<i>Ilustración 53: Fin de Ciclovía Km. 6+000</i>	92
<i>Ilustración 54. Área de estacionamiento de bicicletas al inicio</i>	93
<i>Ilustración 55. Detalle del estacionamiento de bicicletas al inicio</i>	93
<i>Ilustración 56. Área de estacionamientos de bicicleta al finalizar el recorrido</i>	94
<i>Ilustración 57: Diseño de parqueadero de Bicicletas</i>	95
<i>Ilustración 58: Detalle del ciclo parqueo</i>	96
<i>Ilustración 59: Dimensiones de rompemuelleres</i>	97
<i>Ilustración 60: Dimensiones de pasos elevados</i>	98
<i>Ilustración 61: Señalización horizontal en intersección</i>	99
<i>Ilustración 62: Señalización horizontal en piso</i>	100
<i>Ilustración 63: Señalización Av, Litoral</i>	100
<i>Ilustración 64: Señalización Horizontal en pavimento</i>	101
<i>Ilustración 65: Señales de advertencia</i>	103
<i>Ilustración 66: Señales Informativas</i>	105
<i>Ilustración 67: Señales de regulación</i>	106
<i>Ilustración 68: Separadores Viales</i>	107
<i>Ilustración 69: Separadores viales SPCCT</i>	108
<i>Ilustración 70: Formulario de encuesta de movilidad y transporte</i>	115
<i>Ilustración 71: Formulario de campo aforo vehicular</i>	119
<i>Ilustración 72: Llenado de aforo vehicular</i>	120
<i>Ilustración 73: Plano de alineamiento horizontal y perfil longitudinal de la ciclovía (1-8)</i>	1
<i>Ilustración 74: Plano Ciclo parqueo (9-10)</i>	8
<i>Ilustración 75: Formulario de inventario vial</i>	2

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Variaciones recomendadas de la velocidad de diseño según la pendiente de descenso ...	17
<i>Tabla 2: Velocidad promedio alcanzada por vehículos ligeros y pesados según distancia recorrida</i>	18
<i>Tabla 3: Variables de investigación</i>	40
<i>Tabla 4: Población Histórica Distrito 2, 3, 4 de El Alto</i>	41
<i>Tabla 5: Plan de trabajo</i>	44
Tabla 6. Motivo de viaje diario.....	54
Tabla 7. Movilización diaria de los habitantes del sector.	55
Tabla 8. Duración de viaje	56
Tabla 9. Posee usted bicicleta	57
Tabla 10. Frecuencia de uso de la bicicleta.....	57
Tabla 11. Por que utiliza la bicicleta.....	58
Tabla 12. Porque no es común el uso de bicicleta como medio de transporte.....	59
Tabla 13. Utilizaría usted la bicicleta como medio de transporte a diario	60
Tabla 14. Si el GAMEA implementaría una ciclovía, estaría usted dispuesto a usarla	61
<i>Tabla 15: Resumen de aforos</i>	77
<i>Tabla 16: Factores de la desviación estándar</i>	78
<i>Tabla 17: Trafico futuro por años</i>	79
<i>Tabla 18: Pendientes según longitud máxima permitida del tramo</i>	82
Tabla 19: Distancia de la señal en función de la velocidad de aproximación.....	102

RESUMEN

El crecimiento acelerado del número de vehículos en las ciudades de Bolivia durante las últimas décadas ha hecho que la infraestructura vial sea insuficiente para movilizar efectivamente a la población, lo que se ha traducido principalmente en: i) accidentes viales, ii) mayores costos de transporte, iii) altos índices de contaminación en la atmósfera y acústica, y iv) perder el tiempo viajando.

Para hacer frente a estos inconvenientes en la movilidad urbana, las autoridades locales deben realizar inversiones razonables para implementar el uso de la bicicleta como medio de transporte para reducir los costos, mejorar la salud y no contaminar el medio ambiente. En ese sentido, el objetivo del presente proyecto es realizar diagnóstico del tráfico vehicular, peatonal y proponer un diseño de ciclovía en la avenida litoral de la ciudad de El Alto.

Para el propósito del proyecto se realizó encuestas declaradas y reveladas, se definió el universo poblacional y el tamaño de la muestra y se procedió a la presentación del muestreo para establecer la factibilidad de la implementación de una Ciclovía en la Av. Litoral de la ciudad de El Alto.

La población en general se encuentra muy optimista con la implementación de una ciclovía con carriles exclusivos, con un 89% de las personas encuestadas que desean usar la infraestructura por la seguridad que representa.

La falta de vías exclusivas con un 55% y la inseguridad vial con el 42% de la población encuestada son los principales motivos por los cuales la población de la Av. Litoral no opta por la bicicleta como un medio de transporte diario.

Se propone una ruta posible a implementar en la Av. Litoral, la cual es factible para su construcción debido a la topografía, pendiente, ancho de vía, tráfico vehicular y peatonal y posee atractivos de recreación como laborales debido a la ubicación de instituciones públicas o privadas, además se encuentra comercio informal con un alto índice de tráfico pesado en el desarrollo de las mismas.

Finalmente, se adjunta el diseño del alineamiento horizontal y vertical de la ruta por donde se desarrolla el tramo propuesto: "Ciclovía Av. Litoral" con las dimensiones detalladas en el presente proyecto.

ABSTRACT

The accelerated growth in the number of vehicles in Bolivian cities in recent decades has made the road infrastructure insufficient to effectively mobilize the population, which has mainly resulted in: i) road accidents, ii) higher transportation costs , iii) high rates of air and noise pollution, and iv) wasting time traveling.

To deal with these drawbacks in urban mobility, local authorities must make reasonable investments to implement the use of bicycles as a means of transport to reduce costs, improve health and not pollute the environment. In this sense, the objective of this project is to carry out a diagnosis of vehicular and pedestrian traffic and to propose a cycle path design on the coastal avenue of the city of El Alto.

For the purpose of the project, declared and revealed surveys were carried out, the population universe and the sample size were defined, and the sample was presented to establish the feasibility of implementing a Ciclovía on Av. Litoral in the city of The tall.

The population in general is very optimistic about the implementation of a cycle lane with exclusive lanes, with 89% of the people surveyed wanting to use the infrastructure for the safety it represents.

The lack of exclusive roads with 55% and road insecurity with 42% of the population surveyed are the main reasons why the population of Av. Litoral does not choose the bicycle as a means of daily transport.

A possible route is proposed to be implemented in Av. Litoral, which is feasible for its construction due to the topography, slope, width of the road, vehicular and pedestrian traffic and has recreational and labor attractions due to the location of public institutions or private, there is also informal commerce with a high rate of heavy traffic in their development.

Finally, the design of the horizontal and vertical alignment of the route along which the proposed section is developed: "Ciclovía Av. Litoral" is attached with the dimensions detailed in this project.

CAPITULO I: INTRODUCCION

El crecimiento acelerado del número de vehículos en las ciudades de Bolivia durante las últimas décadas ha hecho que la infraestructura vial sea insuficiente para movilizar efectivamente a la población, lo que se ha traducido principalmente en: i) accidentes viales, ii) mayores costos de transporte, iii) altos índices de contaminación en la atmósfera y acústica, y iv) perder el tiempo viajando. Para hacer frente a estos inconvenientes en la movilidad urbana, algunas personas optan por utilizar la bicicleta como medio de transporte para llegar a sus lugares de interés (trabajo, estudio, etc.), aunque corren riesgos al transitar por la misma vía de los vehículos motorizados sin ninguna protección especial para ciclistas, dada la escasez de espacio dedicado a su tránsito. Sin embargo, tienen algunas ventajas sobre los demás conductores: i) reducen costos, ii) mejoran la salud y iii) no contaminan el medio ambiente.

Por ello, se abordó un estudio de caso específico que experimentó esto en menor escala. Por tanto, se tomó el caso de la avenida Litoral de la Ciudad de El Alto y su conexión vial con las avenidas Costanera y 6 de marzo, abordando los aspectos relacionados al tráfico vehicular, peatonal y el uso de la bicicleta como medio de transporte y recreación.

Lamentablemente, en la actualidad la avenida Litoral en su planificación en la circulación ha sido errática, dando prioridad al transporte motorizado por sobre la movilidad del transporte no motorizado y peatonal. Esto ha llevado a que las principales inversiones en infraestructura sean planificadas con el vehículo como protagonista principal, dejando en ultimo lugar a la bicicleta y al peatón, aun cuando este represente el modo de transporte mas sostenible.

Por otra parte, la jardinera central con un ancho promedio de 28 m. es utilizada como parqueo del transporte pesado y particular, comercio informal en días de feria y como deposito de escombros en la progresiva 6+000 Km altura Av. Néstor Galindo.

De esta forma y con base en el “MANUAL DE DISEÑO VIAL LA PAZ”, “Manual de DISEÑO de calles para las ciudades BOLIVIANAS” y “PROGRAMA MUNICIPAL DE TRANSPORTE (PROMUT) PARA LA CIUDAD DE EL ALTO” que incluyen la bicicleta; se realizó un diagnóstico del tráfico vehicular, peatonal y el entorno físico de las situaciones actuales de

los ciclistas, para identificar sus dificultades y posibles soluciones encaminadas a implementar el uso de la bicicleta como medio de transporte y recreación para los vecinos de la Av. Litoral y zonas aledañas.

También se recomienda como un documento de interés social y ambiental que los MAE de los gobiernos municipales deben considerar al momento de planificar sus modelos de desarrollo y políticas de transporte urbano; dada la limitada información sobre el impacto de esta práctica en la mayoría de las ciudades bolivianas, y a un enfoque sesgado del ciclismo recreativo- deportivo que se ha dado en el contexto local y nacional.

1.1 EL PROBLEMA.

La avenida Litoral, al igual que otras vías de la ciudad de El Alto, presentan problemas en los sistemas de tránsito público y privados, entre los cuales se mencionan:

- **Crecimiento del parque automotor:**

En 2020, el parque automotor en el municipio El Alto alcanzo a 125.942 vehículos, distribuidos en vagonetas con el 28.2%; minibús con 21.7% y motos con 11.7%, entre otros.

El parque automotor está constituido por todos los vehículos registrados en el municipio de El Alto, como los automóviles particulares que representan el 92,3%, los de servicio público 6,8% y los vehículos oficiales 1,0%. La tasa de motorización en el municipio es 113 vehículos por cada 1000 habitantes, considerando la proyección del INE para el año 2022 de 1.109.048 habitantes y un parque automotor de 125.942 vehículos.

- **Mal uso de las vías:**

El uso de un carril lado derecho y de las paradas de transporte público como estacionamiento para vehículos particulares, y el uso de la vía pública y de la jardinera central para el comercio informal, son algunas de las causas que incrementan el tráfico vehicular en la avenida Litoral de la ciudad de El Alto.

Estos problemas afectan de manera particular a los transportistas urbanos, quienes aseguran que el mal uso de estos espacios en la vía les impide brindar un mejor servicio a la ciudadanía.

- **Contaminación ambiental:**

En el informe de fecha 7 de octubre de 2021 de la supervisión sobre la Gestión Ambiental del Gobierno Autónomo Municipal de El Alto establece que el ruido que se genera en la Av. Litoral proviene del tráfico vehicular con valores medidos en la mañana de 77 dB(A) y en la tarde de 71 dB(A), y el 70% de las emisiones de gases provienen de vehículos automotores de acuerdo al informe del Ministerio de Medio Ambiente y Agua (2017).

- **Cultura de tránsito por parte de los ciclistas:**

Un problema es la falta de conocimientos teóricos y prácticos de la educación vial y falta de actitud de la población alteña en el cumplimiento de las normas y reglamentos de tránsito. Según estadísticas del Gobierno Municipal de El Alto (2017), la subocupación de vehículos particulares es de 1 persona por automotor esto implica un alto número de vehículos y a su vez un gasto de combustible.

- **Falta de educación vial:**

En la avenida Litoral como en muchas vías de la ciudad de El Alto, es la falta de educación vial por parte de peatones, usuarios de transporte público, conductores de motorizados, en particular de transporte público.

- **Uso indiscriminado de la vía pública en parqueo, comercio informal, comercio formal:**

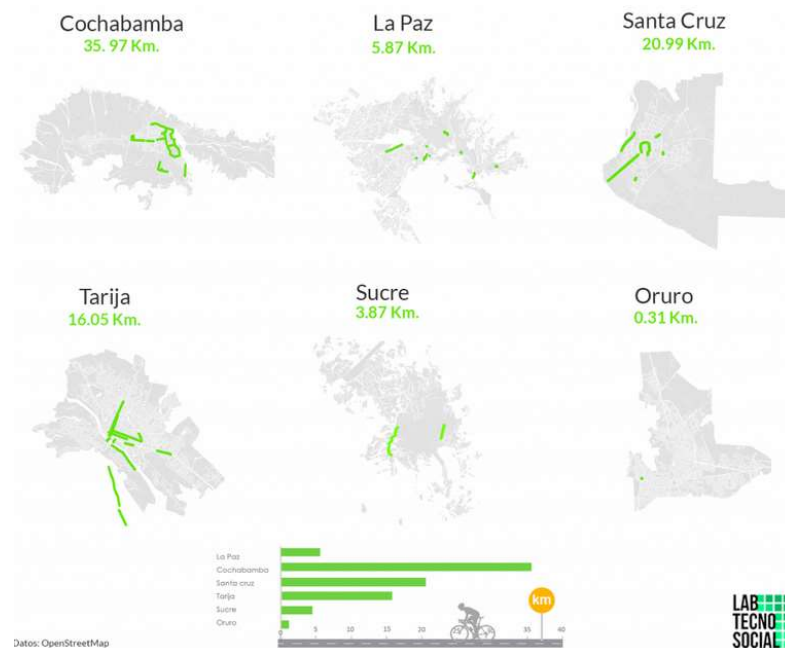
El problema de la movilidad urbana en la avenida Litoral, se ve acrecentada por el parqueo indiscriminado de camiones pesados y livianos en la vía y la jardinera central, reduciendo la circulación en vía primaria y peatonal. Existe uso indiscriminado de calzada, acera y jardinera central por parte del comercio haciendo dificultoso transitar especialmente en días de feria por falta de visibilidad con riesgo de atropellos.

Falta de señalización horizontal y vertical para mejorar y orientar la circulación en el sector al peatón y conductores.

Para paliar la movilidad urbana y la contaminación ambiental en la avenida Litoral se ha propuesto una ciclovía para fomentar el uso de los vehículos no motorizados como son las bicicletas, una opción de viaje saludable, económica y ecológica que ayuda a reducir la congestión vehicular, la mala calidad del aire y las emisiones de gases de efecto invernadero y mejorar la seguridad de los peatones.

En una primera aproximación se ha podido comparar que existe una insuficiente infraestructura vial ciclista en comparación con países vecinos. Específicamente en términos de ciclovías independientes en todo el territorio nacional boliviano existen 83.06 Km., mientras que en ciudades como Buenos Aires y Bogotá existen 130 Km y 392 Km respectivamente (BID, 2015).

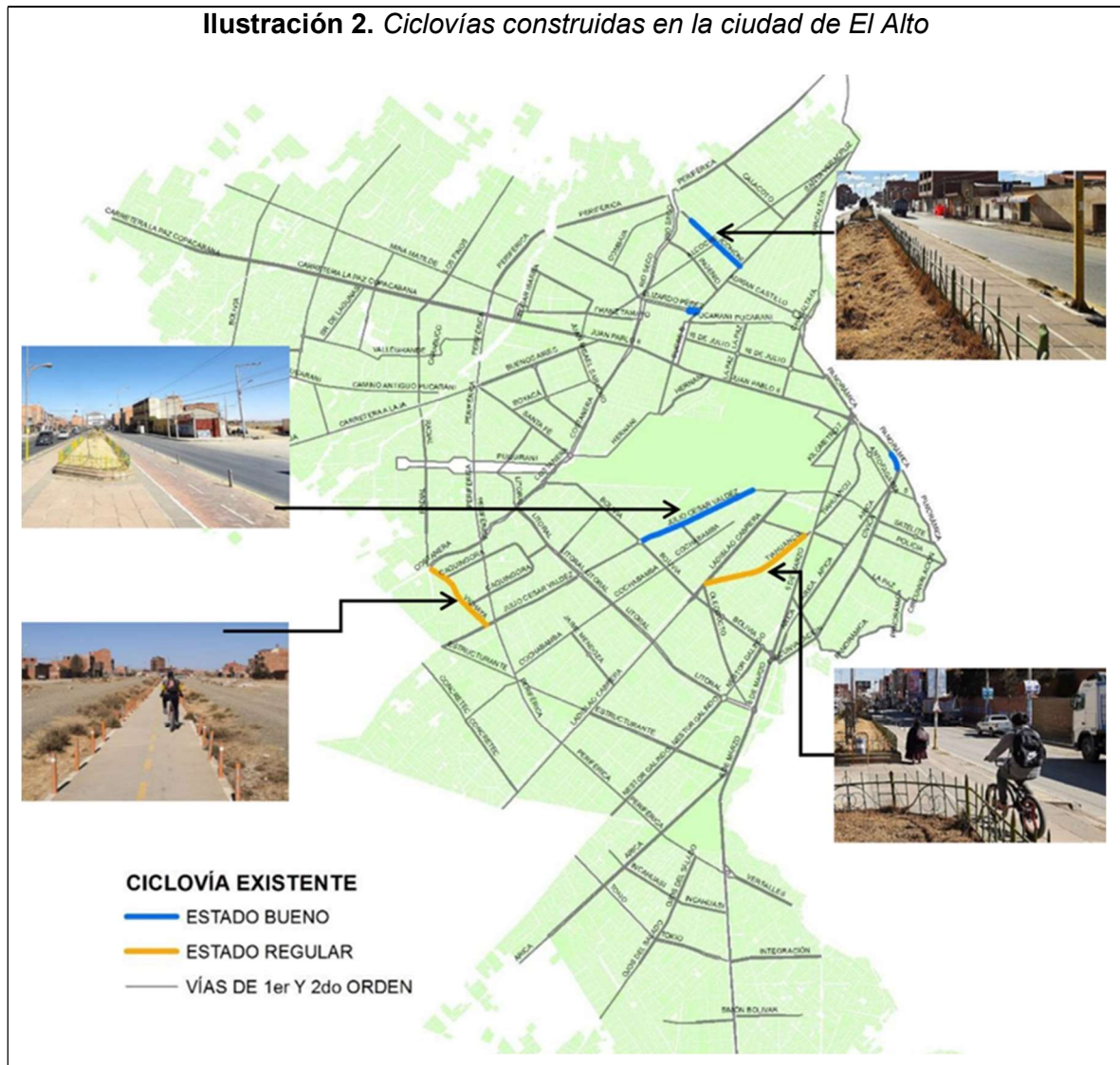
Ilustración 1. Red ciclovías en las ciudades de Bolivia



Fuente: LABTECNOSOCIAL, 2021.

En la ciudad de El Alto, se han construido ciclovías en ciertos tramos como la Av. Kohoni, Av. Julio Cesar Valdez, Av. Tihuanacu y la Av. Vichaya, en parte tomando en cuenta la

normativa nacional e internacional que implementa dichos sistemas de transporte, la siguiente imagen muestra el tramo con ciclovías en buen estado y regulares.



Fuente: Gobierno Municipal de El Alto.

Dado el panorama anterior, los vecinos de la Av. Litoral tienen dificultades para ir en bicicleta y para movilizarse al interior del mismo, principalmente por no contar con la infraestructura vial destinados al ciclista. Esto hace que su uso sea reducido y riesgoso, y que la dependencia de los medios de transporte motorizado sea alta, generando costos económicos y crecientes niveles de contaminación atmosférica y acústica.

1.2 OBJETIVO DE LA INVESTIGACION.

1.2.1. OBJETIVO GENERAL.

Proponer una ciclovía en la avenida Litoral de la ciudad de El Alto como alternativa de solución al congestionamiento y a la contaminación ambiental del tráfico vehicular.

1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Realizar una investigación sobre ciclovías en vías urbanas, tanto en el ámbito nacional como internacional, para conocer aspectos relacionados con la normativa y diseño.
- Realizar encuestas de preferencias declaradas y reveladas para el uso de la bicicleta en la Av. Litoral de la ciudad de El Alto.
- Realizar aforo del tráfico vehicular y peatonal para determinar la capacidad vial en la avenida Litoral
- Elaborar diseño geométrico de una ciclovía en planta, perfil y sección transversal en la avenida Litoral de la ciudad de El Alto de acuerdo a normas vigentes.

1.3 HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.

La propuesta de una ciclovía en la avenida Litoral de la ciudad de El Alto impactará de manera positiva en la mejora de la movilidad y disminución en la contaminación ambiental.

1.4 JUSTIFICACIÓN.

Este trabajo de investigación tiene como objetivo proponer el uso de la bicicleta como uno de los modos de transporte urbano más sostenibles que existen en la actualidad, requiere menos recursos naturales y genera menos residuos que cualquier otro modo de transporte diferente a caminar. A su vez, puede ayudar a mejorar la salud, reducir costos, ahorrar tiempo y fortalecer las conexiones sociales. Por estas razones, entre otras cosas, el uso de la bicicleta presenta una importante oportunidad para El Alto y de rápido crecimiento que buscan implementar sistemas de transporte urbano sostenible. En el caso especial de la Av. Litoral, donde vive una gran cantidad de personas de escasos recursos, la promoción

del transporte en bicicleta puede permitir a los usuarios ahorrar una gran cantidad de recursos que de otro modo se utilizarían para el transporte público tradicional actual.

Por lo anterior, el trabajo de investigación considera importante la definición de una ciclovía, para complementarse al sistema multimodal de transporte para la ciudad de El Alto.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 MENCIÓN DE OTROS ESTUDIOS RELATIVOS AL TEMA

2.1.1. “Repensando las ciclovías para la movilidad urbana en Bolivia”. (Atlas Municipal de los Objetivos de Desarrollo Sostenible en Bolivia 2020)

El documento señala cuatro propuestas para las ciclovías: infraestructura y seguridad, seguridad y sustentabilidad, sustentabilidad y salud, y participación y economía.

2.1.1.1 *Infraestructura y seguridad*

Saber dónde estás y a dónde vas	-Señalización precisa y estratégica que indique la dirección y la distancia para llegar determinados hitos
	-Mapas de orientación en ubicaciones estratégicas para especificar calles cercanas, diferentes servicios de emergencia y otros puntos de interés.
	-Zonificación de toda la infraestructura ciclovitaria para que permanentemente el ciclista sabe dónde se encuentra.
Ver y ser vista(o)	- Iluminación con intensidad suficiente, sin sombras, y debe permitir visibilidad a 25 metros de distancia.
	- Entradas a instalaciones públicas, aceras, senderos peatonales y ciclovías deben recibir atención prioritaria.
	- El trazo de la ciclovía debe garantizar un buen campo de visión, eliminando las barreras visuales o reduciendo su efecto.
Escuchar y ser escuchada(o)	-Las ciclovías deberán ser construidas en zonas urbanas consolidadas, concurridas y visibles, y en la medida de lo posible al interior de barrios con densidad media y alta
	- Las ciclovías deben ser accesibles por todas las franjas perimetrales.
	- El trazo de la ciclovía debe garantizar un buen campo de visión, eliminando las barreras visuales o reduciendo su efecto.
Poder escapar y obtener auxilio	- Al menos un lado del carril debe permitir que los ciclistas logren salir de ciclovía con sus bicicletas.
	-Cada intersección debe ser diseñadas y gestionadas de forma distinta, donde las(os) ciclistas deben permanecer el menor tiempo posible
	- Durante el trayecto deben disponerse botones de seguridad, alarmas y guardias que recorran la ciclovía

Ambiente limpio y bien mantenido	- La ciclovía deberá ubicarse al interior de manzanas con una distancia máxima de 100 ml por lado.
	- Se debe priorizar la instalación de basureros longitudinales en diferentes tramos del recorrido de la ciclovía, de forma que el ciclista no necesariamente deba parar para deponer sus desechos
	- Prever la sensibilización, control y gestión de residuos constante de usuarios colindantes a la ciclovía para evitar y limpiar microbasurales a la brevedad
Actuar de forma colectiva	- El diseño de los trayectos debe prever responder a un análisis de necesidades diferenciadas.
	-Priorizar mujeres en situación de vulnerabilidad y su acceso y uso de estos espacios de forma segura.
	- Deberán disponerse a cada 250 metros del trazo, zonas de reunión, acción colectiva donde podrían ubicarse puestos de venta y servicios.

2.1.1.2 Seguridad y sustentabilidad

Ver y ser vista(o)	- La disposición de árboles alrededor de la ciclovía debe asegurar sombra natural y visibilidad al interior de ésta, por lo cual los árboles no deberán ser dispuestos de forma conjunta (separados cada 4 metros) y sus copas deben estar encima los 2,5 metros. En las especies arbustivas el follaje no debe impedir ver a los ciclistas.
	- Los árboles deben podarse periódicamente para evitar que obstruyan el área de iluminación y la visibilidad.
	- La selección adecuada de especies nativas y endémicas es importante con el fin de asegurar mantención y la multifuncionalidad.
Escuchar y ser escuchada(o)	1)Debe ser prioridad evitar exponer a ciclistas a condiciones de contaminación atmosférica, para esto se deben gestionar esfuerzos paralelos para control de emisores móviles y fijos.
Actuar de forma colectiva	-Iniciativas barriales y zonales deben ser incentivadas para la “apropiación” de secciones de la ciclovía para actividades conjuntas recreativas como de mantenimiento.

2.1.1.3 Sustentabilidad y salud

Saber dónde estás y a dónde vas	-Desarrollo de aplicación (APP) y mapas físicos que identifiquen el largo de diferentes rutas, ubicación, calorías consumidas y servicios de refrigerio saludables.
Ambiente limpio y bien mantenido	-Debe ser prioridad evitar exponer a ciclistas a condiciones de contaminación atmosférica, controlar de forma permanente y con

	desincentivos económicos las emisiones de fuentes fijas y móviles cercanas a la ciclovía
	-Implementar proyectos de peatonalización de algunas calles del centro urbano, disminución de espacios de parqueo en los centros, prohibición de autos a Diesel al centro, entre otras iniciativas deben acompañar proyectos de ciclo rutas
	-Se deben habilitar servicios sanitarios con cambiadores de pañales en los baños de ambos sexos. Estos podrían ser gestionados por los gobiernos municipales pero financiados, al menos en parte, por Responsabilidad Social Empresarial.
	-Puntos de desinfección de bicis y personas
Actuar de forma colectiva	-Incidir en programas de Responsabilidad Social Empresarial en pro de mantener los espacios verdes y su señalización.
	-Implementar estrategias diferenciadas e integrales para sobrepeso en niños como en mujeres, vinculadas al sedentarismo que adopten el uso de las ciclovías y su entorno.

2.1.1.4 Participación y economía

Saber dónde estás y a dónde vas	-Lograr experiencias sensoriales placenteras vinculadas con espacios a través de intervenciones artísticas y generación de áreas de exposición.
Ver y ser vista(o)	-Incluir en el recorrido, puestos de venta y /o servicios relacionados con el ciclismo y otros (cada 250 m. aproximadamente).
	-Las actividades comerciales deben tener infraestructura específica y amigable con el medio ambiente, capacitación y seguimiento de forma de evitar ocupación de la vía.
	-Fomentar la oferta alrededor de la ciclovía con productos de alimentación saludable, así como dispositivos fijos de acceso a agua bebible.
Escuchar y ser escuchada(o)	-Lograr la combinación de funciones urbanas compatibles entorno a la ciclorruta.
	-Incentivar el uso de espacios abiertos públicos y privados para el establecimiento de actividades temporales.
	-Proporcionar incentivos y medidas regulatorias para alentar funciones urbanas mixtas en vecindarios y a lo largo de ciertos corredores de tránsito solo para peatones y ciclistas
Ambiente limpio y bien mantenido	-Incentivar el fortalecimiento de esfuerzos de autogestión barrial alrededor de la ciclovía para la gestión de los residuos y evitar el desarrollo microbasurales.

	-Generación de condiciones de emprendimientos de mujeres y familias corresponsables con el uso y entorno de la ciclovía como oportunidad de negocio.
Actuar de forma colectiva	-Intervenciones artísticas y de corresponsabilidad barrial deben ser prioritarias para la infraestructura misma como para el entorno.
	-Talleres online para auto mantenimiento de bicis cada X distancia y/o talleres como actividad comercial

FUENTE: GOBIERNO MUNICIPAL DE COCHABAMBA

2.1.2. “PROPUESTA DE UN DISEÑO DE CICLOVÍA ENTRE BARRIOS 6 DE AGOSTO Y VILLA FÁTIMA”. (Héctor Román Díaz - 2020)

De los estudios que realizo como las encuestas se puede evaluar el estado de aceptación de un proyecto de ciclovías el cual es positivo, no obstante, las costumbres y la falta de disciplina al elegir un medio de transporte las personas optan por un medio motorizado para desplazarse sin importar aspectos ecológicos, de salud u energéticos.

De las investigaciones realizadas con la medición de velocidades y el aforo vehicular se obtuvieron datos mediante los cuales se pueden cuantificar valores necesarios para estimar parámetros necesarios para elegir el tipo de ciclovías y las medidas de seguridad para que ciclistas y conductores de vehículos motorizados puedan coexistir en el espacio público.

Se presenta un diseño que permitirá al ciclista circular con mayor seguridad en la zona urbana teniendo en cuenta las nociones de diseño para ciclovías las cuales establecen que sea: coherente directa, atractiva, segura y cómoda.

Se contempló en cada intersección la continuidad de la ciclovías mediante rampas para evitar la incomodidad producida al desmontar del vehículo.

Mediante el presupuesto se muestra que es posible implementar un proyecto de esta índole sin comprometer muchos fondos y utilizarlos en infraestructuras que tendrán un impacto positivo en la ciudad desde una perspectiva de sostenibilidad.

En agosto de 2020, se propuso el diseño de ciclovía adecuado para el tramo entre los barrios 6 de Agosto y Villa Fátima de la ciudad de Tarija para promover el uso de vehículos no contaminantes.

2.1.3. “Propuesta de diseño geométrico de ciclovía para la Av. Ramón Múgica y Av. Country”. (Carmela Gracia Carrasco Vega, Jorge Alejandro Castro Chávez, Hugo Alexander Díaz Sánchez, Félix Roberto Montes Quiroz, Diego Martín Sandoval Valdez - 2021)

2.1.3.1 *Ciclovías como alternativa de movilidad sostenible*

Hoy en día es evidente la importancia de una alternativa de transporte sostenible. En gran variedad de países se han implementado distintos modos de movilidad sostenible, entre los cuales, el más común y efectivo son las ciclovías, las cuales ayudan a reducir los alarmantes índices de congestión vehicular y contaminación ambiental (Serli et al., 2019).

En el Perú ya se ha implementado esta alternativa de transporte, ubicándose la gran mayoría de estas en Lima. Se tienen 120 km de ciclovías habilitadas desde el año 2018 y se proyecta completar 400 km para los siguientes años (Informe Final, 2018). La implementación de ciclovías trae consigo beneficios y perjuicios que serán presentados a continuación.

2.1.3.2 *Ventajas*

- La correcta implementación de ciclovías ayuda a la reducción del volumen de vehículos que circulan por las calles, lo que conlleva a una disminución significativa de la contaminación producida por el parque automotor y la congestión vehicular en intersecciones y calles (Buehler y Dill, 2016). Por ello, los espacios públicos como calles y parques se verían beneficiados con mayor orden de tránsito por parte de los vehículos, peatones y ciclistas, pues cada uno tendría su lugar asignado y se evitarían altercados (Hernán et al., 2014). Además, al reducir la contaminación, los jardines y la calidad del aire mejorarían (Li et al., 2016).
- Con la inclusión de ciclovías, los usuarios de vehículos particulares tendrán una alternativa más ecológica y económica para transportarse, pues al reemplazar el automóvil por la bicicleta se ahorrarán el dinero destinado al mantenimiento del auto, combustible, cambios de aceite, etc. Además, adquirir una bicicleta está al alcance de

muchas más personas por la diferencia de costos en hasta 1037.7% entre los dos vehículos mencionados (Frank, 2004).

- El aumento de tránsito de ciclistas y peatones que generan las ciclovías aumentan las oportunidades de generación de nuevos comercios por la zona, como ejemplo de esta situación se tiene un estudio realizado en la Universidad de Barcelona “Impacto de Ciclovías Urbanas en el Comercio Local” que menciona que los ingresos de los negocios existentes aumentan y su publicidad es acogida de mejor forma con la inclusión de ciclovías, pues se genera un mayor número de clientes captados (Dacosta Escobar, 2018).

2.1.3.3 Desventajas

- La inseguridad es una de las desventajas que sufren en mayor proporción los usuarios de ciclovías y los peatones a comparación de los usuarios de vehículos motorizados pues se encuentran más expuestos a los peligros de la calle. Lo que puede conllevar al rechazo de un sector de la población a la implementación de las ciclovías (Stülpnagel y Jonas, 2020).
- La mala implementación de ciclovías puede generar reducción de la calzada o aceras. Esto, sumado a las múltiples distracciones presentes en las vías, la imprudencia de los conductores de los vehículos motorizados, la imprudente circulación de los ciclistas y una mala señalización; puede ocasionar accidentes automovilísticos en las ciclovías. (Yan et al., 2011).

2.1.3.4 Tipos de infraestructura ciclista

Se procederá a nombrar y describir los principales tipos de ciclovía, cuya elección depende de los siguientes factores: la velocidad, el nivel de servicio de la vía, el tipo de zona a ubicar la ciclovía, ya sea urbana, comercial o residencial.

Ciclovías compartidas o no segregadas

Las vías compartidas son diseñadas e implementadas en zonas que presenten bajas velocidades y un bajo volumen de tráfico, las velocidades en estas vías no deben exceder los 30 km/h (Gamarra, 2018). La implementación de este tipo de vías está orientada a locaciones tales como zonas residenciales, interior de barrios y centros históricos.

Acera – bici. Este tipo de ciclovías compartidas se puede definir como un tramo de acera por el cual se desplazarán las bicicletas (v. Ilustración 3), es decir que los peatones compartirán el espacio por donde transitan con las bicicletas. Ante esta modalidad serán necesarias ciertas medidas de seguridad para peatones y ciclistas:

- Implementar la señalización necesaria.
- Considerar en el diseño de la ciclovía una anchura prudente que permita una convivencia cómoda entre peatón y ciclista.
- Tomar en cuenta las horas punta para la limitación del tránsito de bicicletas por dichas vías.

Ilustración 3: Aceras-bici



Fuente: Ramis Isabel – Blog, 2019.

Carril – bici. Se define a estas vías como calzadas convencionales, pero para el uso exclusivo de los ciclistas. Para estas vías se utilizará una adecuada señalización, mediante pinturas, medidas de protección, etc. La circulación de los ciclistas será en la misma dirección que la del tráfico vehicular (v. Ilustración 4).

Ilustración 4: Carril - bici



Fuente: Vitónica, 2015.

Ciclovías segregadas

Este tipo de vías se encuentran separadas en su totalidad del tránsito tanto vehicular como peatonal. Son consideradas como las más seguras para el tránsito del ciclista, por lo que resultan más atractivas para ellos; pero también son las más costosas por toda la logística y diseño que implican en su implementación (Gamarra, 2018), ya que se necesita un ancho de sección adecuado para lograr un sendero exclusivo para ciclistas (v. Ilustración 5).

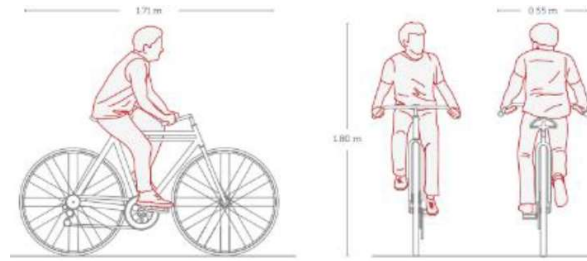
Ilustración 5: Ciclovía segregada bidireccional



Fuente: Safe City, 2020

2.1.3.5 Parámetros de diseño de la ciclovía

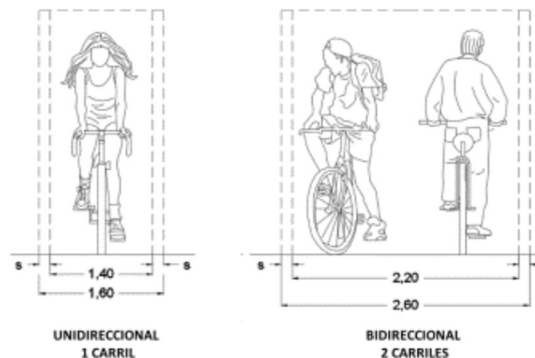
La bicicleta, al ser un vehículo liviano, versátil y que no demanda mucho espacio para la circulación, posee dimensiones y características variables. Las dimensiones de las bicicletas urbanas convencionales tienen en promedio medidas de 1.80 m de alto, 1.70 m de largo y 0.55 m de ancho (v. Ilustración 6); medidas utilizadas considerando las dimensiones del usuario y el espaciamiento entre ellos (Municipalidad de Lima, 2017).

Ilustración 6: Dimensión de una bicicleta urbana

Fuente: ITDP & I. CE, 2011.

Ancho mínimo

El ancho mínimo libre para un carril de una ciclovía es de 1.40 m; esta dimensión permite los movimientos necesarios para maniobrar y evitar obstáculos en la ciclovía; sin embargo, el diseño de la ciclovía debe facilitar la interacción entre los usuarios para maniobras de sobrepaso, por lo que se debe procurar un ancho mínimo de 1.60m para el carril unidireccional y un ancho mínimo de 2.60 m para un carril bidireccional (Murillo, 2019)(v. Ilustración 7).

Ilustración 7: Anchos de ciclovías según el carril y la direccionalidad

Fuente: ITPD & I. CE, 2011

Velocidad y pendientes

La velocidad de diseño en la ciclovía se debe proyectar una vez determinado el ancho, la pendiente y las distancias de señalización. Esta velocidad de diseño posee un valor típico

de 30 km/h para entornos urbanos y 40 km/h en entornos interurbanos, y no debe ser menor a 12 km/h en ningún caso (Murillo, 2019), sino la estabilidad de los usuarios se pierde (v. Tabla 1). Por otro lado, se pueden dar casos con pendiente de descenso, para los cuales se debe modificar la velocidad de diseño con el fin de brindar mayor seguridad.

Tabla 1: Variaciones recomendadas de la velocidad de diseño según la pendiente de descenso

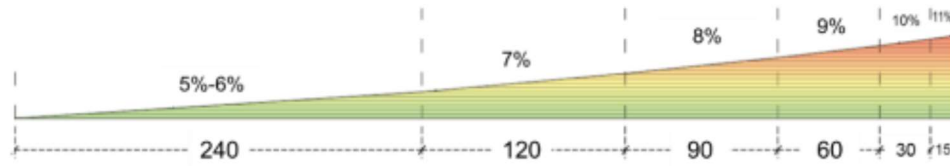
Pendiente* (%)	Longitud (m)		
	25-75	75-150	Más de 150
>3a≤5	35 km/h	40 km/h	45 km/h
>5a≤8	40 km/h	50 km/h	55 km/h
>8	45 km/h	55 km/h	60 km/h

*El valor medido deberá redondearse al entero más cercano.

Fuente: Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo, 2011.

Las pendientes mayores que 5% son muy poco deseables debido a que el ascenso es difícil para muchos ciclistas y los descensos causan exceso de velocidad. En algunas vías de uso común, donde el terreno lo necesite, el diseñador puede que tenga que superar el grado de 5% recomendado (Murillo, 2019). Como guía general, AASHTO (1999) recomienda las siguientes restricciones de pendiente (v. Ilustración 8), así como las longitudes en las que se deben presenciar dichas pendientes:

- 5-6% para un máximo de 240 m.
- 7% para un máximo de 120 m.
- 8% para un máximo de 90 m.
- 9% para un máximo de 60 m.
- 10% hasta 30 m.
- 11% + de hasta 15 m.

Ilustración 8: Distancias de desarrollo para variaciones de pendiente

Fuente: Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo, 2011.

2.1.3.6 Propuesta N°2: Ciclovía segregada

La exitosa experiencia de la Av. José Eugenio Aguilar Santisteban en Piura invita a recrear su distribución del derecho de vía. Sin embargo, será necesario realizar un estudio de más minucioso de las variables presentes en las Av. Ramón Múgica y la Av. Country con respecto al caso ejemplar.

Diseño geométrico

La Av. Ramón Múgica y la Av. Country cuentan en su conjunto, con un promedio de sección de vía de 23 m y casi una longitud de 830 m, desde la Av. Fortunato Chirichigno y la Av. Sullana Norte. Las dos calzadas presentes son de doble sentido, por lo que es indispensable verificar que el ciclista se encuentre totalmente seguro en esta ruta según el Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas (v. Tabla 2).

Tabla 2: Velocidad promedio alcanzada por vehículos ligeros y pesados según distancia recorrida

Distancia Recorrida	Velocidad alcanzada (km/h)					
	Vehículos ligeros			Vehículos pesados		
	Pendiente - 6 %	Llano	Pendiente +6 %	Pendiente - 6 %	Llano	Pendiente +6 %
25	39	32	27	20	12	9
50	48	43	37	33	22	13
75	55	50	45	40	28	13
100	60	55	51	45	33	13
125	60	60	55	50	33	13

Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas, 2015.

Como se observa, la velocidad en zonas urbanas es 60 km/h como máximo. Además, para zonas que presentan instituciones educativas como colegios o universidades, y centros de salud; la velocidad máxima permitida es 30 km/h. En este caso, las avenidas en estudio cuentan con la Universidad de Piura y la Posta Médica Chapairá.

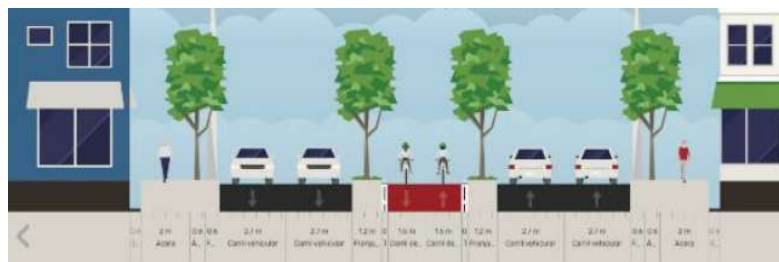
En conclusión, existen tramos en donde los vehículos recorren con 60 km/h y otros con 30km/h. Es por ello, que, dada las condiciones de velocidad de esta ruta, por seguridad es preferible la implementación de una ciclovía segregada.

Ancho de vía. En una ciclovía bidireccional, el espacio requerido para la circulación de 2 ciclistas en sentido opuesto es la sumatoria de las dimensiones de dos ciclistas en sus laterales más próximos (1.75 m), es decir 2 m.

La sección de una ciclovía bidireccional depende de otros factores como los obstáculos laterales y las condiciones de los espacios adyacentes. En este caso se colocarán sardineles de 0.10 m como mínimo, por lo tanto, las dimensiones de sección se incrementan 0.50 m a cada lado. Además, debido a la presencia de árboles en toda la vía, la distancia a estos deberá ser como mínimo 0.75 m, por ser considerado un obstáculo lateral discontinuo.

El ancho de la ciclovía estará conformado por dos carriles de sentidos opuestos con 1.5 m cada uno. Un sardinél a ambos lados de 0.15 m, restando un espacio de 1.20 m a cada costado, el cual será usado para la disposición de los árboles (v. Ilustración 9).

Ilustración 9: Av. Ramon Múgica y Av. Country



Fuente: Elaboración propia – Streetmix.

Velocidad de diseño. En buenas condiciones (clima, pendiente y calidad de pavimento), se considera una velocidad de diseño de 30 Km/h, este indicador puede variar pues en la

actualidad, tomando en cuenta las nuevas técnicas de elaboración y la tecnología aplicada puede esperarse velocidades de hasta 20 a 25 Km/h. Si se tiene una pendiente pronunciada, la velocidad de descenso deberá ser mayor que la empleada en los tramos rectos para permitir que el ciclista aumente la velocidad con seguridad.

La velocidad de diseño escogida es de 45 km/h ya que es la que más se aproxima a las condiciones del topográficas de la zona, así como al nivel de servicio anteriormente mencionando.

Perfil longitudinal de la ciclovía

El perfil longitudinal elaborado mediante los softwares TCX Converter y AutoCAD, mostró un pendiente de 1%, la cual no implicaría problemas de fatiga en la ciclovía.

Diseño de intersecciones

En el diseño de ciclovías, las intersecciones son puntos de alta importancia pues en ellas se presentan la mayor parte de los accidentes y conflictos en las vías. Además, también son definitivos en términos de comodidad y seguridad para los ciclistas pues su mal diseño provocaría una pérdida de energía y esfuerzo por parte de los usuarios de la ciclovía.

Según las características del tráfico y tipo de vía, las ciclovías pueden realizarse siguiendo ciertas pautas, como hacer las ciclovías segregadas para mayor seguridad, sin embargo, es recomendable generar un nuevo esquema, diseño y programación de actividades para cada proyecto pues las situaciones donde se desarrollan son distintas.

La intersección de la Av. Ramón Múgica y Av. Andrés Avelino Cáceres deberá ser segura, coherentes y directas. Para ello, seguirá los siguientes criterios:

- Se deberá tener un control de velocidad y a la vez, garantizar la buena visibilidad para todos los usuarios que transiten por estas vías. De esta manera, se reducirán los conflictos entre usuarios, teniéndose en cuenta que el orden de prioridad de vía comienza por los peatones, seguido por los ciclistas y finalmente por los motorizados.

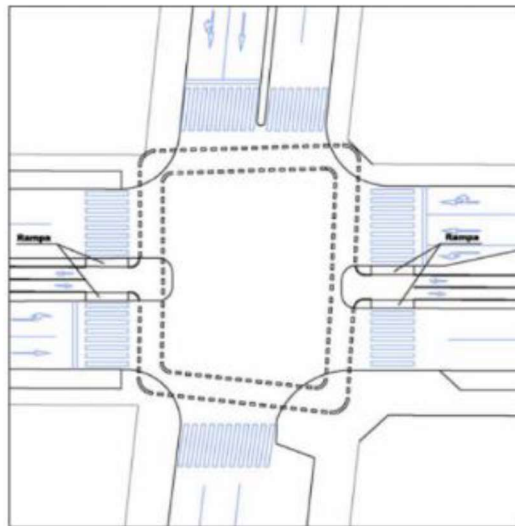
- La intersección contará con diseño y señalización demarcada y claramente legible que brinden una buena guía al usuario del camino a seguir y advierta a peatones y motorizada del paso de bicicletas, facilitando la percepción entre usuarios.
- La intersección garantizar la fluidez de transporte de los usuarios, reduciendo el tiempo de espera y recorrido de ciclistas.

Todo el trayecto de la ciclovía estará demarcado de color rojo con la finalidad de contrastar los diferentes espacios en la calzada y sea más fácil de identificar por el ciclista, la ruta que debe seguir y para los peatones y motorizados prever el paso de bicicletas.

La coloración de la ciclovía es un elemento que cumple una función de brindar seguridad vial e información concisa al ciclista en las intersecciones.

En las avenidas donde se implementarán las ciclovías son de alto flujo de tránsito con carriles en dos sentidos y sin presencia de óvalo, por lo que la maniobra adecuada para cruzar la intersección por parte de los ciclistas sería la siguiente:

Ilustración 10: *Ciclovía en separador central en cruce con vía de doble sentido de circulación.*



Fuente: *Manual de Diseño para Infraestructura de Ciclovías.*

Referencias para el diseño del pavimento

Para la elección del tipo de pavimentación de la ciclovía se tomarán en cuenta las recomendaciones de la Guía de ciclo-infraestructura para ciudades colombianas (MT Colombia, 2016).

Ilustración 11: Valoración de superficies de rodadura

	Mezclas bituminosas	Concreto	Adoquín/baldosa	Gravilla compactada
Adherencia	3	3	3	1
Resistencia rodadura	3	2	1	0
Resistencia a la erosión	3	3	3	0
Regularidad superficial	3	2	1	0
Costo de construcción	1	2	0	3
Costo de mantenimiento	2	2	1	1
Compatibilidad con los vehículos motorizados	3	3	1	0
0 mala, 1 regular, 2 aceptable, 3 buena				

Fuente: MT Colombia, 2016.

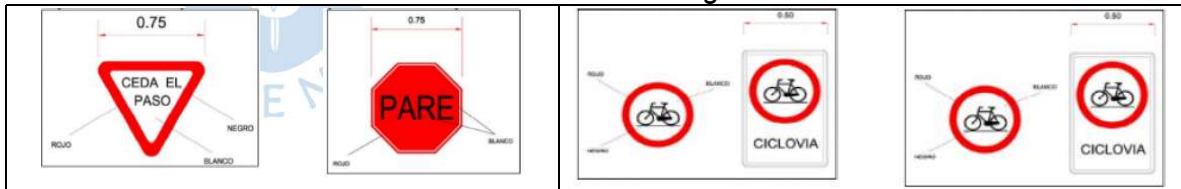
El asfalto y el concreto serían las dos opciones más adecuadas para ser usadas como superficie de rodadura. Sin embargo, se escogió el asfalto, ya que además de tener buenas condiciones de cohesión, antideslizamiento y resistencia, el costo de instalación y mantenimiento es menor que el del concreto y permite realizar mezclas para el manejo de pavimentos de color.

Señalización vertical

- Reguladoras o de reglamentación

Estas señales indican a los usuarios las limitaciones, prohibiciones o restricciones presentes en la vía y cuyo incumplimiento simboliza una violación al reglamento. Para la ciclovía se usarán las siguientes:

- R-1 Indica efectuar la detención del vehículo.
- R-2 Señal de “Ceda el Paso”.
- R-14 Indica la dirección del flujo.
- R-42 Calzada exclusiva para bicicletas, separada físicamente con infraestructura.
- R-42A Calzada para bicicletas, separada mediante señalización (ciclo carril).

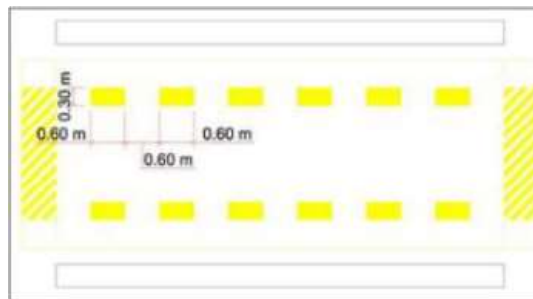
Ilustración 12: Señales reguladoras

Fuente: Manual de Dispositivos de Control de Tránsito para Calles y Carreteras, 2000.

Señalización horizontal

Están puestas en marcas sobre el pavimento con la función de delimitar y a la vez, canalizar el tránsito de los vehículos motorizados y bicicletas.

- Ubicadas en las intersecciones, estas señales tienen como propósito advertir a los conductores de vehículos motorizados del paso de y ciclistas, además de ordenar el cruce de las mismas. Se representan por líneas discontinuas de 0.30 m de ancho por 0.60 m de largo espaciadas cada 0.60 m.

Ilustración 13: Señal horizontal - cruce de intersección tramo recto

Fuente: Manual de Dispositivos de Control de Tránsito para Calles y Carreteras, 2000.

2.2 MENCIÓN DE LOS PUNTOS DE VISTA DE OTROS INVESTIGADORES

Según la recopilación de proyectos realizados a nivel internacional y nacional se pudo encontrar tres proyectos de investigación referentes a nuestro tema, a continuación, presentamos un breve resumen de ambos según orden cronológico descendente:

2.2.1. “3 RAZONES PARA INVERTIR EN CICLOVÍAS” (BID-2016)

Desde hace unos años, las inversiones en ciclovías están en auge. Sin embargo, pocos de los resultados de estas inversiones son analizados mediante evaluaciones de impacto, creando conocimiento clave para los generadores de políticas públicas. Está claro que las ciclovías son obras de bajo presupuesto y rápida ejecución, pero ¿es ésta la mejor solución al problema de la congestión en las ciudades? ¿Es éste el fin último de este tipo de inversiones? ¿Será mejor invertir en otro tipo de proyecto?

Mi trabajo de investigación (*Impacto de las Ciclovías en Argentina*, 2016) revisa la literatura existente y analiza los datos disponibles para Argentina (Ciudad de Rosario), concluyendo que el costo-efectividad de las ciclovías es efectivo, alcanzando resultados considerablemente positivos respecto a la disminución de la emisión de CO₂, reducción en los tiempos de viaje, mejoras en la salud y disminución en los accidentes en las vías públicas.

Ciclovía o bisisenda

Las definiciones de ciclovía y bisisenda pueden variar ligeramente, pero generalmente cuando uno se refiere a una ciclovía se refiere a un área de la calzada o calle destinada a las bicicletas. Las mismas están delimitadas por pintura, y algunas veces tienen una separación física. Las bisisendas, por el contrario, se encuentran sobre la vereda y no tienen una separación física.

A continuación, 3 razones por las que nuestras ciudades deben invertir en ciclovías:

- 1) Las ciclovías son una mejor solución ya que las mismas proveen una infraestructura donde el ciclista puede desplazarse de forma rápida y segura, sin invadir el espacio de los peatones. En una bisisenda se molesta a los mismos y la velocidad de desplazamiento debe ser mucho menor para no poner en riesgo la seguridad de los peatones.
- 2) Son ideales para aquellas personas que están comenzando a utilizar la bicicleta como modo de transporte, es decir cuando se genera el cambio modal.

3) Mejoran el ordenamiento del tránsito ya que los automovilistas no tienen que estar tan pendientes de los movimientos realizados por los ciclistas ni pasarlos cambiándose de carril.

La implementación de una red de ciclovías es crucial para un futuro donde la bicicleta se masifique como modo de transporte. Esto se logra conectando diferentes ciclovías para permitir un desplazamiento seguro de los ciclistas a través de la ciudad. Las ciclovías en avenidas juegan un papel muy importante en esto, ya que las mismas se colocan en el cantero central trayendo la ventaja de no haber giros a la izquierda. Además, las avenidas están generalmente más iluminadas y hay más movimiento en las mismas, lo que las hace más seguras ante robos para los ciclistas.

Impacto del cambio modal

Si bien las inversiones en ciclovías son cada vez más frecuentes en América Latina, no lo son necesariamente sus respectivas evaluaciones de impacto. Tras revisar exhaustivamente toda la literatura disponible al respecto, podemos concluir que existen varios estudios acerca de la influencia de las ciclovías en el aumento en el uso de las bicicletas lo que se traduce en una mejora de la salud y disminución de accidentes. Sin embargo, los estudios acerca de la influencia en la disminución de la contaminación atmosférica son escasos en América Latina.

Por este motivo el objetivo principal del estudio mencionado es ver el impacto de las ciclovías en la disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero que provocan la contaminación atmosférica en las ciudades de la región. Sus resultados demuestran que este impacto es significativo.

El costo en Rosario por kilómetro de ciclovía (77.206 USD) es más barato que el costo promedio de construcción de ciclovía, calculado en 83.231 USD. Por su parte la reducción en las emisiones (165,32 toneladas equivalentes) no es tan alto en Rosario, debido a que el cambio modal no es tan significativo (24,7%). El cálculo del costo de la construcción de la obra civil dividido por la reducción de las emisiones muestra que el costo – efectividad de las ciclovías fue de 5.510 USD por tonelada equivalente de CO₂ (911.040 USD dividido por 165,32 toneladas equivalentes).

Esto se compara con otros cálculos de costo – efectividad de proyectos análogos para ver la rentabilidad de cada tipo de proyectos. Por ejemplo, las instalaciones para bicicletas de la Orange Line en Los Ángeles reduce entre 314 y 507 toneladas equivalentes de CO₂ por año y estas reducciones se logran a un costo promedio de 5.125 dólares por toneladas.

Las experiencias internacionales, como la de Santiago de Chile, mostraron que después de cuatro años de implementación de la ciclovía, el número de viajes aumentó en un 45 %. En comparación, las ciclovías de Rosario han mostrado un aumento del usuario de entre el 24 % y el 52 %, durante el primer año. Asimismo, la cuota modal para bicicletas en estos corredores creció entre un 12 % y un 75 %, en comparación con el punto de referencia internacional del 40%.

Las reducciones reales parecen razonables a la luz del diseño del proyecto. El análisis muestra una reducción efectiva de las emisiones de CO₂, un aumento significativo del uso de ciclovías por parte de los ciclistas y su crecimiento en la cuota modal con el potencial de conducir a reducciones adicionales en los próximos años.

2.2.2. “CICLOVÍA PARA COCHABAMBA UNA ALTERNATIVA DE TRANSPORTE” (GOBIERNO AUTÓNOMO MUNICIPAL DE COCHABAMBA)

IMPACTO SOCIAL

- El uso de la bicicleta favorece la adquisición de hábitos saludables y contribuye en la prevención de enfermedades crónicas mediante la activación física.
- Genera Ciudadanía y reafirma el tejido social.
- Mejora el estado de ánimo, de la salud y disminuye el estrés generado por la congestión vial.
- Optimiza el espacio urbano.



IMPACTO ECONÓMICO

- Detonante de la economía local mediante la generación de empleo y la creación de espacios para la prestación de servicios.
- Con adaptaciones mínimas, se puede hacer uso de las vialidades existentes para la formación de una red de ciclovías.
- Reducción de los costos que involucraba el uso de transporte motorizado.



IMPACTO AMBIENTAL

- Impacto potencial del uso de la bicicleta sobre la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.
- El uso de la bicicleta permite ahorrar recursos no renovables y reducir la dependencia energética.



- La bicicleta no emite ruido ni polución, tampoco afecta la calidad de vida de la población.



FUENTE: GOBIERNO AUTÓNOMO MUNICIPAL DE COCHABAMBA

2.2.3. “LA SORPRENDENTE VERDAD SOBRE LAS CICLOVÍAS” (Jose Luis Ramírez Meza - 2022)

Las ciclovías, ciclistas, bisisendas, carril bici o como quiera que las llamen en tu ciudad, no son un capricho ni un intento por convertir una ciudad en «Nuevo Ámsterdam». Las ciclovías nacen del principio de que todas y todos tenemos el mismo derecho de movernos de manera segura, cómoda y conveniente sin importar el medio en que decidamos hacerlo.

Ilustración 14: Ciclovía



Fuente: Pedalia-2022.

Existe la falsa percepción de que las calles existen para que su majestad el auto pueda circular para todos lados a gran velocidad. La verdad es que las calles surgen para mover personas y bienes de un lugar a otro. Poco a poco se ha ido generando conciencia del uso excesivo del auto y de que necesitamos ciudades más equitativas, sostenibles y muchas personas hemos encontrado en la bicicleta una alternativa hacia ciudades más humanas. Muchas autoridades también han comenzado a cambiar la forma en que se planean las ciudades, a pesar de esto, aún existe fuerte resistencia al cambio; de ahí que exista cantidad de mitos respecto a la bici y a la infraestructura ciclista.

**DIAGNÓSTICO DEL TRÁFICO VEHICULAR, PEATONAL
Y PROPUESTA DE UNA CICLOVÍA EN LA AVENIDA
LITORAL DE LA CIUDAD DE EL ALTO**

Mitos comunes de las ciclovías

1. Las ciclovías incrementan la congestión

Efectivamente, al construir una ciclovía confinada podríamos decir que se le está quitando espacio al auto. Pero, recordemos que la calle es espacio público y gran mayoría de vialidades, primarias y secundarias, suelen tener autos estacionados ocupando todo un carril. Las calles existen para mover personas y bienes, no para tener toneladas de fierro ahí nada más. No es que se les quite el espacio, sino que se redistribuye.

2. Las ciclovías afectan mi negocio

Otra idea es que debido a la ciclovía los clientes de los negocios ya no se podrán estacionar y por lo tanto disminuirán las ventas. Contrario a lo que se cree, existen estudios que revelan que los ciclistas son mejores clientes que los cochistas. Un estudio realizado en Toronto comprobó que las y los ciclistas, aunque compren en menor cantidad, compran con más frecuencia. En promedio un ciclista compra unas 11 veces al mes mientras que el automovilista solamente lo hace 7. Este mismo estudio reveló que el 75% de los automovilistas compran en promedio solo 2 bolsas, que es lo mismo que alguien podría transportar con toda facilidad en la bici.

3. Para que queremos ciclovías si casi no hay ciclistas

Uno de los beneficios de las ciclovías es que impulsa a que más personas se suban a la bicicleta. Una bici más representa un auto menos, entre menos autos menos congestión. Además, si nos vamos a los números y queremos ser justos el coche saldría perdiendo. En México se invierte cerca del 70% del presupuesto destinado a mejorar el transporte en infraestructura para el auto, cuando solamente el 30% de la población usa el coche particular para moverse. Ciclistas hay, nada más que no los ves porque vas en tu auto.

4. Para qué una ciclovía si los ciclistas ni pagan impuestos

Esto tampoco es cierto. No pagamos refrendos ni nada de eso, pero las y los ciclistas sí pagamos impuestos como cualquier otro ciudadano. Es más, quienes se mueven en bicicleta no sólo ahorran una fortuna en gasolina, estacionamiento y servicios; sino que

además aportamos a la economía de la ciudad al pedalear. El uso del auto nos cuesta a toda la ciudadanía, además de los costos que implica el tener un auto, existen gastos que pagamos todas y todos y se conocen como externalidades. Las externalidades son todos los costos reales causados por el tráfico, pérdida de tiempo, daños a la salud, daños por accidentes y por el cambio climático. ¿No crees que deberías pagar más por usar el auto?

Beneficios de las ciclovías

Ilustración 15: Ciclovía Segregada



Fuente: Pedalia-2022.

Así como hay mitos, también son muchos los beneficios de generar ciudades más amables para ciclistas y peatones, aquí te compartimos algunos:

Beneficios a la ciudadanía

- **Generación de espacios públicos más agradables** – una calle con menos tráfico y menos autos estacionados es un espacio mucho más agradable.
- **Ahorras los gastos innecesarios del auto** – muchos de tus traslados los puedes hacer caminando o en bici, de manera práctica, cómoda y segura.
- **La bici es equitativa** – es accesible a todas y a todos, incluyendo a quienes perciben ingresos menores

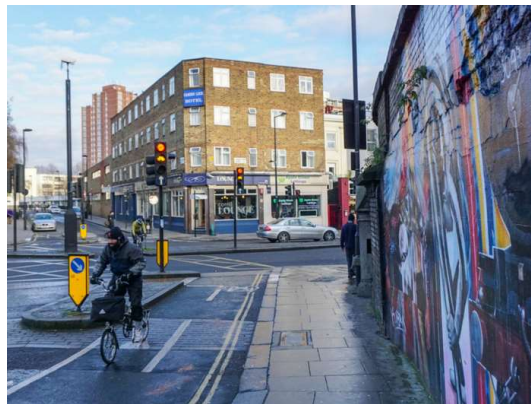
Beneficios para la economía local

- Los **ciclistas consumen más en comercios locales** que los cochistas – los estudios lo avalan.
- Los **espacios agradables atraen a más personas** que se traducen en un mayor número de clientes potenciales.
- El incremento de tráfico de ciclistas y peatones **aumenta la oportunidad para la creación de nuevos negocios**

Beneficios para el gobierno

- La bici es buena para la salud – 20 minutos en bicicleta puede **reducir el riesgo de padecimientos de salud** y problemas de obesidad.
- La tasa de criminalidad disminuye – entre más ojos hay en la calle, **la calle es más segura**.
- **Incremento en la productividad** – se ha comprobado que las personas que pedalean al trabajo están más alertas y son 15% más productivas.

Ilustración 16: Ciclovía, beneficios para el gobierno



Fuente: Pedalia-2022.

La lista podría continuar... como podrás darte cuenta son muchos los beneficios de una ciclovía en tu comunidad. Si conoces a alguien que se oponga rotundamente a las ciclovías en tu ciudad comparte esta información... tal vez logres convencer a una persona de que las ciclovías no son malas.

2.3 IDENTIFICACIÓN DE LAS FUENTES

El proceso de recopilación de datos se basó en la búsqueda y análisis de fuentes secundarias, mismas que fueron obtenidas de investigaciones propias realizadas en las universidades bolivianas como así fue necesario indagar en estudios fundamentales realizados en universidades extranjeras.

- **“PROPUESTA DE UN DISEÑO DE CICLOVÍA ENTRE BARRIOS 6 DE AGOSTO Y VILLA FÁTIMA” . (Díaz, 2020)**

AUTOR: UNIV. HÉCTOR ROMAN DIAZ

TARIJA – BOLIVIA 2020

- **“PROPUESTA DE DISEÑO GEOMÉTRICO DE CICLOVÍA PARA LA AV. RAMÓN MUGICA Y AV. COUNTRY” (PIURA, 2021)**

AUTOR: Carmela Gracia Carrasco Vega, Jorge Alejandro Castro Chávez, Hugo Alexander Díaz Sánchez, Félix Roberto Montes Quiroz, Diego Martín Sandoval Valdez

PIURA – PERU 2021

- **“PROPUESTA DE UN DISEÑO DE CICLOVÍA EN LA CIUDAD DE LATACUNGA” (HARO, 2015)**

AUTORES: XAVIER ALEXANDER HARO ESPINEL– ING. DIEGO EGAS VERA

QUITO – ECUADOR 2015

CAPITULO III: MARCO LEGAL

En virtud a que el proyecto se desarrollara en el ámbito Municipal, estas deben regirse a normas Municipales del transporte.

3.1.1. LA CONSTITUCIÓN POLÍTICA DEL ESTADO

La Constitución Política del Estado Plurinacional de Bolivia, en su Artículo 76, establece que el Estado garantiza el acceso a un sistema de transporte integral en sus diversas modalidades y que la ley determinará que el sistema de transporte sea eficiente y eficaz, y que genere beneficios a los usuarios y a los proveedores.

En materia de Transportes, de acuerdo a la competencia exclusiva del Numeral 32, Parágrafo II del Artículo 298, de la Constitución Política del Estado, el nivel central del Estado tiene las siguientes competencias exclusivas:

1. Formular y aprobar las políticas estatales, incluyendo las referidas a la infraestructura en todas las modalidades de transporte.
2. Proponer iniciativas, normativas y, ejercer y ejecutar mecanismos de financiamiento para proyectos en el sector.
3. Planificar, reglamentar y fiscalizar la aviación civil, y ejercer el control del espacio y tránsito aéreo, conforme a las políticas del Estado.
4. Regular el transporte de acuerdo al Plan General de Desarrollo, establecer los parámetros o estándares técnicos mínimos y referenciales del transporte.
5. Participar en la determinación de políticas internacionales de transporte en los organismos internacionales que corresponda.

Es en el marco de la Constitución Política del Estado que se ha emitido la Ley General de Transporte, la cual regula también el área de aplicación específica del proyecto.

3.1.2. LA LEY GENERAL DE TRANSPORTE, LEY 165

La legislación nacional en materia de transporte se encuentra materializada en la Ley General de Transporte, Ley 165 del año 2011. Dicha ley tiene por objeto establecer los

lineamientos normativos generales técnicos, económicos, sociales y organizacionales del transporte, considerado como un Sistema de Transporte Integral - STI, en sus modalidades aérea, terrestre, ferroviaria y acuática (marítima, fluvial y lacustre), que regirán en todo el territorio del Estado a fin de contribuir al “vivir bien”. El marco normativo de esta legislación está constituido por la Constitución Política del Estado, los Tratados, Convenios e Instrumentos Internacionales y la Ley Marco de Autonomías y Descentralización.

De acuerdo a la Ley General del Transporte, el nivel central del Estado periódicamente formulará el Plan Nacional Sectorial de Transportes – PLANAST, considerando la multimodalidad del Sistema de Transporte Integral – STI, y su integralidad con la logística. Además, formulará la normativa específica necesaria de acuerdo a la estrategia nacional, con lo que se definirán los lineamientos para las inversiones del nivel central del Estado, gobiernos autónomos, departamentales, municipales e indígena originario campesinos.

La Ley General del Transporte establece que los gobiernos autónomos departamentales tienen las siguientes competencias exclusivas:

- Aprobar políticas departamentales de transporte e infraestructura interprovincial e intermunicipal.
- Planificar y promover el desarrollo del transporte interprovincial por carretera, ferrocarril, fluvial, y otros medios, en el departamento.
- Ejercer competencias de control y fiscalización para los servicios de transportes de alcance interprovincial e intermunicipal.
- Regular el servicio y las tarifas de transporte interprovincial e intermunicipal.
- Planificar, diseñar, construir, mantener y administrar las carreteras de la Red Departamental.

Por otro lado, los gobiernos autónomos municipales tienen las siguientes competencias exclusivas:

- Planificar y desarrollar el transporte urbano, incluyendo el ordenamiento del tránsito urbano en toda la jurisdicción municipal.
- Efectuar el registro del derecho propietario de los vehículos automotores legalmente importados, ensamblados o fabricados en el territorio nacional. Los

gobiernos autónomos municipales remitirán al nivel central del Estado, la información necesaria en los medios y conforme a los parámetros técnicos determinados para el establecimiento de un registro centralizado, integrado y actualizado para todo el país.

- Desarrollar, promover y difundir la educación vial con participación ciudadana.
- El transporte urbano, ordenamiento y educación vial, administración y control del tránsito urbano, se lo ejercerá en lo que corresponda en coordinación con la Policía Boliviana.

Los gobiernos autónomos departamentales, deberán elaborar el Programa Departamental de Transporte – PRODET, por periodos de 5 años. Asimismo, compatibilizarán y articularán dentro del Plan de Desarrollo Departamental Económico y Social los objetivos planteados en el Plan Nacional Sectorial de Transporte – PLANAST. Conforme a la Ley Marco de Autonomías y Descentralización, el PRODET deberá incorporar los programas y proyectos de transporte presentados por los gobiernos autónomos municipales con población menor a 5.000 habitantes, en el marco de las competencias concurrentes.

Por su parte, los gobiernos autónomos municipales elaborarán el Programa Municipal de Transporte – PROMUT, por períodos de 5 años, debiendo además compatibilizar y articular dentro del Plan de Desarrollo Municipal, los objetivos y políticas nacionales del Plan Nacional Sectorial de Transporte PLANAST. Los gobiernos autónomos municipales que tengan menos de 5.000 habitantes no están obligados a preparar el PROMUT, pero deberán presentar proyectos en el marco del Plan Nacional Sectorial de Transporte – PLANAST, ante los gobiernos autónomos departamentales de su Jurisdicción.

El PRODET y el PROMUT, para gobiernos autónomos municipales con población mayor a 5.000 habitantes, constituirán requisitos indispensables para acceder a recursos públicos destinados a preinversión e inversión en el sector de transporte.

El nivel central del Estado, los gobiernos autónomos departamentales y municipales serán responsables de gestionar recursos de fuentes de financiamiento nacionales y/o internacionales, destinados a la preinversión e inversión de la infraestructura del sector de transporte a través del Ministerio de Planificación del Desarrollo y el Ministerio de Economía y Finanzas Públicas, en función a las prioridades establecidas en el Plan Nacional Sectorial

de Transporte – PLANAST, los Programas Municipales de Transporte – PROMUT y los Programas Departamentales de Transporte – PRODET, en el marco de sus competencias dispuestas en la Ley Marco de Autonomías y Descentralización.

3.1.3. LEY MARCO DE AUTONOMÍAS Y DESCENTRALIZACIÓN.

La Ley Marco de Autonomías y Descentralización “Andrés Bóveda”, del 19 de julio de 2010, tiene por objeto regular el régimen de autonomías, por mandato del Artículo 271 de la Constitución Política del Estado y las bases de la organización territorial del Estado establecidos en su Parte Tercera, Artículos 269 al 305. El alcance de esta ley comprende: bases de la organización territorial del Estado, tipos de autonomía, procedimiento de acceso a la autonomía y procedimiento de elaboración de Estatutos y Cartas Orgánicas, regímenes competencial y económico financiero, coordinación entre el nivel central del Estado y las entidades territoriales autónomas, marco general de la participación y el control social en las entidades territoriales autónomas. Tiene como ámbito de aplicación a los órganos del nivel central del Estado y a las entidades territoriales autónomas.

La Ley Marco de Autonomías en su Artículo 96 (TRANSPORTES) establece que, los gobiernos autónomos municipales tienen las competencias indicadas en la Ley 165, descrita en la sección precedente.

3.1.4. LEY MUNICIPAL DE TRANSPORTE.

La Ley Municipal de Transporte y Movilidad Urbana del GAMEA fue promulgada en mayo de 2003, Ley No. 010/2003 y tiene los siguientes capítulos principales:

- Instancias municipales en materia de transporte, tránsito y movilidad urbana.
- Transporte público de pasajeros y de carga.
- Disposiciones para el peatón
- Disposiciones para el operador de transporte público
- Circulación vehicular y peatonal
- Restricciones de tránsito
- Educación vial
- Régimen sancionatorio.

La Ley Municipal define el Programa Municipal de Transporte y Movilidad Urbana (PROMUT) como “instrumento de planificación quinquenal del Gobierno Autónomo Municipal de El Alto, compatibilizado y articulado dentro del Plan de Desarrollo Municipal-PDM, conforme a los objetivos y políticas nacionales del Plan Nacional Sectorial de Transporte (PLANAST), y derivado de la planificación institucional que especifica los proyectos a desarrollarse en el área de transporte”.

La Ley Municipal establece varias competencias que el municipio tiene sobre la movilidad peatonal. Por ejemplo, en el Capítulo VIII, Disposiciones para el peatón, establece que los peatones tienen los siguientes derechos:

- a. Circular en espacios públicos exclusivos que garanticen su seguridad y libre circulación y que no estén aislados sino incorporados en el espacio público de tránsito cotidiano.
- b. Ser considerados dentro de la planificación urbana con un trato equitativo en la planificación y diseño de la red vial por encima del vehículo motorizado, priorizando a la persona.
- c. Derecho preferente de paso sobre las bicicletas en las aceras.
- d. A transitar en un medio ambiente saludable y gozar de espacio público, bajo condiciones que protejan la salud de las personas, su bienestar psicológico y físico.
- e. A transitar sin restricción alguna salvo las expresamente dispuestas por autoridad competente, por las aceras, calles, avenidas, ciclovías o cualquier espacio destinado para el uso del peatón.
- f. A que las aceras, calles, avenidas, ciclo vías o cualquier espacio destinado al tránsito de peatones cuenten con toda la señalización e infraestructura necesaria para un tránsito de calidad y seguro.
- g. A disponer de espacios públicos libres de la circulación vehicular.
- h. Las personas con discapacidad física y sensorial tienen derecho a solicitar a las autoridades competentes la adopción de medidas específicas conforme a planificación, que le permitan un tránsito seguro y cómodo por los espacios y vías públicas.

Por lo tanto, la Ley Municipal de Transporte de El Alto establece prioridad de circulación para peatones y personas con discapacidad, debiendo el GAMEA planificar y diseñar la red vial para cumplir ese derecho.

En el artículo 50 del mismo capítulo, sobre los ciclistas, se establecen los siguientes derechos:

- Circular libremente en las ciclovías.
- Circular por parques público y espacios públicos habilitados para su actividad.
- Circular por las calzadas, conservando siempre el lado derecho con relación al sentido de circulación de la vía y lo más próxima a la acera.
- Aquellos que les sean otorgados en la reglamentación de la presente ley.

En el Artículo 35 del Capítulo VI, Red vial y vehículos, la Ley municipal establece que la “planificación, administración, construcción y mantenimiento de la red vial urbana municipal estará a cargo del GAMEA”. Adicionalmente, indica:

- La planificación, mantenimiento y reparación de la red vial deberá efectuarse de manera preventiva, periódica, correctiva y extraordinaria de rehabilitación.
- Para efectos de determinar su prelación y jerarquía, la red vial municipal será clasificada por la AMMUT, siguiendo los criterios técnicos de capacidad, niveles de servicio, características físicas y de funcionalidad.

En resumen, el Gobierno Autónomo Municipal de El Alto tiene la competencia de elaborar el Programa Municipal de Transporte (PROMUT) como requisito para la planificación y ejecución de proyectos de infraestructura y servicios de transporte. La Ley Municipal de Transporte y Movilidad de El Alto también establece la potestad del municipio para planificar y llevar adelante la construcción de facilidades para el peatón, el ciclista y el tránsito motorizado.

CAPITULO IV: MARCO METODOLOGICO

4.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN.

La presente investigación tiene un enfoque de tipo mixto cuantitativo – cualitativo, ya que primero se recogerá datos preferenciales sobre el tipo de transporte que los usuarios utilizan, por otro lado, es cuantitativo porque se recogerá y procesará datos numéricos que permitieron el manejo de las cifras para la determinación de la capacidad vial y el respectivo desarrollo del diseño una ciclovía en la avenida Litoral de la ciudad de El Alto.

En relación al alcance del proyecto de investigación será exploratorio-correlacional ya que, si bien en el contexto internacional existe muy buena aceptación de las ciclovías, en el contexto local, no hay mucha infraestructura de esta modalidad. A la vez es de alcance correlacional ya que se cotejará el diseño de la ciclovía con otros a nivel internacional y nacional a partir del proyecto denominado “Diagnóstico del tráfico vehicular, peatonal y propuesta de una ciclovía en la avenida Litoral de la ciudad de El Alto”

4.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACION

La investigación sigue un diseño no experimental, porque se describe la situación actual del flujo vehicular y peatonal en la avenida Litoral y en base a ello se hace el análisis correspondiente; lo que se hace en la investigación no experimental es observar fenómenos tal como se dan en su contexto natural, para posteriormente analizarlos.

La prolongación en el tiempo es transversal porque se recolectan los datos en un determinado momento y por única vez. En la investigación el nivel de estudio corresponde al nivel descriptiva-correlacional, debido a que se busca especificar las propiedades, las características de las personas, grupos o cualquier otro fenómeno que se usa en el análisis, de esta manera se comprende que lo que se va a realizar es recoger información de los conceptos como la movilidad actual incluyendo el flujo vehicular y el diseño de una ciclovía como alternativa de solución; Por otro lado, se indica correlacional porque se tiene como finalidad buscar establecer una relación entre la movilidad con los efectos positivos que se lograría con la implementación de una ciclovía en la avenida Litoral de la ciudad de El Alto como alternativa de mejora.

4.3 VARIABLES DE LA INVESTIGACION

Para la presente investigación se identificaron 2 variables, una variable independiente y una variable dependiente para el diagnóstico del tráfico vehicular, peatonal y propuesta de una ciclovía en la avenida Litoral de la ciudad de El Alto.

Tabla 3: Variables de investigación

VARIABLE	TIPO	DEFINICION OPERACIONAL
Transitabilidad	Dependiente	Refiere al estado del flujo vehicular, peatonal y la condición en que se encuentra la red vial que asegura un flujo vehicular regular durante un determinado periodo.
Diseño de ruta de ciclovía	Independiente	Vía o sección de la calzada de Vía o sección de la calzada destinada, exclusivamente, al tránsito de bicicletas y peatones, cuyo ancho se establecerá reglamentariamente.

Fuente: Elaboración propia

4.4 POBLACIÓN Y MUESTRA

4.4.1. POBLACIÓN

La población que se analizará en el estudio es la que se encuentra entre los distritos que se encuentran dentro el área de influencia, por lo que presentamos un resumen por distrito a estudiar y año presentado por el Instituto Nacional de Estadística.

A continuación, presentamos un resumen de la población (Suma de las poblaciones de los distritos 2, 3 y 4) dentro el área de interés del estudio.

Tabla 4: Población Histórica Distrito 2, 3, 4 de El Alto

Año	Habitantes	Fuente
1992	173 270	Censo boliviano de 1992
2001	184 105	Censo boliviano de 2001
2012	301 911	Censo boliviano de 2012
2022	345 420	Estimaciones del INE

Fuente. (INE)

Como presenta la Tabla N° 4 resumen la población que se debe estudiar es de 345 420 [habitantes], esta población es la proyectada para el año 2022 considerando la suma de las poblaciones de los distritos 2, 3 y 4.

4.4.2. MUESTRA

La determinación del tamaño de muestra se realiza en base al cuestionario de preguntas. Cabe hacer notar que la variable identificada es de carácter cualitativo.

La fórmula a ser aplicada para el cálculo del tamaño de muestra toma las siguientes consideraciones:

Población finita. La población según estimaciones del año 2022 realizada por el INE es de 345 420 habitantes, según la tabla N° 4.

Elementos variables cualitativa

$$n = \frac{z^2 * P * Q * N}{e^2 * (N - 1) + Z^2 * P * Q}$$

Dónde:

Z = Margen de contabilidad (Expresado de desviación Estándar)

P = Probabilidad de que el evento ocurra

Q = Probabilidad de que el evento no ocurra (1-p)
**DIAGNÓSTICO DEL TRÁFICO VEHICULAR, PEATONAL
 Y PROPUESTA DE UNA CICLOVÍA EN LA AVENIDA
 LITORAL DE LA CIUDAD DE EL ALTO**

e = Error de estimación

N = Población a investigar

Los datos son los siguientes, donde:

$Z = 95 \% = 1.96$

$P = 40 \%$

$Q = 60 \%$

$N = 345\,249$ Dato tomado de la tabla N° 4

$e = 5 \%$

Reemplazando en la fórmula:

$$n = \frac{(1.96)^2 * (0.4) * (0.6) * 345249}{(0.05)^2 * (345\,249 - 1) + 1.96^2 * (0.4) * (0.6)}$$

$n = 244$ [habitantes]

La cifra obtenida da el número de 244 habitantes a ser encuestados.

Se debe aclarar que la probabilidad a favor y en contra utilizada en la fórmula, es el porcentaje de la población que posee las características de interés y puede calcularse mediante una prueba piloto.

4.5 AMBIENTE DE LA INVESTIGACIÓN

El proceso de la investigación será realizado en ambientes en particular, según el desarrollo de las actividades propias de la toma de datos y la necesidad de trabajo de tratamiento de los mismos.

En primera instancia el trabajo de recopilación de información y planificación de la investigación es realizada en oficinas del instituto de investigación de la carrera de Ingeniería Civil, en las instalaciones de la Universidad Pública de El Alto.

**DIAGNÓSTICO DEL TRÁFICO VEHICULAR, PEATONAL
Y PROPUESTA DE UNA CICLOVÍA EN LA AVENIDA
LITORAL DE LA CIUDAD DE EL ALTO**

Posterior al desarrollo del trabajo en oficina y habiendo delimitado el área del estudio es necesario realizar las actividades in situ en la Av. Litoral de la ciudad de El Alto con las respectivas encuestas y mediciones.

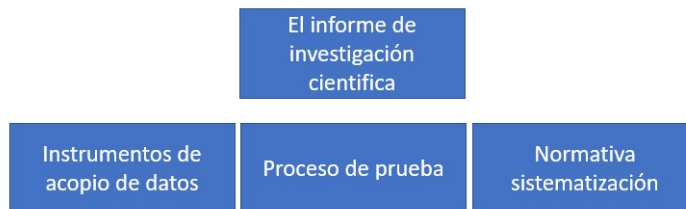
4.6 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

Técnicas e instrumentos para la investigación científica está en relación al propósito del estudio.

La búsqueda de información y la metodología que se aplicara al presente proyecto de investigación es encontrar evidencias en base a los hechos observados en campo y gabinete, ya que estos determinaran el grado de valides de la hipótesis planteada con los hechos encontrados durante la investigación

Mediante el siguiente esquema se muestran los instrumentos y técnicas de trabajo.

Ilustración 17: Técnicas e instrumentos de investigación



Fuente: Elaboración propia

4.7 PROCEDIMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

4.7.1. PLANIFICACION DE ACTIVIDADES

Es imperante la realización de un cronograma de actividades de toma de datos como así el organigrama sobre el cual se basarán dichas actividades, toda información concerniente al proyecto de investigación en la zona, Institución y Gobierno Municipal de El Alto.

Tabla 5: Plan de trabajo

PROYECTO DE INVESTIGACION MULTIDISCIPLINARIO											
DIAGNOSTICO DEL TRAFICO VEHICULAR, PEATONAL Y PROPUESTA DE UNA CICLOVÍA EN LA AVENIDA LITORAL DE LA CIUDAD DE EL ALTO											
CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES 2022											
MODULO	ACTIVIDAD	MES									
		MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
ACTIVIDADES INICIALES DE GESTION											
1	Coordinación equipo multidisciplinario y determinar estrategias de investigacion										
2	Gestion de trabajo con Municipios										
3	Gestion de trabajo con entidades del Gobierno Central										
4	Gstion de trabajo con entidades privadas del area										
DESARROLLO DEL PROYECTO DE INVESTIGACION											
1	Recopilación de información y análisis de estudios preliminares										
2	Determinar la demanda real de transporte No Motorizado (peatón y ciclista).										
3	Marco normativo relativo al transporte No Motorizado										
4	Determinación del diseño de una ciclovia en la Av. Litoral.										
5	Diseño final una Ciclovia en la Avenida Litoral de la Ciudad de El Alto										
6	Ingeniería Básica										
7	Ingeniería de Trafico										
8	Diseño Geométrico										
9	Diseño de la Superficie de Rodadura										
10	Señalización horizontal y vertical										
RESULTADOS											
1	Mejora de la movilidad no motorizada, considerando que una parte de la población se desplaza a pie y en bicicleta,										
2	Demanda de transporte No Motorizado										
3	Propuesta de Norma relativo al transporte No Motorizado										
4	PROPUESTA DE UNA CICLOVIA EN LA AVENIDA LITORAL DE LA CIUDAD DE EL ALTO										
DIAGNOSTICO DEL TRAFICO VEHICULAR, PEATONAL Y PROPUESTA DE UNA CICLOVÍA EN LA AVENIDA LITORAL DE LA CIUDAD DE EL ALTO											
1	FINAL										

Fuente: Elaboración propia

Antes de iniciar cualquier trabajo de campo es importante que se realice una coordinación con el Gobierno Municipal de El Alto para coordinar normativa referente al aforo vehicular, planimetría y topografía del sector y manuales a seguir por el investigador.

4.7.2. INVENTARIO VIAL

El inventario vial permite saber el estado actual de las vías de estudio y circundantes al área de influencia a fin de detectar incidencias en el flujo vehicular como peatonal. Es necesario tomar en cuenta todos los detalles del estado actual de las vías en análisis, todos los datos serán registrados en el formulario correspondiente. El inventario vial tiene un carácter cualitativo respecto al estado de las vías.

Ilustración 18: Inventario Vial de la Av. Litoral

Fuente: Elaboración Propia

El inventario vial será ejecutado con instrumentos de medición y el registro de datos será elaborado según se realiza el avance sobre la vía en estudio, el inventario vial constituye en una variable fundamental con la cual se trabajará la capacidad en vías. (ver anexos)

4.7.3. RELEVAMIENTO

El relevamiento fundamenta su actividad en la determinación geométrica actual de las vías de circulación, como así los elementos de esta que influyen en la circulación del tráfico tanto peatonal como vehicular. Se realiza el correspondiente relevamiento en la Av. Litoral como así el área de influencia del mismo con la medición de calles y avenidas. Esta actividad tiene un carácter cuantitativo métrico, parte de la variable Capacidad de vías

Ilustración 19: Medición de vías en la Av. Litoral

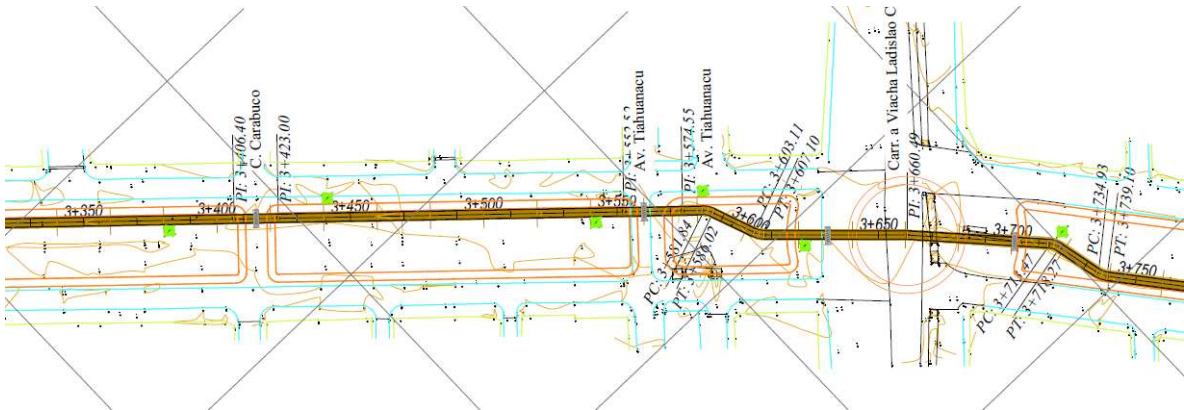
Fuente: Elaboración Propia

El proceso del relevamiento puede ser realizado en un trabajo conjunto de toma de datos in situ con equipos topográficos y fotogramétricos, es posible verificar con imágenes satelitales, se recomienda coordinar con la alcaldía a fin de obtener un plano catastral de lugar que ayude a tener dimensiones de avenidas y calles.

Ilustración 20: Av. Litoral, inicio de la ciclovía

Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 21: Alineamiento horizontal y perfil longitudinal de la Av. Litoral



Fuente: Elaboración Propia

4.7.4. AFORO VEHICULAR

La Determinación del tráfico es realizada por volumen de vehículos en las vías en estudio, se lo realiza tanto vehicular como peatonal. (Actualmente se lo realiza mediante filmaciones de los cuales se realizan aforos tanto vehiculares y peatonales)

Ilustración 22: Aforo vehicular en la Av. Litoral



Fuente: Elaboración Propia

El conteo se realizará a requerimientos del estudio, se procederá realizando un conteo con clasificación vehicular y otro conteo general, es imprescindible puntualizar que habiendo obtenido las filmaciones del tráfico, el responsable del estudio definirá las horas efectivas

**DIAGNÓSTICO DEL TRÁFICO VEHICULAR, PEATONAL
Y PROPUESTA DE UNA CICLOVÍA EN LA AVENIDA
LITORAL DE LA CIUDAD DE EL ALTO**

en las cuales se realizarán los conteos a detalle. Se recomienda que para vías de alta circulación se realicen aforos durante 24 horas el periodo de una semana.

Ilustración 23: Conteo vehicular en vías elegidas para el estudio



Fuente: Elaboración Propia

Las planillas correspondientes al aforo vehicular deben ser realizadas tanto de manera escrita como electrónica. Es necesario que coordine con la alcaldía o entidad administradora de Vías a fin de obtener la clasificación vehicular utilizada. El aforo vehicular es determinará los datos necesarios para realizar el manejo de la variable TPDA (Tráfico Promedio Diario Anual).

4.7.5. LEVANTAMIENTO DE ENCUESTAS

Es de mucha importancia obtener datos de los conductores y peatones en referencia a la movilidad de los mismos por lo cual se realizan las encuestas origen y destino dentro el área de influencia.

Se realizarán encuestas por el equipo de trabajo en horarios en los que la muestra se encuentra realizando las actividades correspondientes a su rubro, de tal manera que las mismas reflejen el correcto panorama en el cual se mueve el mercado local en el sector de elegido primeramente como área de influencia directa.

Para la ciudad de El Alto, el número de encuestados debe ser calculado tomando la población local por distrito afectado, utilizando las ecuaciones de determinación del tamaño de muestra para una población finita.

Ilustración 24: Encuestas realizadas a los habitantes del sector



Fuente: Elaboración Propia

4.7.6. DETERMINACIÓN DE DATOS DE TRÁFICO

Para la determinación de los datos de tráfico basaremos el trabajo en el aforo realizado en las vías de estudio, para lo cual como ya fue expuesto la vía de estudio será la Av, Litoral de la ciudad de El Alto, el conteo realizado además de tener la cantidad de vehículos circulantes también considera una clasificación que nos ayudará a ver el volumen de vehículos que circula en la avenida en estudio.

a) TPDS TRAFICO PROMEDIO DIARIO SEMANAL

El tráfico promedio diario semanal es el volumen de vehículos que muestra el promedio de la cantidad de vehículos durante una semana.

b) TPDA TRAFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL

El tráfico promedio diario anual es el volumen de vehículos que muestra el promedio de la cantidad de vehículos durante un año.

c) HORA PICO

La hora pico es aquella hora en la cual la suma del tráfico circulante es la máxima en comparación al tráfico contabilizado a lo largo de todo el día. La determinación de esta hora tiene un carácter muy importante para poder encontrar el concepto siguiente.

d) FACTOR HORA PICO

Dado un punto determinado, el factor hora pico será determinado como la división del tráfico total de la hora pico dividido entre el tráfico máximo de un cuarto de hora.

4.7.7. NIVEL DE SERVICIO Y CAPACIDAD

Las condiciones en las que opera una vía podrán ser evaluadas en base a la determinación del nivel de servicio que determinará el confort y la congestión, como así la capacidad de la misma.

a) NIVEL DE SERVICIO

EL nivel de servicio mide la calidad del flujo vehicular siendo una medida cualitativa desde la percepción de los conductores y pasajeros, para este concepto es necesario contar con factores tales como la velocidad, tiempo de recorrido, seguridad vial y comodidad.

b) CAPACIDAD

La determinación de la capacidad de una vía tiene aspectos cuantitativos y cualitativos, la cual permite evaluar la suficiencia y la calidad de la vía en estudio; será necesario conocer las características geométricas como así las características del flujo vehicular.

CAPITULO V: RESULTADOS

5.1 ANÁLISIS DE RESULTADOS.

Los instrumentos aplicados a cada uno de los estratos de la población antes descrita, fueron los siguientes:

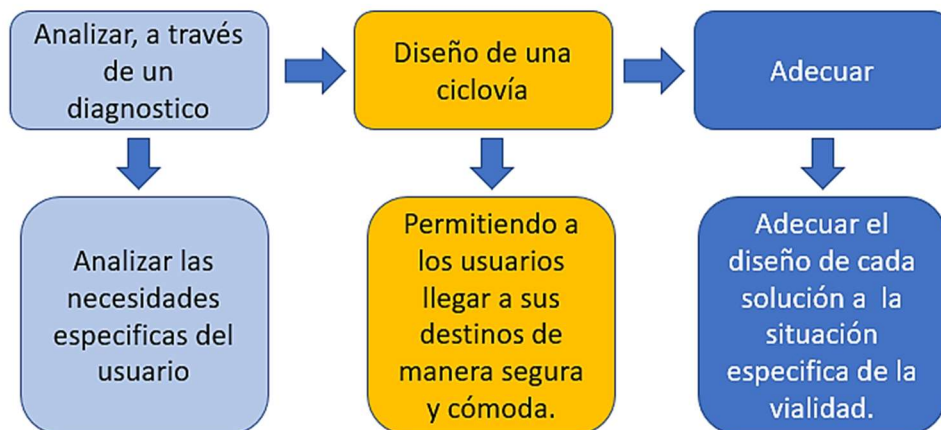
Encuesta dirigida a los peatones y vecinos de la Av. Litoral con inicio en la Rotonda de la calle 23 de julio y finalización en la rotonda de la zona sud de El Alto (RN 1).

Este instrumento, luego de su aplicación y procesamiento, aportaron información que fue de gran ayuda, para responder al problema planteado, a los objetivos e interrogantes de investigación. Así mismo, determinaron los criterios para la solución y elaboración de la propuesta, consistente en el diseño del mobiliario urbano para la ciclovía de la Av. Litoral; la cual se espera, sea integrada a la red de ciclovías propuesta por el PROMUT del Gobierno Municipal de la Ciudad de El Alto.

5.1.1. PROCESO PARA EL TRAZADO DE LA CICLOVIA

Para el diseño de la infraestructura para la circulación de bicicleta se requiere los siguientes pasos:

Ilustración 25: Proceso para el trazado de una vía



Fuente: Manual de diseño vial La Paz

5.1.2. ANÁLISIS DE RESULTADO DE OBSERVACIÓN NO PARTICIPANTE.

Mediante la observación que se realizó durante unas semanas se dieron estos resultados, el análisis alrededor de la ruta determina se puede evidenciar que la vía interconecta las zonas Norte y Sur de la ciudad de El Alto y que en su paso por la vía se encuentra edificaciones públicas y privadas como mercados, escuelas, colegios, ferreterías, Iglesias, parques, monumentos, alojamientos, etc.

Zona Franca comercial: Venta de vehículos.

Zona Comercio Informal: comercial desde la Av. Julio Cesar a Av. Néstor Galindo.

Zona municipal: Alcaldía de El Alto “Jach’a Uta”.

Debido a la demanda de la zona Franca y el comercio informal en el sector se observó a consecuencia la afluencia peatonal diariamente especialmente en horas de la mañana, al igual que el flujo vehicular pesado provocando un tráfico en horas de 8:00 am. a 17:00 pm.

El sector del comercio informal trae concentración peatonal y vehicular de alto tonelaje, provocando la circulación vehículos con bajas velocidades y trancaderas en las intersecciones.

Se observó que las vías de acceso vehicular para circular por la avenida Litoral donde se ubicada la ciclovía está con bajo uso de su capacidad, mientras que en algunas intersecciones su capacidad es sobrepasada debido a los parqueos indiscriminados por vehículos de alto tonelaje.

Ilustración 26. *Parqueo de vehiculos en la Av. Litoral*

Fuente: *Elaboración propia*

Entre los conflictos de circulación se observa a los vehículos estacionados en la vía y en el área destinada a la propuesta de ciclovía, impidiendo el paso de circulación de los peatones y ciclistas, así mismo se observa peatones que cruzan las calles evitando el paso cebra tipo pompeyano que se les ha dispuesto para su seguridad.

Ilustración 27. *Parque de vehiculos y cruce peatonal en la Av. Litoral*

Fuente: *Elaboración propia*

Este proceso metodológico fue de mucha ayuda para el análisis espacial, podemos determinar que el espacio de estudio posee un área con amplias jardineras centrales y de calzada pero que al mismo tiempo contiene conflictos por falta de cultura de educación vial, es decir no hay respeto de las vías, ni reglamentos del mismo.

5.1.3. Análisis de los resultados de la encuesta dirigida a los peatones y usuarios.

1. ¿Motivo de viaje?

Tabla 6. Motivo de viaje diario

MOTIVO	CANTIDAD	PORCENTAJE
TRABAJO	88	39%
ESTUDIO	85	38%
DIVERSION	3	1%
COMPRAS	18	8%
OTROS	30	13%
	224	100%

Fuente: *Elaboración propia*

Ilustración 28. Porcentaje de encuestados de acuerdo al motivo de viaje.



Fuente: *Elaboración propia*

Como se observa en la Ilustración 28, el 39% de las personas efectúa viaje para trabajo y el 38% lo realiza para estudio.

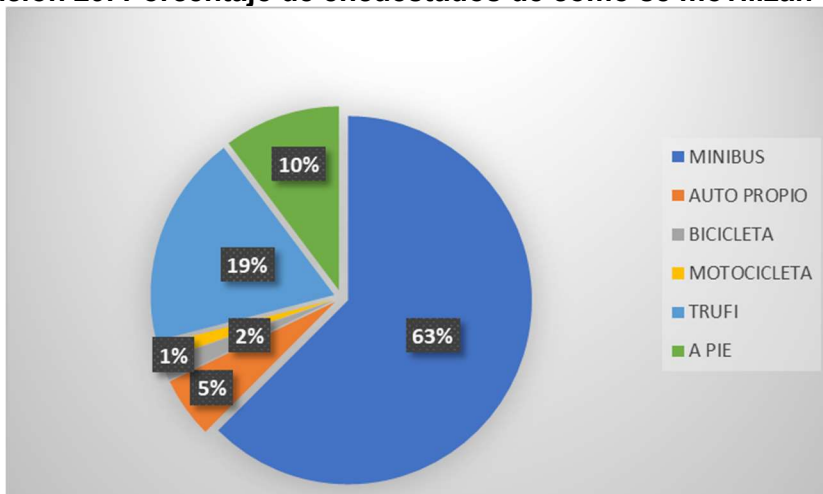
2. ¿Cómo se moviliza a diario?

Tabla 7. Movilización diaria de los habitantes del sector.

	CANTIDAD	PORCENTAJE
MINIBUS	140	63%
AUTO PROPIO	12	5%
BICICLETA	4	2%
MOTOCICLETA	3	1%
TRUFI	42	19%
A PIE	23	10%
	224	100%

Fuente: *Elaboración propia*

Ilustración 29. Porcentaje de encuestados de cómo se movilizan a diario



Fuente: *Elaboración propia*

De acuerdo a la Ilustración 29, la mayor movilización es por transporte público en la modalidad minibus con el 63%, posteriormente está en Trufi con 19% y a Pie con 10%.

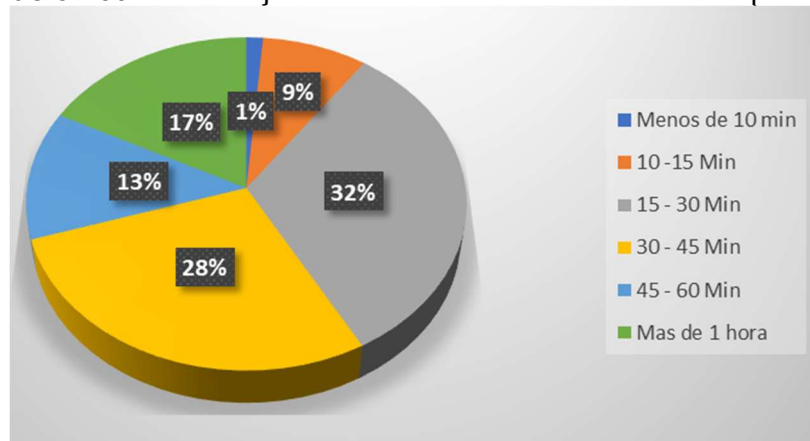
3. ¿Duración de su viaje?

Tabla 8. Duración de viaje

DURACION	CANTIDAD	PORCENTAJE
Menos de 10 min	3	1%
10 -15 Min	19	8%
15 - 30 Min	72	32%
30 - 45 Min	63	28%
45 - 60 Min	28	13%
Más de 1 hora	39	17%
	224	100%

Fuente: *Elaboración propia.*

Ilustración 30. Porcentaje de encuestados de acuerdo al tiempo de viaje



Fuente: *Elaboración propia*

Los resultados de la Ilustración 30, determina que el 32% viajan de 15 a 30 minutos y el 28% afirman que viajan entre 30 a 45 minutos.

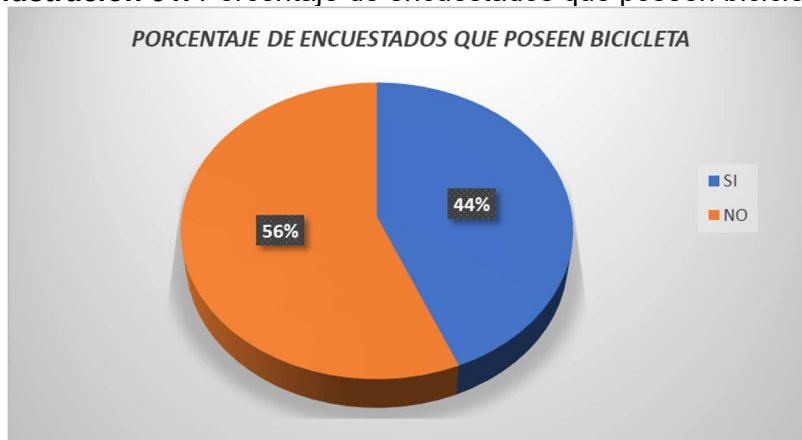
4. ¿Posee usted bicicleta?

Tabla 9. Posee usted bicicleta

POSEE BICICLETA	CANTIDAD	PORCENTAJE
SI	98	44%
NO	126	56%
	224	100%

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 31. Porcentaje de encuestados que poseen bicicleta



Fuente: Elaboración propia

Los resultados de la Ilustración 31, determina que el 56% no posee bicicleta y un 44% posee.

5. ¿Elija la frecuencia con la que utiliza bicicleta?

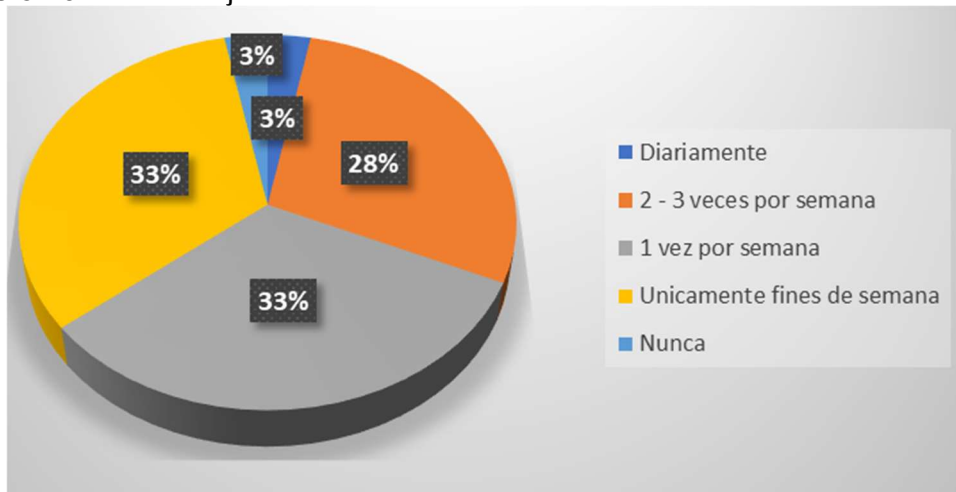
Tabla 10. Frecuencia de uso de la bicicleta

FRECUENCIA DE USO DE LA BICICLETA	CANTIDAD	PORCENTAJE
Diariamente	3	3%
2 - 3 veces por semana	28	29%
1 vez por semana	32	33%
Únicamente fines de semana	32	33%

Nunca	3	3%
	98	100%

Fuente: *Elaboración propia*

Ilustración 32. Porcentaje de encuestados de acuerdo a la frecuencia de uso de bicicleta



Fuente: *Elaboración propia*

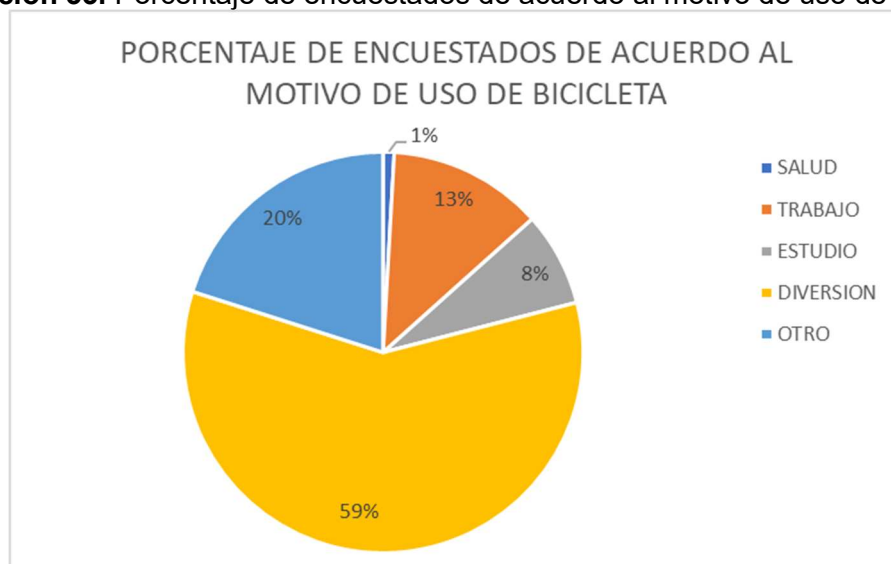
Los resultados de la Ilustración 32, afirman que el 33% usan la bicicleta los fines de semana y 1 vez por semana y un 28% utiliza de 2 a 3 veces por semana.

6. ¿Porque utiliza bicicleta?

Tabla 11. Por que utiliza la bicicleta

	CANTIDAD	PORCENTAJE
SALUD	2	1%
TRABAJO	28	13%
ESTUDIO	17	8%
DIVERSION	132	59%
OTRO	45	20%
	224	100%

Fuente: *Elaboración propia*

Ilustración 33. Porcentaje de encuestados de acuerdo al motivo de uso de bicicletaFuente: *Elaboración propia*

Los resultados de la ilustración 33, afirman que el 59% usan la bicicleta por diversión y el 13% utiliza para el trabajo.

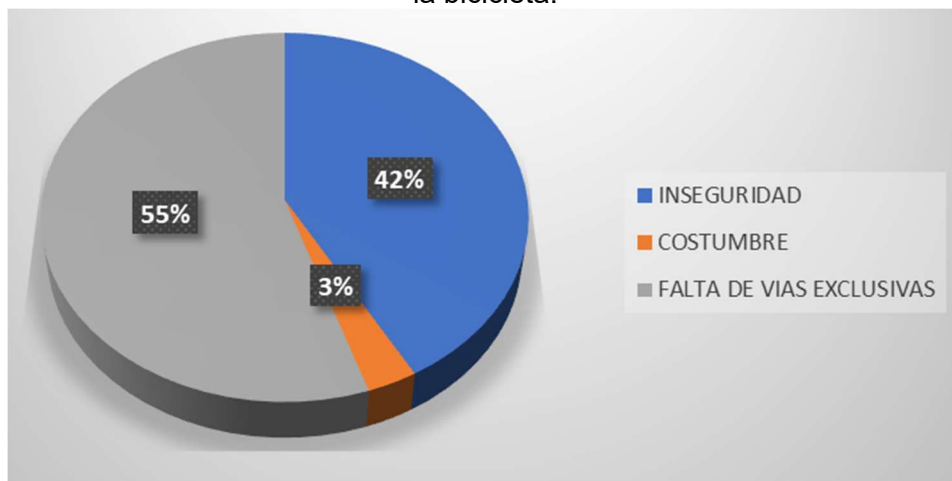
7. Usted, ¿Porque cree que no es común el uso de Bicicleta como medio de transporte?

Tabla 12. Porque no es común el uso de bicicleta como medio de transporte

	CANTIDAD	PORCENTAJE
INSEGURIDAD	41	42%
COSTUMBRE	3	3%
FALTA DE VIAS EXCLUSIVAS	54	55%
	98	100%

Fuente: *Elaboración propia*

Ilustración 34. Porcentaje de encuestados de acuerdo al por que no es común el uso de la bicicleta.



Fuente: *Elaboración propia*

Los resultados de la Ilustración 34, determina que el 55% no utiliza bicicleta por falta de vías exclusivas y un 42% por inseguridad.

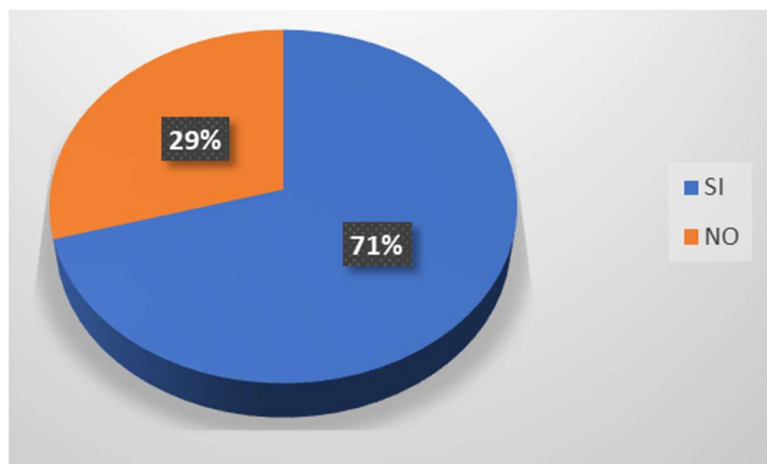
8. ¿Utilizaría usted la bicicleta como medio de transporte a diario?

Tabla 13. Utilizaría usted la bicicleta como medio de transporte a diario

	CANTIDAD	PORCENTAJE
SI	158	71%
NO	66	29%
	224	100%

Fuente: *Elaboración propia*

Ilustración 35. Porcentaje de encuestados de acuerdo a la aceptación de la bicicleta como medio de transporte



Fuente: *Elaboración propia*

Los resultados en la Ilustración 35, determina que el 71% acepta utilizar la bicicleta como medio de transporte.

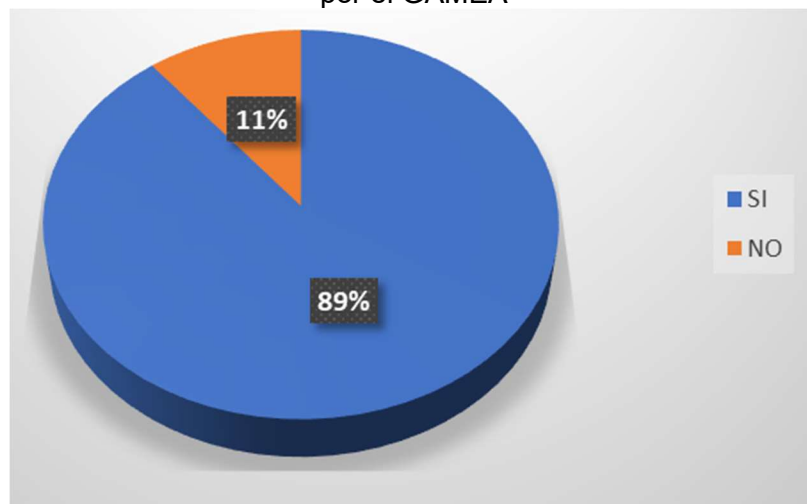
9. ¿Si el Municipio de El Alto implementara una ciclovía, estaría usted dispuesto a usarla?

Tabla 14. Si el GAMEA implementaría una ciclovía, estaría usted dispuesto a usarla

	CANTIDAD	PORCENTAJE
SI	200	89%
NO	24	11%
	224	100%

Fuente: *Elaboración propia*

Ilustración 36. Porcentaje de encuestados dispuestos a usar una ciclovía implementada por el GAMEA



Fuente: *Elaboración propia*

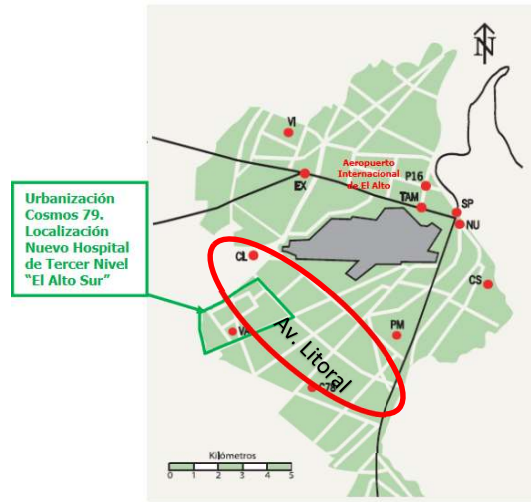
Los resultados de la Ilustración 36, determina que el 89% acepta utilizar una ciclovía implementada por el Gobierno Municipal de El Alto.

5.1.4. RESULTADO DE LA ENCUESTA.

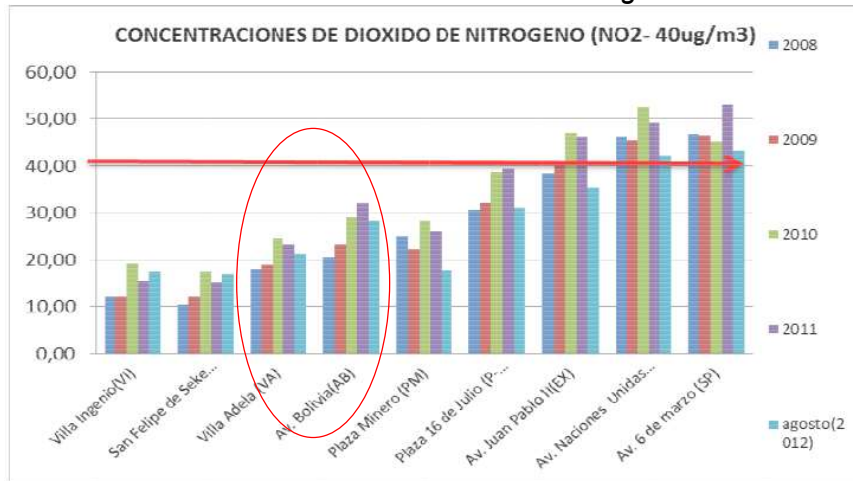
Los resultados de la encuesta son positivos, pues los peatones y vecinos del sector estuvieron de acuerdo en la implementación de una ciclovía en la Av. Litoral con mobiliario urbano diseñado para responder a las necesidades de los usuarios, además de mejorar la seguridad de las vías; requerimientos confirmados bajo la aplicación de este instrumento.

5.2 CONTAMINACIÓN AMBIENTAL

El año 2013 el Ministerio de Salud y Deportes realizó análisis ambiental para mejoramiento de acceso a servicios de salud en la ciudad de El Alto Bolivia (BO-L1082) en el distrito No 3, sector donde se ubica el proyecto de investigación, arrojando los siguientes resultados:

Ilustración 37: Puntos de monitoreo Red MoniCA**Fuente: MMAyA, 2010****Dióxido de nitrógeno (NO₂)**

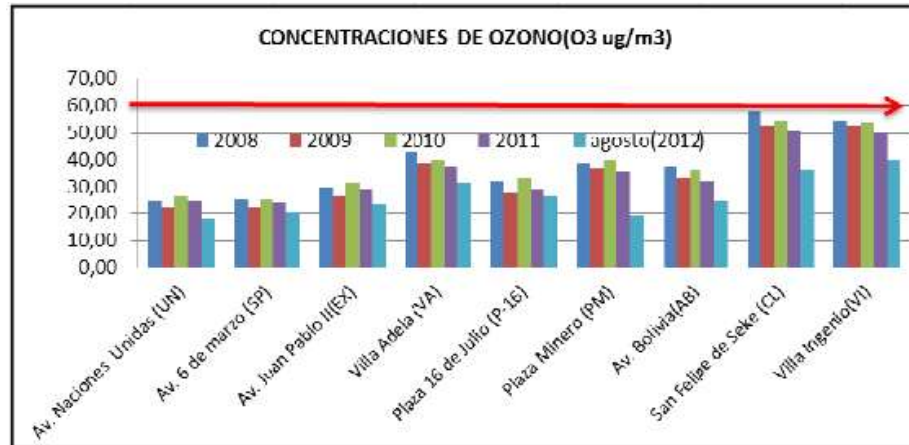
El Dióxido de nitrógeno (NO₂) es un gas tóxico, cuya presencia en el aire de los centros urbanos se debe a la oxidación del nitrógeno atmosférico que se utiliza en los procesos de combustión en los vehículos e industrias. El dióxido de nitrógeno (NO₂) participa en las reacciones atmosféricas que dan lugar a la formación del ozono (O₃), contaminante secundario. La frecuente exposición de las personas a estos niveles de aire contaminado puede provocar daños en el sistema respiratorio e incrementar las afecciones bronquiales y pulmonares.

Ilustración 38: Concentraciones de Dióxido de Nitrógeno en la Red MoniCA**Fuente:** GAMEA-2012

La Ilustración 38 muestra que los datos obtenidos de los puntos de monitoreo sobre Villa Adela y la Av. Bolivia (altura Av. Litoral), ambos al interior del Distrito 3 de El Alto, no sobrepasan los límites permisibles y recomendados por la OMS (40 µg/m³ media anual) y la normativa oficial (150 µg/m³ media en 24 hrs). Sin embargo, muestran una clara relación con la cantidad de vehículos que circulan en cada punto (fuentes de emisión).

Ozono troposférico (O₃)

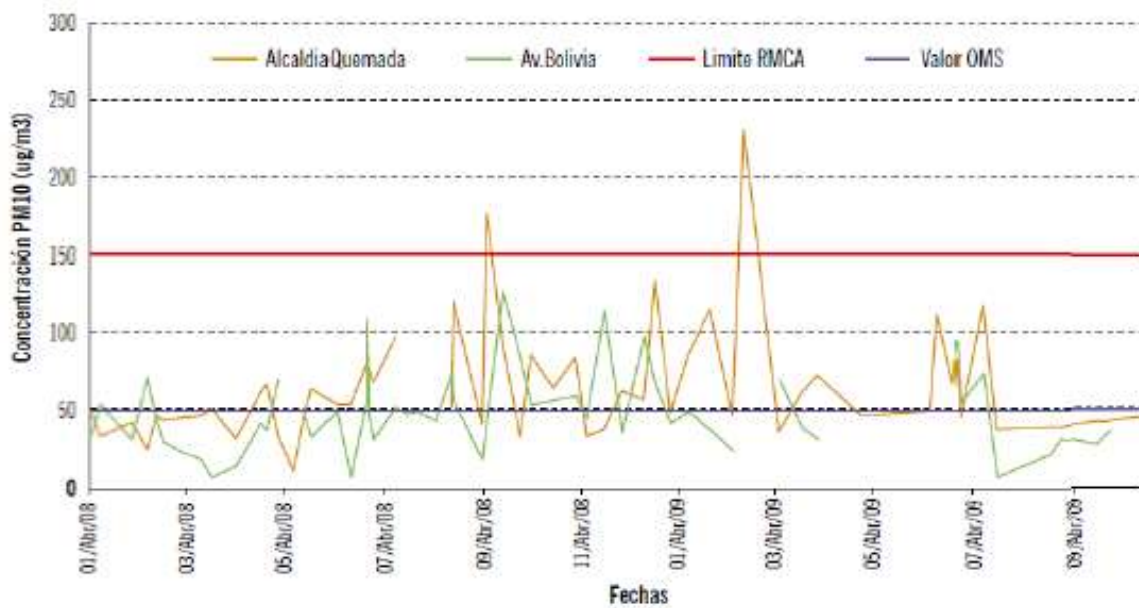
Es un contaminante secundario, se forma mediante una serie de reacciones en la atmósfera, en términos sencillos, se forma mediante la reacción química del Dióxido de Nitrógeno (NO₂) y de los compuestos orgánicos volátiles (COV) en presencia de la radiación solar.

Ilustración 39: Concentraciones de Ozono (O_3 $\mu g/m^3$)**Fuente:** GAMEA-2012

Las concentraciones promedio anuales de ozono (O_3) de los años 2008 hasta agosto 2012 se muestran en la Ilustración 39. Los datos obtenidos en los puntos de monitoreo sobre Villa Adela y la Av. Bolivia (altura Av. Litoral), no sobrepasan los límites permisibles y recomendados por la OMS ($100 \mu g/m^3$ media en 8 hrs), ni la normativa oficial ($236 \mu g/m^3$ promedio horario máximo). Sin embargo, muestran una clara relación con las concentraciones de NO_2 identificadas: AB presenta mayor cantidad de NO_2 y menor de O_3 ; y VA presenta menor cantidad de NO_2 , y mayor de O_3 . La última relación confirma la formación de O_3 , a partir de reacciones químicas del NO_2 .

Partículas menores iguales a 10μ (PM10)

Son todas las partículas sólidas o gotas líquidas suspendidas en el aire (por ejemplo, polvo, ceniza, hollín, etc.) de diámetro menor o igual a 10μ .

Ilustración 40: Contaminación por PM₁₀ en la ciudad de El Alto (método activo)


Fuente: GAMEA-2012

En la Ilustración 40 se puede observar los valores de concentración de PM₁₀ registrados por el método activo usado en la ciudad de El Alto. El PM₁₀ es un contaminante criterio muy importante en El Alto, ya que su concentración supera el límite del RMCA (150 µg/m³ para 24 hrs) al menos 2 veces y el valor guía de la OMS (50 µg/m³ media en 24 hrs) en la mayor parte del año.

La Av. Bolivia (altura Av. Litoral) presenta menor nivel de PM₁₀ frente a los datos de la Alcaldía Quemada (que es la que registra los mayores niveles). Sin embargo, supera hasta en un 150% el valor guía de la OMS, por lo que será importante en el futuro seguir monitoreando el contaminante y realizar estudios con equipos de mayor precisión y estudios epidemiológicos para cuantificar el daño a la salud de la población.

Conclusiones

Los mayores contaminantes en la Av. Litoral por dióxido de nitrógeno (NO₂), ozono troposférico (O₃) y partículas menores iguales a 10 µ (PM₁₀) son los vehículos por su proceso de combustión.

5.3 ESTUDIO DE TRÁFICO.

5.3.1. CONSIDERACIONES PRELIMINARES.

Al igual que muchos sistemas dinámicos, los medios físicos y estadísticos del tráfico, tales como las carreteras, las calles, las intersecciones, las terminales, etc., están sujetos a ser solicitados y cargados por volúmenes de tráfico los cuales poseen características espaciales (ocupan un lugar) y temporales (consumen tiempo). Las distribuciones espaciales de los volúmenes de tráfico generalmente resultan del deseo de la gente de ejecutar viajes entre determinados orígenes y destinos, llenando así una serie de satisfacciones y oportunidades ofrecidas por el medio ambiente circundante. Las distribuciones temporales de los volúmenes de tráfico son el producto de los estilos y formas de vida que hacen que las gentes sigan determinados a patrones de viaje basados en el tiempo, realizando sus desplazamientos durante ciertas épocas del año, en determinados días de la semana o en horas específicas del día.

Al proyectar una carretera o calle, la selección del tipo de vialidad, las intersecciones, los accesos y los servicios, dependen fundamentalmente del volumen de tráfico demanda que circulara durante un intervalo de tiempo dado, de su variación, de su tasa de crecimiento y de su composición. Los errores que se cometan en la determinación de estos datos, ocasionarán que la carretera o calle funcione durante el periodo de proyecto, bien con volúmenes de tráfico muy inferiores a aquellos para los que se proyectó, o mal con problemas de congestionamiento por volúmenes de tráfico altos muy superiores a los proyectados.

Los estudios sobre volúmenes de tráfico son realizados con el propósito de obtener información relacionada con el movimiento de vehículos y/o personas sobre puntos o secciones específicas dentro de un sistema vial. Dichos datos de volúmenes de tráfico son expresados con respecto al tiempo, y de su conocimiento se hace posible el desarrollo de estimaciones razonables de la calidad del servicio prestado a los usuarios.

5.3.2. VOLUMEN DE TRÁFICO.

Al proyectar una carretera, la selección del tipo de vialidad, las intersecciones, los accesos y los servicios, dependen fundamentalmente del volumen de tráfico o demanda que

**DIAGNÓSTICO DEL TRÁFICO VEHICULAR, PEATONAL
Y PROPUESTA DE UNA CICLOVÍA EN LA AVENIDA
LITORAL DE LA CIUDAD DE EL ALTO**

circulará durante un intervalo de tiempo dado, de su variación, de su tasa de crecimiento y de su composición.

Los errores que se cometan en la determinación de estos datos, ocasionarán que la carretera o calle funcione durante el periodo de proyecto, bien con volúmenes de tráfico muy inferiores a aquellos para los que se proyecte, ó mal con problemas de congestión por volúmenes de tráfico altos muy superiores a los proyectados.

Los estudios sobre volúmenes de tráfico son realizados con el propósito de obtener información relacionada con el movimiento de vehículos sobre puntos o secciones específicas dentro de un sistema vial. Estos datos de volúmenes de tráfico son expresados con respecto al tiempo, y de su conocimiento se hace posible el desarrollo de estimaciones razonables de la calidad de servicio prestado a los usuarios.

Se define como volumen de tráfico al número de vehículos que pasan por un punto o sección transversal dados, de un carril o de una calzada, durante un periodo determinado y se expresa como:

$$Q = N / T$$

Donde:

Q = Vehículos que pasan por unidad de tiempo (Vehículos / periodo).

N = Número total de vehículos que pasan (vehículos).

T = Período determinado (unidades de tiempo).

5.3.2.1 VOLÚMENES DE TRÁFICO ABSOLUTOS O TOTALES.

Es el número total de vehículos que pasan durante el lapso de tiempo determinado, dependiendo de la duración del lapso de tiempo determinado, se tienen los siguientes volúmenes de tráfico totales o absolutos:

- Tráfico anual (TA): Es el número total de vehículos que pasan durante un año, en este caso $T = 1$ año.
- Tráfico mensual (TM): Es el número total de vehículos que pasan durante un mes, en este caso $T = 1$ mes.

- Tráfico semanal (TS): Es el número total de vehículos que pasan durante una semana, en este caso $T = 1$ semana.
- Tráfico diario (TD): Es el número total de vehículos que pasan durante un día, en este caso $T = 1$ día.
- Tráfico horario (TH): Es el número total de vehículos que pasan durante una hora, en este caso $T = 1$ hora.
- Tasa de flujo o flujo (q): Es el número total de vehículos que pasan durante un período inferior a una hora, en este caso $T < 1$ hora.

5.3.2.2 VOLÚMENES DE TRÁFICO PROMEDIO DIARIOS.

Se define el volumen de tráfico promedio diario (TPD), como el número total de vehículos que pasan durante un periodo dado (en días completos) igual ó menor a un año y mayor que un día, dividido entre el número de días del periodo.

De acuerdo al número de días de este período, se presentan los siguientes volúmenes de tráfico promedio diarios, dados en vehículos por día:

- Tráfico promedio diario anual (TPDA)

$$TPDA = TA / 365$$

- Tráfico promedio diario mensual (TPDM)

$$TPDM = TM / 30$$

- Tráfico promedio diario semanal (TPDS)

$$TPDM = TS / 7$$

5.3.2.3 CARACTERÍSTICAS DE LOS VOLUMENES DE TRÁFICO.

Los volúmenes de tráfico siempre deben ser considerados como dinámicos, por lo que solamente son precisos para el periodo de duración de los aforos. Sin embargo, debido a que sus variaciones son generalmente rítmicas y repetitivas, es importante tener un conocimiento de sus características, para así programar aforos, relacionar volúmenes en un tiempo y lugar con volúmenes de otro tiempo y lugar, y prever con la debida anticipación

la actuación de las fuerzas dedicadas al control del tráfico y labor preventiva, así como las de conservación.

Por lo tanto, es fundamental, en la planeación y operación de la circulación vehicular, conocer las variaciones periódicas de los volúmenes de tráfico dentro de las horas de máxima demanda, en las horas de día, en los días de la semana y en los meses del año. Aún más, también es importante conocer las variaciones de los volúmenes de tráfico en función de su distribución por carriles, su distribución direccional y su composición.

5.3.2.4 DISTRIBUCIÓN Y COMPOSICIÓN DEL VOLUMEN DE TRÁFICO.

La distribución de los volúmenes de tráfico por carriles debe ser considerada, tanto en el proyecto como en la operación de calles y carreteras. Tratándose de tres o más carriles de operación en un sentido, el flujo se asemeja a una corriente hidráulica. Así, al medir los volúmenes de tráfico por carril, en zona urbana, la mayor velocidad y capacidad, generalmente se logran en el carril del medio; las fricciones laterales como paradas de autobuses y taxis, las vueltas a la izquierda y derecha causan un flujo más lento en los carriles extremos, llevando el menor volumen el carril cercano a la acera.

En carretera, a volúmenes bajos y medios suele ocurrir lo contrario, por lo que se reserva el carril cerca de la faja separadora central para vehículos más rápidos y para rebases, se presentan mayores volúmenes en el carril inmediato al acotamiento. En autopistas de tres carriles con altos volúmenes de tráfico, rurales o urbanas, por lo general hay mayores volúmenes en el carril inmediato a la faja separadora central.

En cuanto a la distribución direccional, en las calles que comunican el centro de la ciudad con la periferia de la misma, el fenómeno común que se presenta en el flujo de tráfico es de volúmenes máximos hacia el centro en la mañana y hacia la periferia en las tardes y noches. Es una situación semejante al flujo y reflujo que se presenta los fines de semana cuando los vacacionistas salen de la ciudad el viernes y sábado y regresan el domingo en la tarde. Este fenómeno se presenta especialmente en arterias del tipo radial.

En cambio, ciertas arterias urbanas que comunican centros de gravedad importantes, no registran variaciones direccionales muy marcadas en los volúmenes de tráfico.

En los estudios de volúmenes de tráfico es muy útil conocer la composición y variación de los distintos tipos de vehículos. La composición vehicular se mide en términos de porcentajes sobre el volumen total. Por ejemplo, porcentaje de automóviles, de autobuses y de camiones. En los países más adelantados, con un mayor grado de motorización, los porcentajes de autobuses y camiones en los volúmenes de tráfico son bajos.

En cambio, en países con menor grado de desarrollo, el porcentaje de estos vehículos grandes y lentos es mayor

5.3.2.5 VARIACIÓN DIARIA DEL VOLUMEN DE TRÁFICO.

Se han estudiado cuáles son los días de la semana que llevan los volúmenes normales de tráfico. Así, para carreteras principales de lunes a viernes los volúmenes son muy estables los máximos, generalmente se registran durante el fin de semana, ya sea el sábado o el domingo, debido a que durante estos días por estas carreteras circula una alta demanda de usuarios de tipo turístico y recreacional.

En carreteras secundarias de tipo agrícola, los máximos volúmenes se presentan entre semana. En las calles de la ciudad, la variación de los volúmenes de tráfico diario no es muy pronunciada entre semana, esto es que están más o menos distribuidos en los días laborales, sin embargo, los más altos volúmenes ocurren el viernes. También vale la pena mencionar, con referencia a la variación diaria de los volúmenes de tráfico tanto a nivel urbano como rural, que se presentan máximos en aquellos días de eventos especiales como Semana Santa, Navidad, fin de año, competencias deportivas nacionales e internacionales, etc.

5.3.2.6 VARIACIÓN MENSUAL DEL VOLUMEN DE TRÁFICO.

Hay meses que las calles y carreteras llevan mayores volúmenes que, presentando variaciones notables. Los más altos volúmenes de tráfico se registran en Semana Santa, en las vacaciones escolares y a fin de año por las fiestas y vacaciones navideñas del mes de diciembre. Por razón los volúmenes de tráfico promedio diarios que caracterizan cada mes son diferentes, dependiendo también, en cierta manera, de la categoría y del tipo de servicio que presten las calles y carreteras. Sin embargo, el patrón de variación de cualquier

vialidad no cambia grandemente de año a año, a menos que ocurran cambios importantes en suelo, en los usos de la tierra, o se construyan nuevas calles o carreteras que funcionen como alternas.

5.3.2.7 RELACIÓN ENTRE LOS VOLÚMENES DE TRÁFICO PROMEDIO DIARIO, ANUAL Y SEMANAL.

El comportamiento de cualquier fenómeno o suceso estará naturalmente mucho mejor caracterizado cuando se analiza todo su universo. En este caso, el tamaño de su población está limitado en el espacio y en el tiempo por las variables asociadas al mismo.

Con respecto a volúmenes de tráfico, para obtener el tráfico promedio diario anual, TPDA, es necesario disponer del número total de vehículos que pasan durante el año por el punto de referencia, mediante aforos continuos a lo largo de todo el año, ya sea en periodos horarios, diarios, semanales ó mensuales. Muchas veces esta información anual es difícil de obtener, al menos en todas las vialidades por los costos que ello implica, sin embargo, se pueden obtener datos en las casetas de cobro para las carreteras de cuota y mediante contadores automáticos instalados en estaciones maestras de la gran mayoría de las carreteras de la red vial primaria de la nación.

En estos casos, muestras de los datos sujetas a las mismas técnicas de análisis permiten generalizar el comportamiento de la población. No obstante, antes de que los resultados se puedan generalizar, se debe analizar la variabilidad de la muestra para así estar seguros, con cierto nivel de confiabilidad, que ésta se puede aplicar a otro número de casos no incluidos, y que forman parte de las características de la población.

Por lo anterior, en el análisis de volúmenes de tráfico, la media poblacional o tráfico promedio diario anual, TPDA, se estima con base en la media muestral o tráfico promedio diario semanal, TPDS, según la siguiente expresión:

$$\text{TPDA} = \text{TPDS} \pm A$$

Donde:

$A =$ Máxima diferencia entre el TPDA y el TPDS

El valor de A, sumado o restado del TPDS, define el intervalo de confianza dentro del cual se encuentra el TPDA. Para un determinado nivel de confianza, el valor de A es:

$$A = K * E$$

Donde:

K = Número de desviaciones estándar correspondiente al nivel de confiabilidad deseada.

E = Error estándar de la media

En la distribución normal, para niveles de confiabilidad del 90% y 95% los valores de constante K son 1,64 y 1,96 respectivamente.

Estadísticamente se ha demostrado que las medias de diferentes muestras, tomadas de la misma población, se distribuyen normalmente alrededor de la media poblacional con una desviación estándar equivalente al error estándar. Por lo tanto, también se puede expresar que:

$$E = \sigma'$$

Donde:

σ' = Estimador de la desviación estándar poblacional (σ)

$$\sigma' = S / n^{0.5} * [(N - n) / (N - 1)]^{0.5}$$

Donde:

S = Desviación estándar de la distribución de los volúmenes de tráfico ó desviación estándar muestral.

n = Tamaño de la muestra en número de días del aforo.

N = Tamaño de la población en número de días del año.

La desviación estándar muestral S, se calcula como:

$$S = [\sum (TD_i - TPDS)^2 / (n - 1)]^{0.5}$$

Donde:

TD_i = Volumen de tráfico del día i .

5.3.3. VOLÚMENES A FUTURO.

5.3.3.1 PRONÓSTICO DEL VOLUMEN DE TRÁFICO FUTURO.

El Pronóstico del volumen de tráfico futuro, por ejemplo, el TPDA del año de proyecto, en el mejoramiento de una carretera existente o en la construcción de una nueva carretera, deberá basarse no solamente en los volúmenes normales actuales, sino también en los incrementos del tráfico que se espera utilicen la nueva carretera.

5.3.4. TRÁFICO ACTUAL.

El tráfico actual (TA) es el volumen de tráfico que usará la carretera mejorada o la nueva carretera en el momento de quedar completamente en servicio. En el mejoramiento de una carretera existente, el tráfico actual se compone del tráfico existente (TE) antes de la mejora, más el tráfico atraído (TA_t) a ella de otras carreteras una vez finalizada su reconstrucción total. En el caso de la apertura de una nueva carretera, el tráfico actual se compone completamente de tráfico atraído.

El tráfico actual (TA) se puede establecer a partir de aforos vehiculares sobre las vialidades de la región que influyan en la nueva carretera, estudios de origen y destino, o utilizando parámetros socioeconómicos que se identifiquen plenamente con la economía de la zona. En áreas rurales cuando no se dispone de estudios de origen y destino ni datos de tipo económico, para estudios preliminares es suficiente la utilización de las series históricas de los aforos vehiculares en términos de los volúmenes de tráfico promedio diario anual (TPDA) representativos de cada año. De esta manera, el tráfico actual (TA) se expresa como:

$$TA = TE + TA_t$$

Para la estimación del tráfico atraído (TA_t) se debe tener un conocimiento completo de las condiciones locales, de los orígenes y destinos vehiculares y del grado de atracción de todas las vialidades comprendidas. A su vez, la cantidad de tráfico atraído depende de la capacidad y de los volúmenes de las carreteras existentes, así, por ejemplo, si están saturadas o congestionadas, la atracción será mucho más grande. Los usuarios, componentes del tráfico atraído a una nueva carretera, no cambian ni su origen, ni su

destino, ni su modo de viaje, pero la eligen motivados por una mejora en los tiempos de recorrido, en la distancia, en las características geométricas, en la comodidad y en la seguridad. Como no se cambia su modo de viaje, a este volumen de tráfico también se le denomina tráfico desviado.

5.3.5. INCREMENTO DEL TRÁFICO (IT).

El incremento del tráfico (IT) es el volumen de tráfico que se espera use la nueva carretera en el año futuro seleccionado como de proyecto. Este incremento se compone del crecimiento normal del tráfico (CNT), del tráfico generado (TG) y del tráfico desarrollado (TD).

$$IT = CNT + TG + TD$$

5.3.6. EL CRECIMIENTO NORMAL DEL TRÁFICO (CNT).

Es el incremento del volumen de tráfico debido al aumento normal en el uso de los vehículos. El deseo de las personas por movilizarse, la flexibilidad ofrecida por el vehículo y la producción industrial de más vehículos cada día, hacen que esta componente del tráfico siga aumentando. Sin embargo, deberá tenerse gran cuidado en la utilización de los indicadores del crecimiento del parque vehicular nacional para propósitos de proyecto, ya que no necesariamente reflejan las tasas de crecimiento en el área local bajo estudio, aunque se ha comprobado que existe cierta correlación entre el crecimiento del parque vehicular y el crecimiento del TPDA.

$$CNT = TPDA * [2 + (N - 1) * r]^{1/2}$$

Donde:

TPDA = Tráfico Promedio Diario Anual

r = Tasa de crecimiento vehicular

N = Años de proyección

5.3.7. EL TRÁFICO GENERADO (TG).

Consta de aquellos viajes vehiculares, distintos a los del transporte público, que no se realizarían si no se construye la nueva carretera. El tráfico generado se compone de tres

categorías: el tráfico inducido, o nuevos viajes no realizados previamente por ningún modo de transporte; el tráfico convertido, o nuevos viajes que previamente se hacían masivamente en taxi, autobús, tren, avión o barco, y que por razón de la nueva carretera se harían en vehículos particulares; y el tráfico trasladado, consistente en viajes previamente hechos a destinos completamente diferentes, atribuibles a la atracción de la nueva carretera y no al cambio en el uso del suelo. Al tráfico generado se le asignan tasas de incremento entre el 5 y el 25 % del tráfico actual, con un periodo de generación de uno ó dos años después de que la carretera ha sido abierta al servicio.

5.3.8. EL TRÁFICO DESARROLLADO (TD).

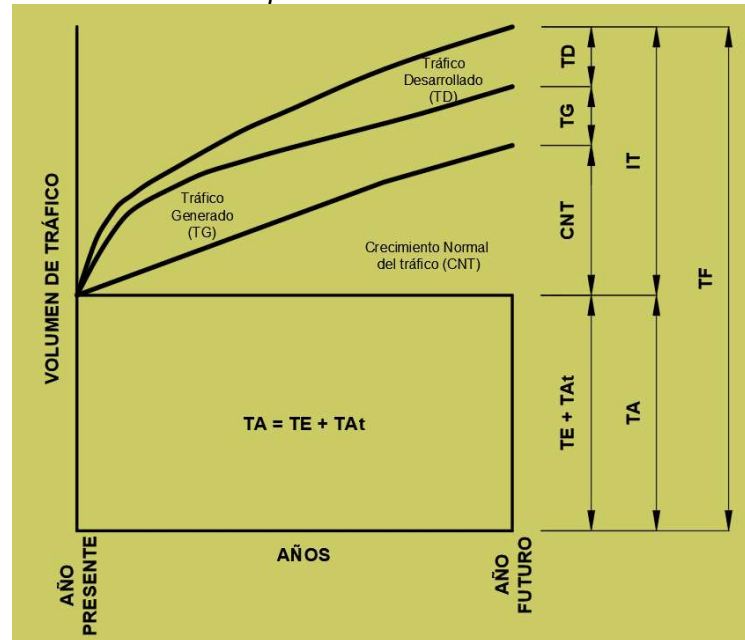
Es el incremento del volumen de tráfico debido a las mejoras en el suelo adyacente a la carretera. A diferencia del tráfico generado, el tráfico desarrollado continúa actuando por muchos años después que la nueva carretera ha sido puesta al servicio. El incremento del tráfico debido al desarrollo normal del suelo adyacente forma parte del crecimiento normal del tráfico, por lo tanto, éste no se considera como una parte del tráfico desarrollado. Pero la experiencia indica que, en carreteras construidas con altas especificaciones, el suelo lateral tiende a desarrollarse más rápidamente de lo normal, generando valores del orden del 5 % del tráfico actual.

$$TD = (5 \%) * TA$$

5.3.9. TRÁFICO A FUTURO.

Los volúmenes de tráfico futuro (TF), para efectos de proyecto se derivan a partir del tráfico actual (TA) y del incremento del tráfico (IT), esperado al final del periodo o año meta seleccionado. De acuerdo a esto, se puede plantear la siguiente expresión:

$$TF = TA + IT$$

Ilustración 41. Componentes del volumen de tráfico futuro

Fuente: Volumen de tránsito

5.3.10. CÁLCULO DEL TRÁFICO PROMEDIO DIARIOS ANUAL DEL PROYECTO (TPDA)

El aforo vehicular se lo ha realizado en la Avenida Litoral:

Tabla 15: Resumen de aforos

Día	Veh. mixtos / día
Lunes	771
Martes	785
Miércoles	797
Jueves	787
Viernes	798
Sábado	778
Domingo	772
TS (tráfico semanal)	5488

Fuente: Elaboración propia

Donde tenemos:

n = 7 [días]

Número de días de aforo

N = 365 [días]

Tamaño de población en número de días del año

$$K = 1,96$$

Numero de desviaciones estándar correspondiente al nivel de confiabilidad deseado (95%)

$$TPDS = TS / n = 784 \text{ [veh mix/día]} \quad \text{Tráfico Promedio Diario Semanal}$$

$$TPDA = \text{Tránsito Promedio Diario Anual} \quad TDi = \text{volumen de tránsito del día "i"}$$

Tabla 16: Factores de la desviación estándar

Día	TD _i	TPDS	(TD _i - TPDS) ²
Lunes	771	784	169
Martes	785	784	1
Miércoles	797	784	169
Jueves	787	784	9
Viernes	798	784	196
Sábado	778	784	36
Domingo	772	784	144
$\sum (TD_i - TPDS)^2$			724

Fuente: Elaboración propia

$$S = [(\sum(TD_i - TPDS)^2 / (n-1))]^{0.5} = 11 \text{ [veh mix/día]} \quad \text{Desviación estándar muestral}$$

$$\sigma' = S / n^{0.5} * [(N-n) / (N-1)]^{0.5} = 5 \text{ [veh mix/día]} \quad \text{Estimador de la desviación estándar poblacional}$$

$$E = \sigma' = 5 \text{ [veh mix/día]} \quad \text{Error estándar de la media}$$

$$A = K * E = 10 \text{ [veh mix/día]} \quad \text{Máxima diferencia entre TPDA y TPDS}$$

Por consiguiente, tenemos:

$$TPDA = 784 \pm 10 \text{ [veh mix/día]}$$

$$TPDA = TPDS \pm K \sigma$$

$$\left\{ \begin{array}{ll} TPDA_1 = 794 \text{ [veh mix/día]} & \text{Valor máximo} \\ TPDA_2 = 774 \text{ [veh mix/día]} & \text{Valor mínimo} \end{array} \right.$$

Teniendo en cuenta el TPDA de vehículos, en el tramo entre Av. Costanera y Av. 6 de Marzo de la Av. Litoral.

CÁLCULO DEL TRAFICO FUTURO DEL PROYECTO (TF)

Asumimos el TPDA₁, mayor, del tramo como Tráfico Actual (TA)

$$TA = 794 \text{ [veh mix/día]}$$

$$\%TG = 15 \% \quad \text{Trafico Generado}$$

$$\%TD = 5\% \quad \text{Trafico Desarrollado}$$

$$N = 20 \quad \text{Años de proyección.}$$

CÁLCULO DE LA TASA DE CRECIMIENTO DEL PARQUE AUTOMOTOR

$$r = 3,6 \% \quad \text{Tasa de Crecimiento del Parque Automotor}$$

Tabla 17: Trafico futuro por años

Año	TA	CNT	TG	TD	TF	Año
0	794	794	120	40	954	2022
1	794	794	120	40	954	2023
2	794	808	120	40	968	2024
3	794	822	120	40	982	2025
4	794	836	120	40	996	2026
5	794	851	120	40	1011	2027
6	794	865	120	40	1025	2028
7	794	879	120	40	1039	2029
8	794	894	120	40	1054	2030
9	794	908	120	40	1068	2031
10	794	922	120	40	1082	2032
11	794	936	120	40	1096	2033
12	794	951	120	40	1111	2034
13	794	965	120	40	1125	2035
14	794	979	120	40	1139	2036
15	794	994	120	40	1154	2037
16	794	1008	120	40	1168	2038
17	794	1022	120	40	1182	2039
18	794	1036	120	40	1196	2040
19	794	1051	120	40	1211	2041
20	794	1065	120	40	1225	2042

Fuente: Elaboración propia

Determinaremos el nivel de servicio futuro al cual operara la avenida Litoral, la capacidad y el volumen de tránsito.

Datos del proyecto:

- 1.- 4 carriles (2 por sentido), de 3,70 m. de ancho cada uno
- 2.- Aceras laterales a 1.50 m (mínimo) en ambos de calzada
- 3.- Terreno plano.
- 4.- Velocidad de proyecto de 60 km/h.
- 5.- Volumen horario de máxima demanda de 1225 vehículos mixtos por hora por sentido, en día laborable, distribuidos en 10% camión, 21% minibús y 69% automóviles con un FHMD de 0.95.

Nivel de servicio actual:

Una forma de determinar el nivel de servicio consiste en calcular la relación efectiva actual v/c , que se obtiene de la ecuación

$$v/c = FS / c_j (N) (f_a) (f_{vp}) (f_c)$$

Donde:

$$FS = VHMD / FHMD = 1225 / 0,95 = 1290 \text{ vph}$$

$$c_j = 2000 \text{ automóviles / hora / carril}$$

$$N = 2 \text{ carriles por sentido.}$$

Y de las respectivas tablas.

$$f_A = 0,98$$

$$f_c = 1.00$$

$$E_c = 4.0 \quad E_B = 3.0$$

El factor por vehículos pesados, para este caso, según la ecuación, es:

$$f_{VP} = \frac{100}{100 + P_C (E_C - 1) + P_B (E_B - 1)}$$

$$f_{VP} = 100 / 100 + 10 (4,0 - 1) + 21 (3,0 - 1) = 0,5813$$

$$f_{VP} = 0,58$$

Luego: 0,58

$$v/c = 1290 / 2000 (2) (0,98) (1,00) (0,58) = 0,73$$

Conclusiones

- El volumen de tráfico de vehículos proyectado a 20 años, no afectara a la capacidad vial de la vía.
- Se observa que la relación efectiva futura de v/c esta entre 0.54 y 0.77, que son los límites inferior y superior que define el nivel servicio C (estable).

5.4 VELOCIDAD DE DISEÑO

Es el parámetro más significativo de un diseño de ciclovía ya que determina otros componentes de la ciclovía. Se aconseja que para zonas urbanas la velocidad sea de 30 Km/h dejando un margen ya que la velocidad promedio de ciclista dentro de ciudades es de 20 Km/h. La velocidad mínima según CROW 2011 que puede circular una bicicleta sin inestabilidad y zigzaguo al transitar es de 12 Km/h.

En pendientes cuesta abajo, si la pendiente es pronunciada, la velocidad de diseño debe acrecentarse para que el ciclista pueda aumentar su velocidad sin afectar su seguridad en el descenso.

Ilustración 42: Velocidad de diseño en función de la pendiente de descenso

Pendiente	Longitud (m)		
	25 a 75 m	75 a 150 m	> 150 m
3-5 %	35 Km/h	40Km/h	45 Km/h
6-8 %	40 Km/h	50Km/h	55 Km/h
9 %	45 Km/h	55Km/h	60 Km/h

Fuente: Velo Quebec (2003)

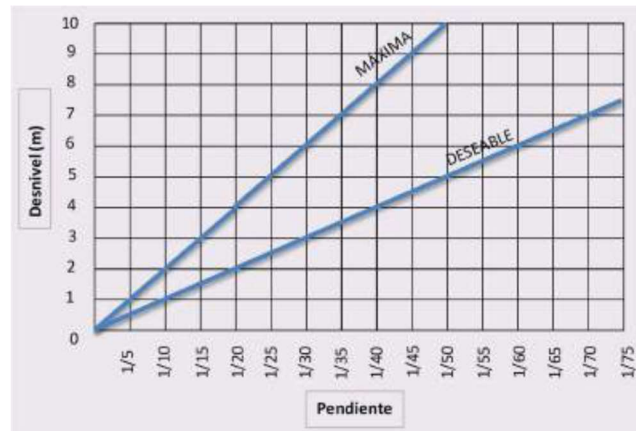
Conclusiones

La velocidad de diseño adoptada en la propuesta es de 30 Km/h ya que se trata de una ciclovía que está dentro del radio urbano.

5.5 PENDIENTES

Con respecto a las pendientes que posea la infraestructura mencionar que no sólo se considera la pendiente positiva siendo esta la que genera un esfuerzo adicional al ciclista al transitarla, las negativas provocan una sensación de inseguridad por el incremento de velocidad ya que si no se tiene la precaución en su recorrido se pueden producir accidentes.

Ilustración 43: Pendientes máximas en función al desnivel a superar



Fuente: IDU, (1999).

Longitud de pendiente

En tramos donde la pendiente es menor o igual al 3% no ofrece mayores problemas, pero para pendientes mayores al 6% es recomendable que la longitud de tramo sea no muy dilatada ya que esto provoca un desgaste físico del ciclista.

Tabla 18: Pendientes según longitud máxima permitida del tramo

PENDIENTE	LONGITUD MÁXIMA PERMITIDA DEL TRAMO
3-6 %	500 m
6-8 %	250 m
8-10 %	90 m
más de 10 %	30 m

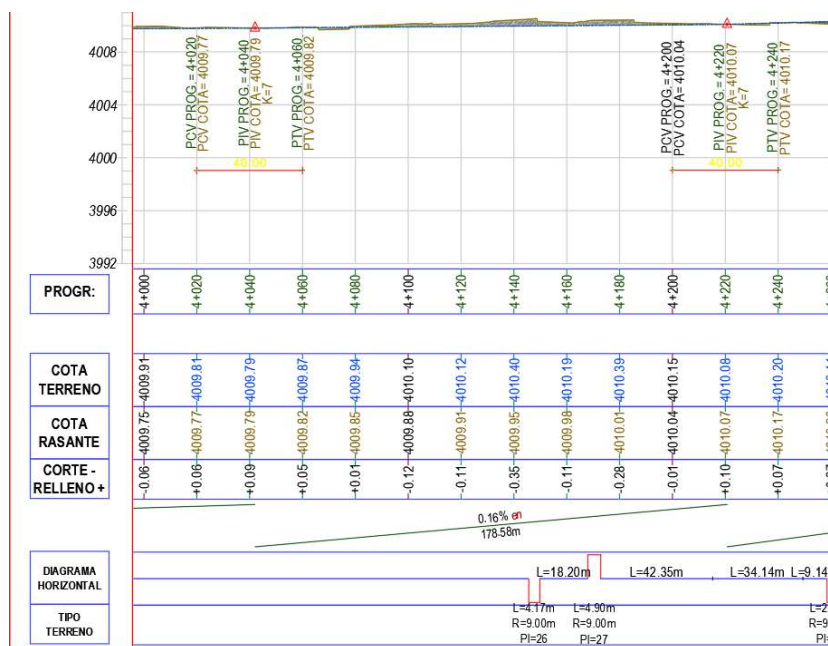
Fuente: HAASE M. (2012).

El efecto negativo de los ascensos sobre la comodidad de la circulación en bicicleta se puede mitigar parcialmente, si cada cambio de inclinación está precedido por un tramo llano que permita al ciclista acelerar antes de empezar a ascender.

En cuanto a las pequeñas rampas para salvar obstáculos o remontar bordillos, se recomiendan inclinaciones del 6% y máximas del 10-15%. Para remontar un bordillo de 12 cm, la rampa necesaria sería de 2 m al 6% y de 1,2 m al 10%. Hay que tener en cuenta que inclinaciones superiores resultan incómodas para el tránsito ciclista.

Para facilitar el drenaje, conviene que la vía ciclista tenga como mínimo una pendiente transversal del 0,5%, pero en zonas lluviosas debería ampliarse hasta 1-2%.

Ilustración 44: Pendiente mínima de un tramo de la Av. Litoral



Fuente: Elaboración propia

En la propuesta de la ciclovía de la Av. Litoral se tiene como pendiente máxima de 5%, en tramos de pavimento existente e intersecciones se adoptará la misma pendiente si no excede el máximo de 5%.

Ilustración 45: Alineamiento horizontal y perfil longitudinal de la ciclovía de la Av. Litoral

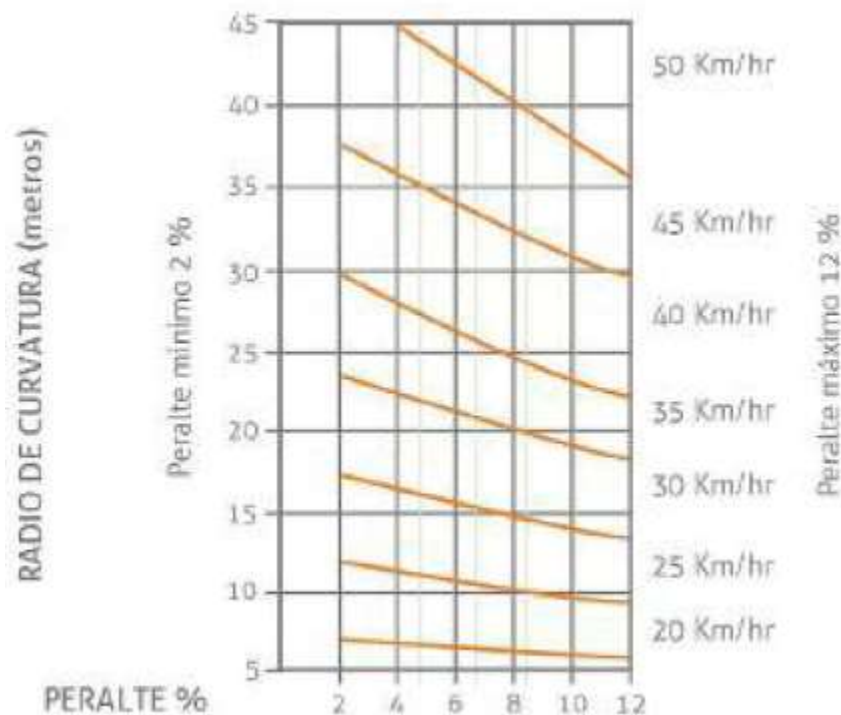


Fuente: Elaboración propia

5.6 PERALTE

Una forma de contrarrestar la fuerza centrífuga generada al transitar en una curva el ciclista se desvía de su trayectoria para evitar esto se realiza el peralte que es la sobreelevación de la parte exterior de la curva, según la experiencia se establece como máximo un 12% ya que a este valor se percibe incomodidad de la inclinación.

Usualmente el peralte se encuentra entre 2 % que es el mínimo necesario para un buen drenaje y 5 %, valores más altos que el 5 % provocan dificultad de manejo en velocidades bajas.

Ilustración 46: Radios de curvatura en función del peralte y la velocidad de diseño

Fuente: ITDP México, & I-CE. (2011).

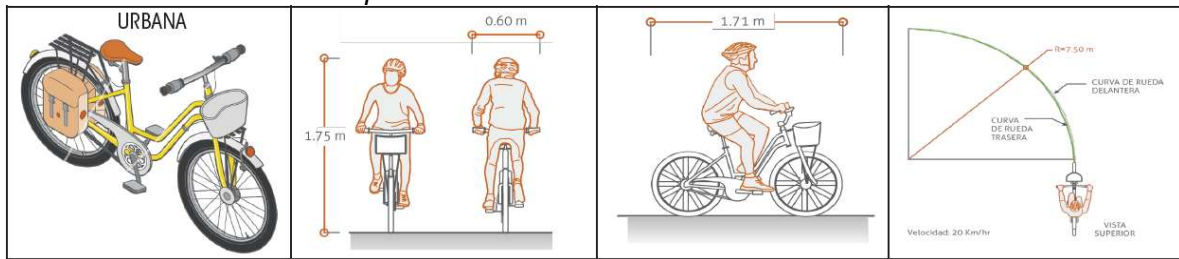
5.7 DISEÑO GEOMÉTRICO

Se estableció el diseño geométrico de la ciclovía bajo los lineamientos establecidos en las normas y distintos manuales nacionales como: “Manual De Diseño Vial La Paz” (La Paz, Bolivia – 2018), Gobierno Municipal de La Paz, “Manual de diseño de Calles Para Las Ciudades Bolivianas (septiembre de 2015), Cooperación Suiza en Bolivia a través de su proyecto Aire Limpio, “Programa Municipal De Transporte (PROMUT) Para La Ciudad De El Alto (2017)”- Gobierno Autónomo Municipal de El Alto, “Repensando las ciclovías para la movilidad urbana en Bolivia (2020)”- Stephanie Weiss-Müller y Juan Edson Cabrera-Quispe, “Una aproximación a la red de ciclovías en las ciudades bolivianas (2021)”- Abigail Roque; donde se ordenan sus elementos físicos del alineamiento horizontal como pendientes, ancho de vía, velocidad de diseño, peralte, radio de giro, sobreancho, distancia de visibilidad, dispositivos delineadores y los enlaces de la intersección vial; cuyo diseño se

modifica a lo largo de la vía considerando los cruces con otras avenidas y accesos a distintas zonas.

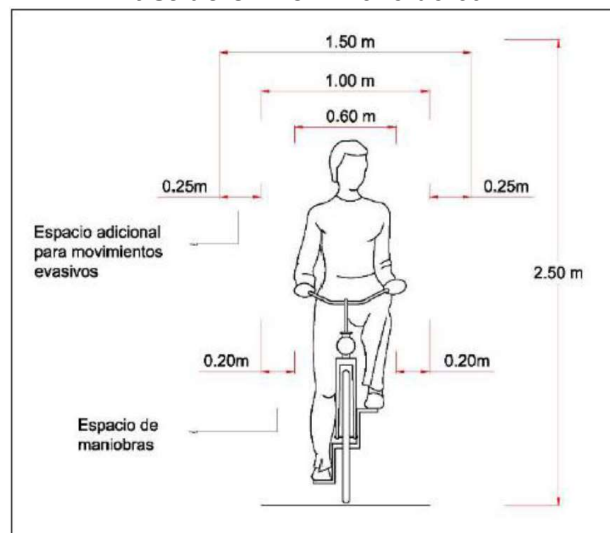
En la ilustración 47 y 48 se detallan las dimensiones de la bicicleta utilizada con las que se estableció las distancias de operación óptimas para un ciclista.

Ilustración 47: Tipo de bicicleta utilizada en la ciclovía de la Av. Litoral



Fuente: Elaboración Manual de Diseño Vial

Ilustración 48: Ancho de carril



Fuente: Elaboración Manual de Diseño Vial

5.7.1. Cálculo de Radio de giro

El radio de curvatura que se utiliza para conectar dos tangentes en ciclovías se pueden calcular de dos maneras:

- En función al Ángulo de inclinación.

- En función al peralte y coeficiente de fricción.

El radio de curvatura mínimo para girar para un ciclista está en función de la velocidad peralte la fricción entre neumáticos y superficie además de la pericia del conductor, en lo posible los radios de giro en curvas deben no deben reducir la velocidad ya que afecta a su comodidad y seguridad.

$$R = \frac{v^2}{127 * (e + f)} \quad \text{Ec.(1)}$$

La ecuación Ec. (1) se usa para determinar el radio de curvatura

Dónde:

R: radio de curvatura (m).

V: velocidad de diseño (Km/h).

e: peralte (%/100).

f: coeficiente de fricción

El coeficiente de fricción entre la llanta del neumático y la superficie, se puede extrapolar de la ecuación Ec. (2) utilizada para áreas pavimentadas con valores de velocidad que van de 24 Km/h a 48 Km/h según IDU (1999).

$$f = 0.38 - \frac{V}{300} \quad \text{Ec.(2)}$$

Dónde:

f: coeficiente de fricción.

V: velocidad de diseño (Km/h).

Calculando con la Ec. (2) el coeficiente de fricción con una velocidad de diseño de 30 Km/hr, tenemos:

$$f = 0.38 - \frac{v}{300} \quad f = 0.38 - \frac{30}{300} = 0.28$$

Luego adoptando el valor de peralte de 2%, calculamos el radio mínimo de curvatura

$$R = \frac{30^2}{127 * (0.02 + 0.8)} = 8.64 \approx 9 \text{ m.}$$

El radio de curvatura mínimo adoptado en la propuesta es de 9.0 m.

Ilustración 49: Radio de curvatura mínimo adoptado de 9 m.



Fuente: Elaboración propia.

5.7.2. Cálculo de Distancia de Visibilidad

Es un elemento de seguridad que mide el espacio longitudinal que requiere el usuario para detenerse ante algún obstáculo. Está en función del tiempo de percepción-reacción del ciclista, el estado de la superficie, coeficiente de fricción, la pendiente y la velocidad. Se calcula con la ecuación Ec. (3)

$$S = \frac{V^2}{255 * (G + f)} + 0,694 * V \quad \text{Ec. (3)}$$

Dónde:

S = Distancia de visibilidad (m).

V = Velocidad de diseño (Km/h).

f = Coeficiente de fricción.

G = Pendiente (%/100), (-) cuesta abajo y (+) cuesta arriba.

Según el manual de Ciclo ciudades Tomo IV se recomienda que el factor de fricción deba adoptar un valor de 0,25.

En caso de existir curvas se debe verificar la visibilidad en planta como en elevación, debe existir un despeje lateral, una zona libre de obstáculos. Se mide el despeje lateral de la parte interna del carril y está en función del radio de curvatura. Como se expresa en la ecuación Ec. (4)

$$M = R * (1 - \cos (28,65 * \frac{S}{R})) \quad \text{Ec. (4)}$$

Dónde:

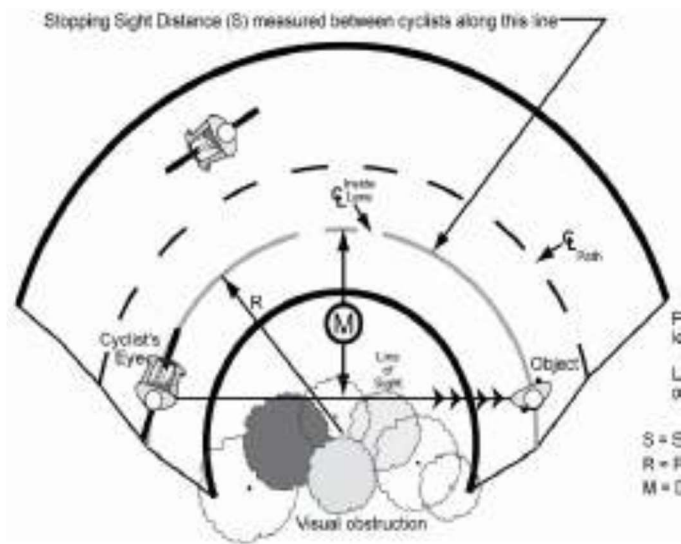
M = Despeje lateral, medido desde el centro de la línea del carril interior (m).

S = Distancia de visibilidad (m).

Con la velocidad de diseño de 30 km/h, la pendiente longitudinal del tramo se calcula "S" de Ec. (3)

$$S = \frac{30^2}{255 * (0.0508 + 0.25)} + 0,694 * 30 = 32.55 \text{ m.}$$

Ilustración 50: Distancia de visibilidad



Fuente: Manual de diseño vial.

$$M = R \left[1 - \cos \left(\frac{28.65 S}{R} \right) \right]$$

$$S = \frac{R}{28.65} \left[\cos^{-1} \left(\frac{R - M}{R} \right) \right]$$

Con el valor de S podemos calcular "M" de la Ec. (4)

$$M = 20 * \left(1 - \cos \left(28,65 * \frac{33}{20} \right) \right) = 39.77 \text{ m.}$$

5.8 PAVIMENTOS

Los materiales más comunes con el cuales se realiza la superficie de rodadura son:

- **Asfalto:** Es un material relativamente económico y de características aceptables en cuanto a acabado permitiendo velocidades más elevadas, pero requiere un mantenimiento periódico ya que cuando se generan fracturas en la superficie las cuales de no ser reparadas a tiempo se agravan y podrían afectar a la sub base y resultan más costosa su rehabilitación al tránsito.

- **Concreto:** Los pavimentos de este material son más económicos en nuestro medio y más durables. Su terminación requiere tener rugosidad para no ser deslizante por los que al transitar genera una vibración en el tránsito ciclista provocando velocidades moderadas.
- **Adoquín o baldosa:** Se utilizan en zonas donde se quiere preservar la estética integración al entorno, requieren más tiempo y mano de obra para su ejecución. No es muy adecuada para la circulación de bicicletas por no permitir velocidades altas.

Los requisitos mínimos para un pavimento de una ciclovía son:

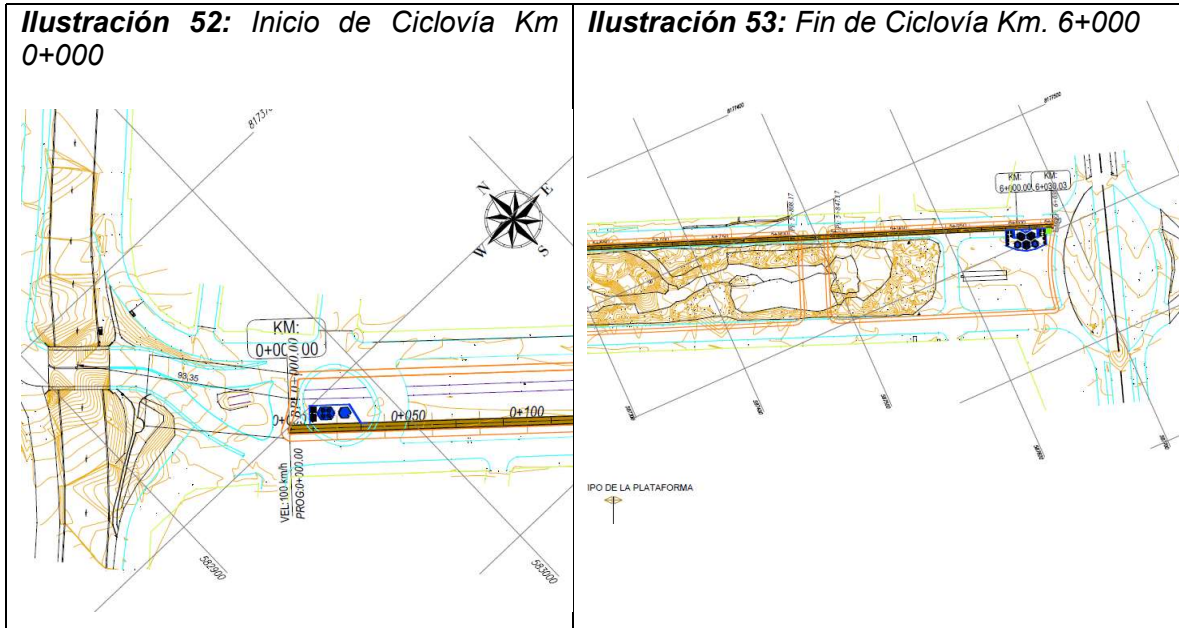
- Se deben demarcar correctamente el pavimento de la ciclovía que se destaque respecto a los otros, este color puede ser rojo, amarillo, azul, etc.
- La superficie tiene que ser uniforme, impermeable, antideslizante, exenta de baches.

Ilustración 51: Valoración de soluciones según tipo de superficie de rodadura

	Asfalto	Concreto/ Hormigón	Adoquín/Baldosa	Gravilla compactada
Adherencia	*****	*****	*****	**
Resistencia rodadura	*****	***	**	*
Resistencia a la erosión	*****	*****	*****	*
Regularidad superficial	*****	***	**	*
Costo de construcción	**	***	*	*****
Costo de mantenimiento	***	***	**	**
Compatibilidad con vehículos motorizados	*****	*****	**	*
*(Mala), ** (Regular), *** (Aceptable), ***** (Buena)				

Fuente: Ministerio de Transporte de Colombia. (2016)

En el proyecto se utilizará el pavimento flexible desde Km 0+000 (Altura Av. Costanera) hasta el Km 6+000 (altura Av. 6 de Marzo), la misma capa de rodadura de la calzada existente en la Av. Litoral.



Fuente: Elaboración Propia.

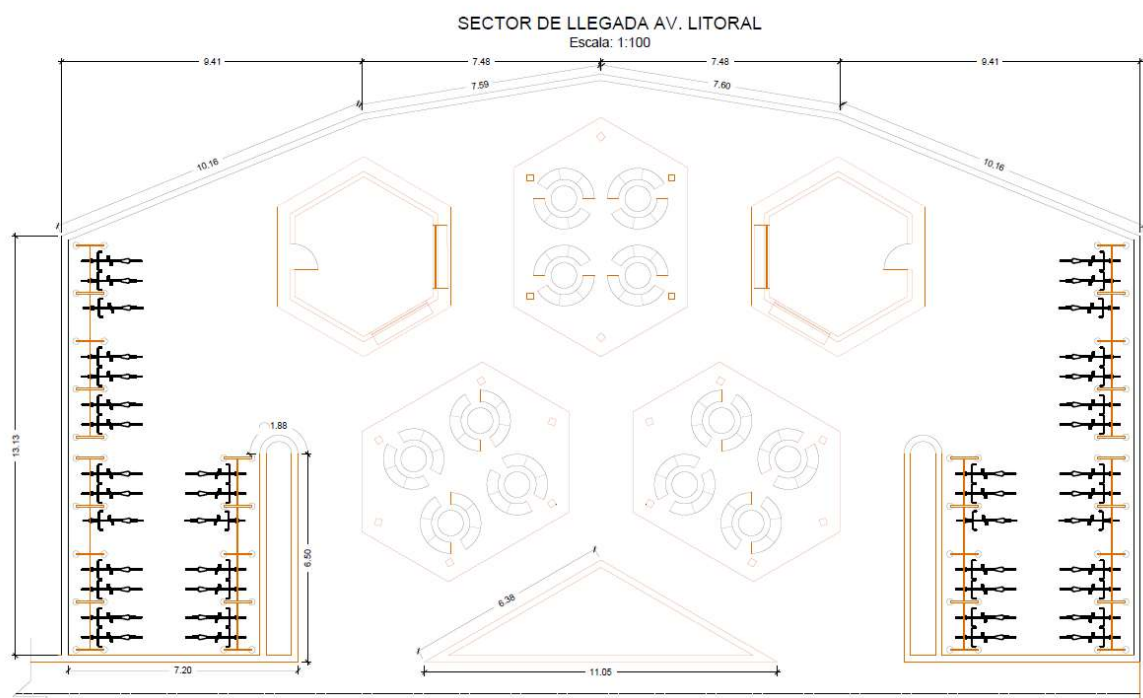
5.9 DISEÑO DE ESTACIONAMIENTOS

Es necesaria la implementación de estacionamiento para bicicletas o ciclo parqueos, estos deben garantizar como mínimo: seguridad para la bicicleta, facilidad y comodidad para la sujeción y de ser posible protección a la intemperie. El diseño deberá ser sencillo, comprensible para el usuario. Existen diferentes formas de estructuras, pero sus dimensiones deben permitir el anclaje del marco y la llanta trasera de la bicicleta al ciclo parqueo lo que asegura adecuadamente al vehículo. Sus materiales deberán ser resistentes a la intemperie, además al uso y en lo posible al vandalismo.

Se estableció como posibles lugares de ubicación de los estacionamientos en el inicio y final del recorrido, para la ciclovía se definieron altura rotonda Av. Costanera y altura rotonda Av. 6 de marzo.

Ilustración 54. Área de estacionamiento de bicicletas al inicio

Fuente: Imagen de Google Earth

Ilustración 55. Detalle del estacionamiento de bicicletas al inicio

Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 56. Área de estacionamientos de bicicleta al finalizar el recorrido

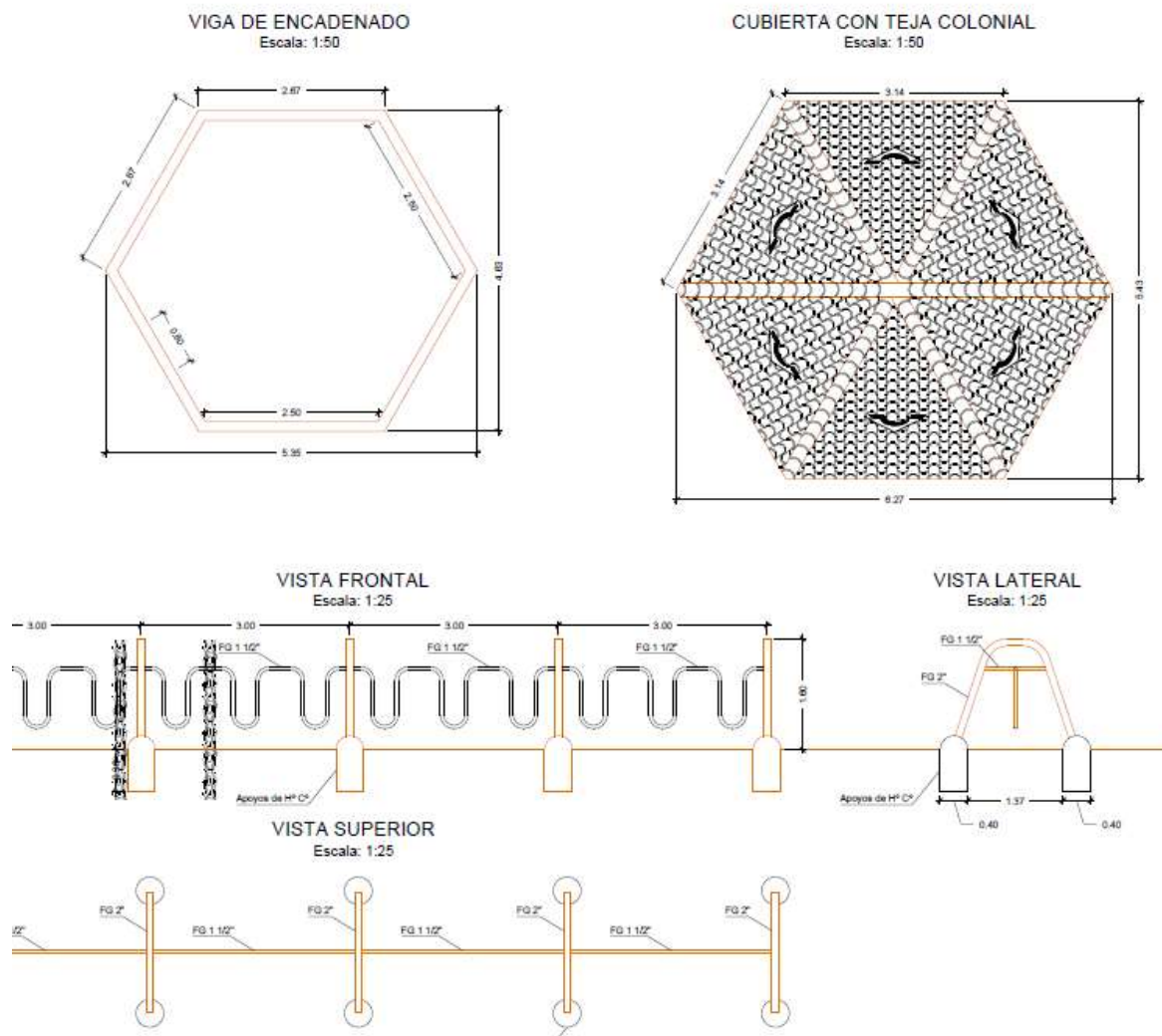


Fuente: Imagen de Google Earth

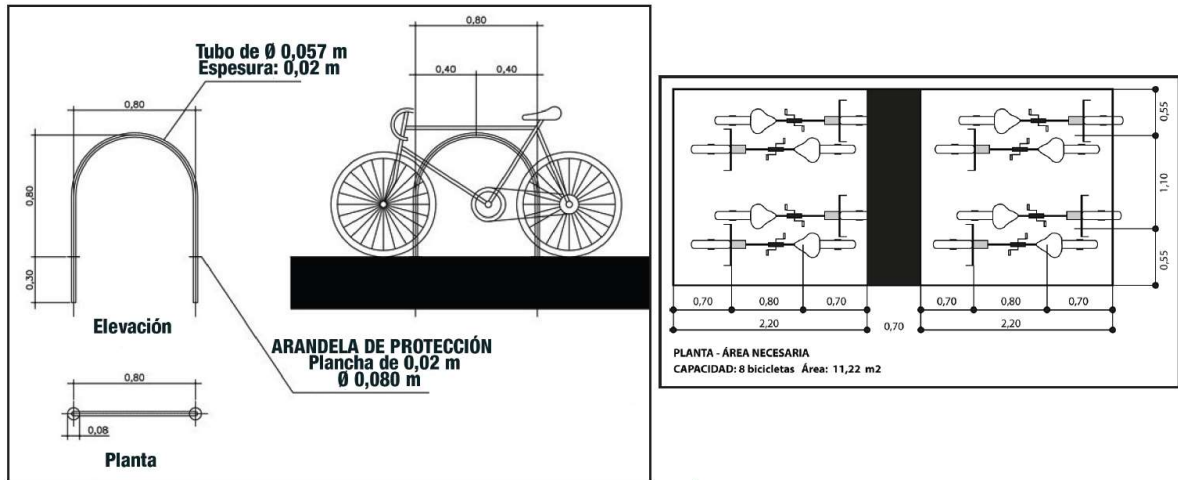
Su diseño se realizó conforme a lo planteado por el Manual De Diseño De Calles Para Las Ciudades Bolivianas (septiembre de 2015), Cooperación Suiza en Bolivia a través de su proyecto Aire Limpio; siguiendo los estándares para la selección del tipo de estacionamiento de acuerdo a la localización del mismo, sus dimensiones y capacidad, correspondiente a las áreas de mayor afluencia de usuarios, necesarios para la mejora en las condiciones en el uso más conveniente de la bicicleta, se adjunta en Anexo 3 los planos a detalle.

Ilustración 57: Diseño de parqueadero de Bicicletas

CICLOVIA AV. LITORAL EL ALTO



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 58: Detalle del ciclo parqueo

Fuente: Manual de diseño vial

5.10 MEDIDAS DE REDUCCIÓN DE VELOCIDAD O TRÁFICO CALMADO

Para reducir efectos negativos del uso del automóvil en las vialidades, modificando el comportamiento del conductor para mejorar las condiciones de peatones y ciclistas. Esta medida es con una visión integral del problema contemplando la sensibilización, educación y motivación a los diferentes usuarios del espacio público.

5.10.1. Rompemuelles (redondeados y planos)

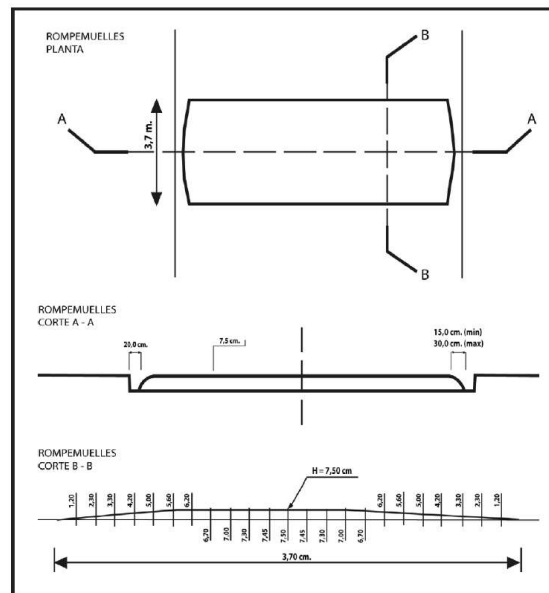
- **Parámetros de diseño**

Para el diseño de estos elementos se tomó en cuenta lo siguiente:

- La longitud típicamente oscila entre 3,7 y 4,25 m. Las alturas oscilan entre 0,75 a 0,10 m.
- A menudo colocados en serie, separados entre 100 y 170 m.
- A no menos de 30 m. de un cruce peatonal semaforizado, con excepción de los rompe muelles planos que coinciden con dichos pasos para peatones.
- A no menos de 25 m de cualquier parte de una estructura que esté bajo o sobre la calzada, como es el caso de pasarelas, pórticos, pasos sobrenivel, túneles, pasos bajo nivel, colectores, etc.

- En vías con pendientes sobre 10%, a no menos de 25 m de la cima, y a una distancia no mayor a 70 m de otro resalto ubicado en la vía con pendiente.
- Estará demarcado, opcionalmente con señalización. Como mínimo, una señal de advertencia anticipada antes del primer rompe muelle en serie.

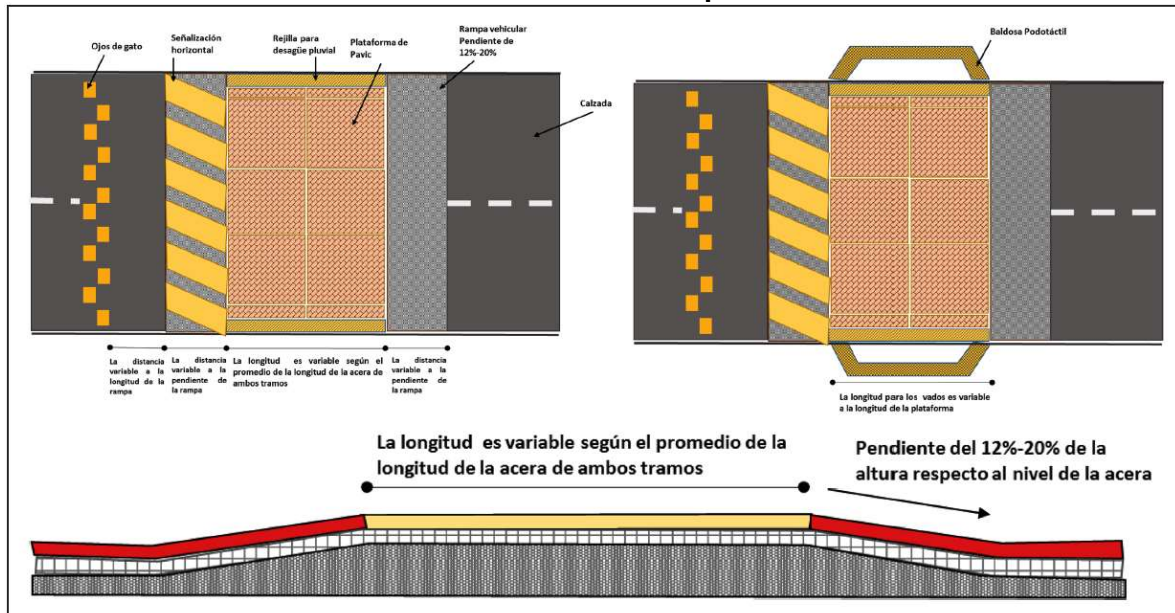
Ilustración 59: Dimensiones de rompemuelleres



Fuente: Manual de diseño vial

5.10.2. Pasos elevados

Para reducir la velocidad promedio a 30 Km/h. Su implementación será en vías de segundo y tercer orden. Sera instalado desplazado de las intersecciones para resguardar a los peatones y brindar mayor visibilidad, facilidad de cruce, eliminación de barreras.

Ilustración 60: Dimensiones de pasos elevados

Fuente: Manual de diseño vial

5.11 SEÑALIZACIÓN

La señalización de una vía es la que nos posibilita de alguna manera controlar, informar y prevenir sobre las diferentes adversidades y posibilidades que se van presentando a lo largo del trayecto.

5.11.1. Señalización Horizontal

Este tipo de señalización comprende una serie de símbolos, flechas, marcas y líneas que se pintan sobre el pavimento para delimitar, informar y canalizar el tránsito que circula por una determinada vía.

Para el diseño de las vías se ocuparán los siguientes tipos de marcas:

Marcas longitudinales

Son segmentos entrecortados o continuos impresos con pintura reflectiva blanca o amarilla que sirven para diferenciar un carril de otro utilizando el eje de la vía o separar al tránsito motorizado del carril de bicicletas.

**DIAGNÓSTICO DEL TRÁFICO VEHICULAR, PEATONAL
Y PROPUESTA DE UNA CICLOVÍA EN LA AVENIDA
LITORAL DE LA CIUDAD DE EL ALTO**

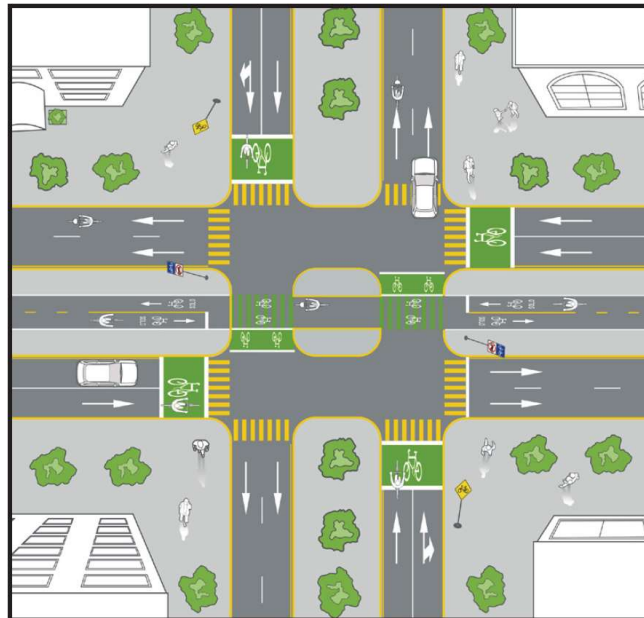
De color amarillo se pintarán las siguientes marcas:

- Separador de sentido de circulación
- Línea canalizadora
- Lugar donde esté prohibido estacionarse
- Isletas

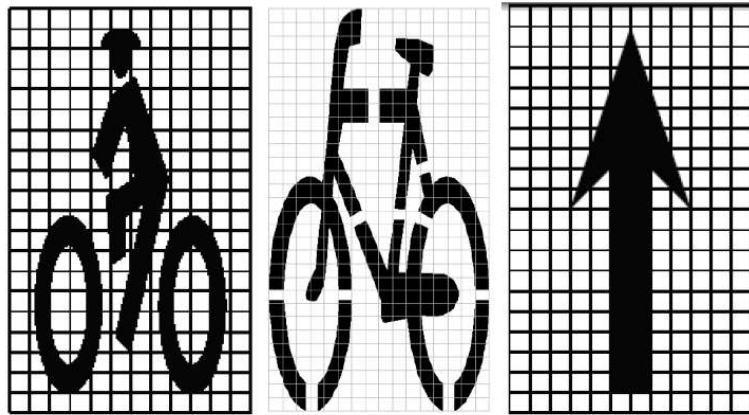
Mientras que de color blanco se pintaran las siguientes marcas

- Línea separadora de carril
- Delimitación de la calzada
- Áreas de estacionamiento
- Flechas, símbolos y leyendas
- Líneas para reducción de velocidad
- Líneas de alto

Ilustración 61: Señalización horizontal en intersección



Fuente: Manual de diseño vial

Ilustración 62: Señalización horizontal en piso

Fuente: Manual de diseño vial

Ilustración 63: Señalización Av, Litoral

Fuente: GAMEAI

Líneas centrales.- Son líneas segmentadas en el eje de la vía de color amarillo que sirven para diferenciar los sentidos de circulación.

El ancho de la línea es de 10 centímetros como mínimo, con una relación de longitudes entre segmento pintado y espacio sin pintar de tres a cinco.

Longitud del segmento pintado: 1.20 m

Longitud del segmento sin pintar: 2.00 m.

Líneas de borde de pavimento.- Corresponde a una línea continua de color blanco para indicar al ciclista el lugar donde culmina la ciclobanda y empieza la acera. El ancho mínimo será de 10 centímetros. En los accesos a intersecciones se convertirá en un segmento entrecortado de un espacio sin pintar y un espacio pintado.

Flechas.- Comprende a flechas que informan a los usuarios de la ciclovía la dirección de circulación por el carril que se encuentran. Se ubican en las intersecciones a una distancia de 2 metros antes de la línea de pare y en intersecciones separadas por más de 300 metros, la flecha debe repetirse cada 150 metros.

Marcas transversales.- Son franjas de un ancho de 30 a 60 centímetros a lo ancho de toda la calzada, con una longitud de 3 a 8 metros, que indican un paso peatonal o una señal de pare.

Ilustración 64: Señalización Horizontal en pavimento



Fuente: GAMEAI

5.11.2. Señalización Vertical

Comprende toda la información que se coloca a un lado de la vía, generalmente al lado derecho o sobre la vía para informar al usuario de cualquier situación de peligro, restricción o brindar información.

Existen diferentes tipos de señalización vertical:

- De advertencia
- Informativas
- Regulación

Deben ser colocadas a una distancia prudente, en la cual el conductor tenga el espacio suficiente para realizar maniobras de desaceleración.

Tabla 19: Distancia de la señal en función de la velocidad de aproximación

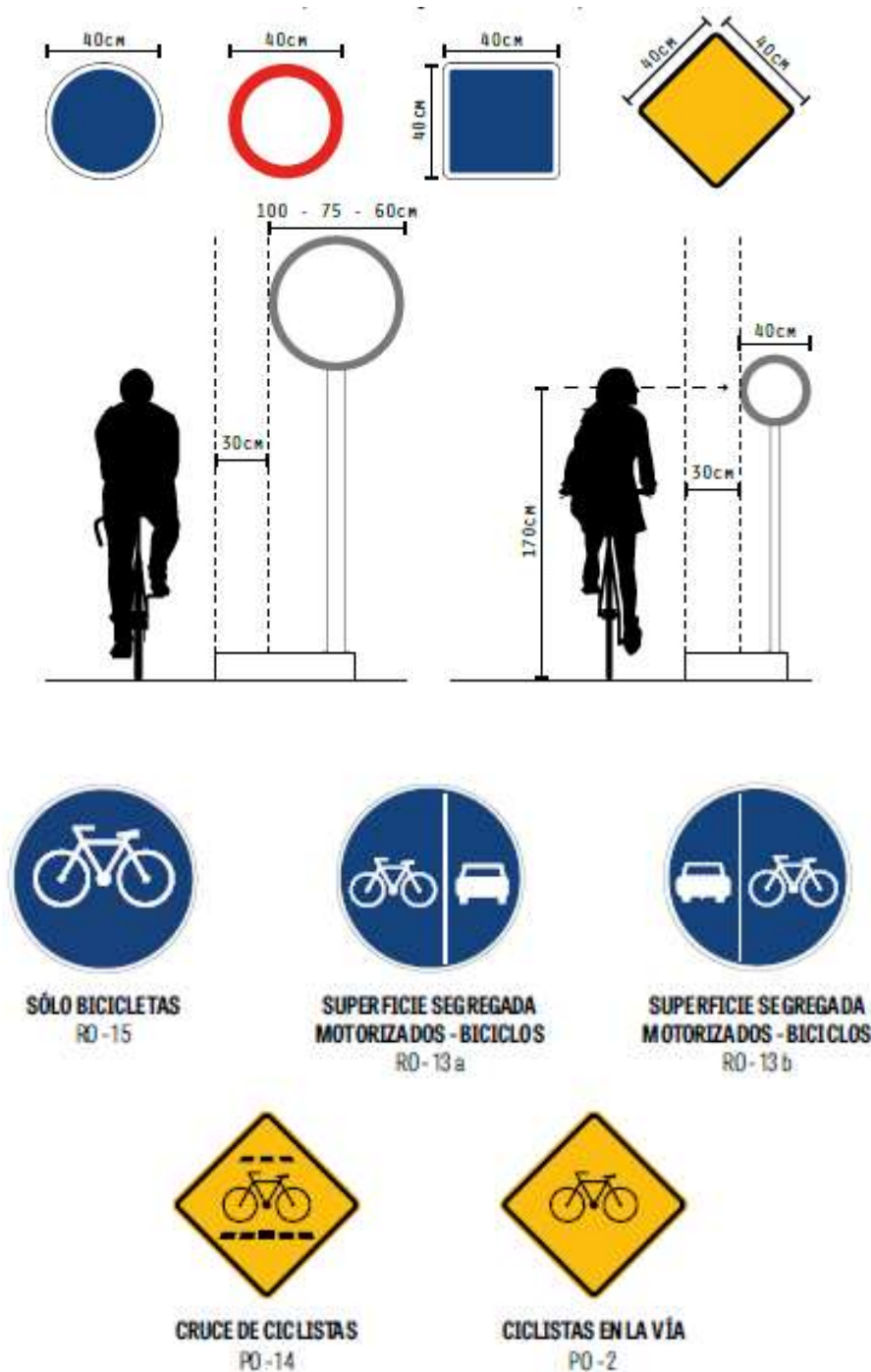
Velocidad de aproximación (km/h)	20	30	40	50	60	70
Distancia de ubicación (m)	15	20	30	40	55	90

Fuente: Manual de diseño vial

Señales de advertencia.- De acuerdo a las normas nacionales e internacionales de señalética, las señales de advertencia deben tener la forma de un rombo con un vértice hacia abajo, fondo amarillo y la inscripción de color negro.

Las señales que se debe implementar de forma obligatoria a lo largo de una ciclovía son las siguientes:

Ilustración 65: Señales de advertencia





Señal complementaria a Ciclistas en la vía (PO-2). Al sobrepasar o adelantar a un ciclista en una vía de uso compartido los conductores de vehículos motorizados deben mantener una distancia de 1,5 mts.



Señal reglamentaria que informa a los conductores de otros modos que al efectuar un viraje atravesando una ciclovia adyacente, el derecho de paso es de los usuarios de la bicicleta.

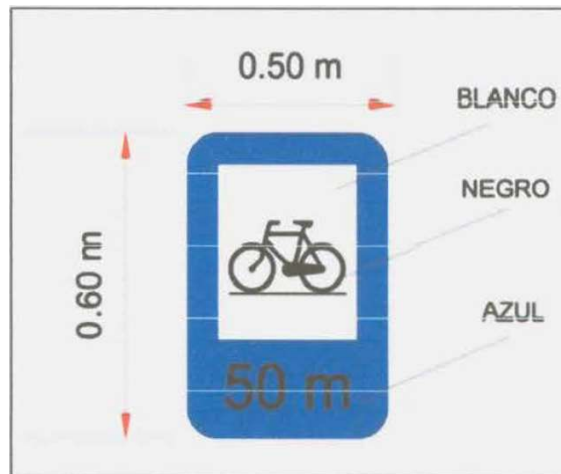
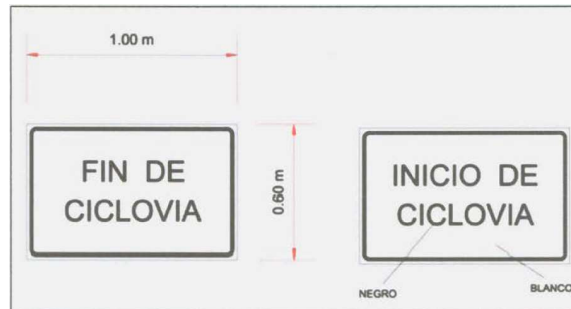


En las calles que cruzan una ciclovia usar la señal PO-14 indicando el sentido de circulación de las bicicletas.

Fuente: Manual de diseño vial

Señales informativas: Son letreros que proveen de información a los usuarios de una determinada ruta, acerca de los servicios que presta la misma o de los lugares a los que se puede llegar siguiendo la ruta.

Según las normas internacionales para la señalética vial los letreros de información pueden ser de tres tipos: Cuadrados con fondo azul e inscripción blanca para servicios, rectangulares de color verde con inscripción blanca para destinos y rectangulares de color blanco con inscripción negra para vialidad.

Ilustración 66: Señales Informativas

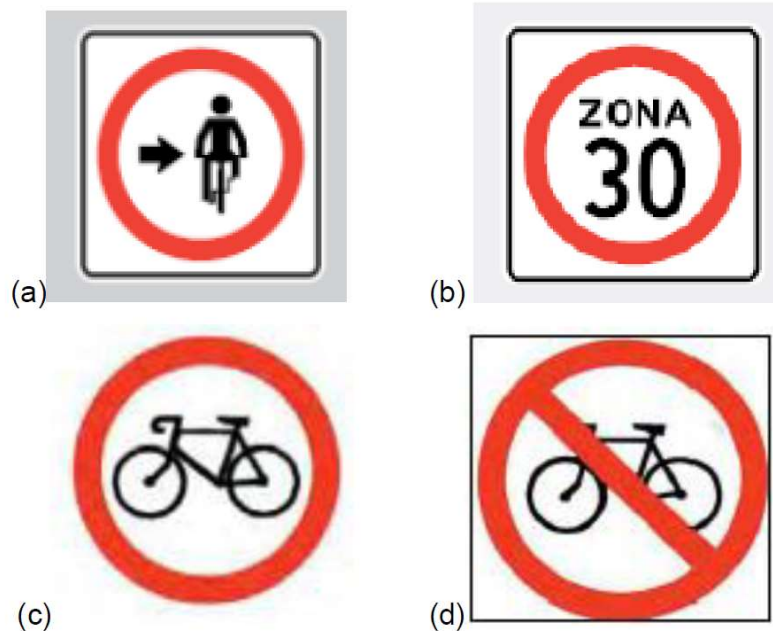
Fuente: Manual de Señalización

Señales de regulación.- En toda vía es necesario de establecer reglas de circulación para garantizar el bienestar de los usuarios. Tales como velocidad

permitida, ceda el paso, cruce de peatones, entrada y salida de vehículos, zonas de circulación de un solo carril, etc.

Este tipo de señales tienen por norma nacional e internacional una placa cuadrada con fondo blanco, anillo rojo y un pictograma de color negro.

Ilustración 67: Señales de regulación



Fuente: Manual de diseño vial

5.12 Elementos de protección

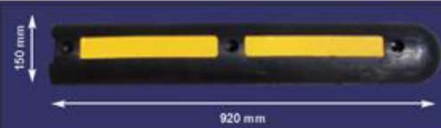
Con el fin de garantizar la seguridad de los ciclistas y segregar el tránsito motorizado del carril exclusivo para bicicletas se debe implementar elementos de protección, los cuales sirvan de advertencia visual y física para ambos tipos de tráfico. Actualmente el mercado oferta una gran variedad de dispositivos, los cuales pueden ser postes refractivos, hitos de hormigón o separadores viales modulares.

En el diseño de esta ciclovia se utilizará separadores viales modulares que son elaborados de caucho o polietileno y poseen una superficie refractante muy útil para visualizarlos en la noche. Se ocupará dos tipos de separadores existentes en el

mercado, los de mayor altura para el trayecto sin intersecciones y los de menor altura para intersecciones:

Separador vial de caucho macizo (10 cm): Estos separadores serán colocados en la parte izquierda del carril para evitar que los vehículos motorizados o bicicletas invadan otro carril. Son fabricados de caucho con una superficie refractante y poseen un empotramiento de 70 x 50 mm para asegurarlos a la superficie. Se dividen en separadores hembra, central y macho.

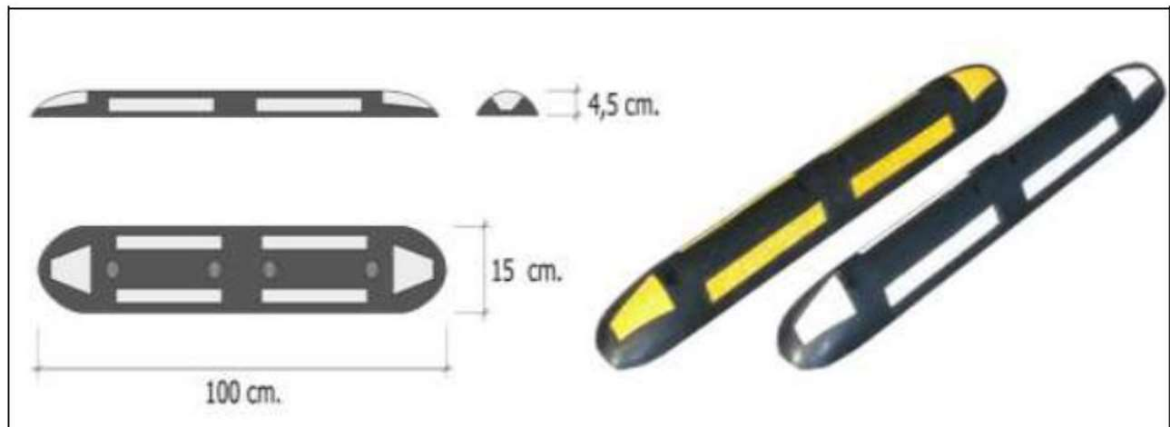
Ilustración 68: Separadores Viales

SPCCTH02	Separador vial de caucho macizo terminal hembra altura 100 mm.	
SPCCTC02	Separador vial de caucho macizo terminal centro altura 100 mm.	
SPCCTM02	Separador vial de caucho macizo terminal macho altura 100 mm.	

Fuente: Manual de señalización

Separador vial de caucho macizo (4 cm): Serán colocados en ambos lados de la ruta en las partes que exista una intersección, para que el tránsito que llega de las calles transversales pueda circular sin inconvenientes. Al poseer una altura de 4 centímetros no representan un problema para que los automóviles circulen por esta. El sistema de anclaje es el mismo que el anterior caso.

Ilustración 69: Separadores viales SPCCT



Fuente: Manual de señalización

CAPITULO VI: CONCLUSIONES

Las conclusiones del proyecto de investigación sobre el diagnóstico del tráfico vehicular y peatonal, a objeto de proponer una Ciclovía en la avenida Litoral de la ciudad de El Alto, son las siguientes:

- Se definió el universo poblacional y el tamaño de la muestra para la aplicación de las encuestas de preferencias declaradas y reveladas.
- Una vez modificadas las encuestas presentadas en la Metodología de estudio de Preferencias Declaradas y Reveladas para la implementación de la ciclovía en la Av. Litoral de la ciudad de El Alto, se procedió a la presentación de las mismas en los diferentes puntos de muestreo para establecer la factibilidad de la implementación.
- La población en general se encuentra muy optimista con la implementación de carriles exclusivos para bicicletas, con un 80% de las personas encuestadas que desean usar una bicicleta, pero debido a la inseguridad o falta de parqueaderos no hacen uso de las mismas.
- EL 59% de la población prefiere usar la bicicleta como un medio de transporte recreacional (diversión), por lo que se definió rutas que unan las avenidas Costanera y 6 de Marzo de la ciudad, fomentando así el uso dentro y fuera del casco urbano.
- La falta de vías exclusivas con un 55% y la inseguridad vial con el 42% de la población encuestada son los principales motivos por los cuales la población de la Av. Litoral no opta por la bicicleta como un medio de transporte diario.
- Se definió una ruta de propuesta para implementarse en la jardinera central de la Av. Litoral de la ciudad de El Alto, por reunir las condiciones de ancho, pendiente y la incorporación de cicloparqueaderos en inicio y final del proyecto para atracción de demanda, como una medida complementaria para fomentar el transporte en bicicleta.
- Se adjunta el trazado de la ruta por donde se desarrolla el tramo propuesto: “Ciclovía Av. Litoral” con las dimensiones establecidas en el presente proyecto para trayectos rectos y curvas.

CAPITULO VII: RECOMENDACIONES

- El sistema de ciclovías debe ser ampliamente conocido a través de una campaña publicitaria para que el público en general entienda la investigación que se ha realizado y cómo se diseñó el sistema para que el público tenga una comprensión amplia del alcance del proyecto.
- El proyecto de investigación desarrollado, debe ser parte de la red de ciclovías propuesto por el Gobierno Municipal de El Alto e integrar a sistemas intermodales como primera instancia al sistema de teleféricos, dejando la siguiente fase al resto de la ciudad, con rutas hacia los principales centros de atracción de demanda.
- Se debe realizar un trabajo en conjunto con el Gobierno Autónomo Municipal de El Alto para fomentar una cultura en la que se potencie el uso de la bicicleta como medio de transporte cotidiano, ayudando así a reducir los embotellamientos que aquejan a la ciudad. Este proyecto deberá ser considerado a corto plazo para que las generaciones más jóvenes vayan tomando la costumbre de dejar de lado el vehículo privado y den prioridad a la bicicleta.
- A medida que la ciudad se expande se debe incluir en el plan de ordenamiento territorial más vías exclusivas para bicicletas, con calles amplias para que una ciclovía se pueda desarrollar sin limitaciones de espacio y con sus respectivos parqueaderos.
- Finalmente se recomienda cambiar el sistema de semaforización en las vías por donde se desarrolla la ciclovía, con el fin de precautelar la integridad de los ciclistas que circulan por la misma, dando un periodo de tiempo para que solo ciclistas puedan realizar maniobras de viraje.

BIBLIOGRAFIA.

- Propuesta de un diseño de ciclovía entre barrios 6 De Agosto y Villa Fátima (2020), Héctor Roman Diaz
- Análisis de la problemática del tráfico y vialidad del centro histórico de la Ciudad de Sucre (2014), Mirko Gardilicic, José Daza, Gualberto Caballero y Ever Romero
- Aspectos Técnicos Para La Implementación De Una Ciclovía Como Parte De La Remodelación De La Av. Chulucanas, Alejandro Gamarra-Morales Piura, enero de 2018
- Estudio-Transversal-Repensando-las-ciclovías-para-la-movilidad-urbana-en-Bolivia (2020), Stephanie Weiss Muller, Juan Edson Cabrera Quispe.
- Estudio Y Diseño De Mobiliario Urbano Para Ciclovía Desde La Av. Chile Y 10 De Agosto Hasta Malecón Simón Bolívar, Del Centro De La Ciudad De Guayaquil (2015), Dayana Isabel Solórzano Madrid.
- INE, (2021). El Alto Cifras.
- Instituto de Desarrollo Urbano, S. F. (1997). Plan Maestro de Ciclorutas. Manual de Diseño. Bogotá D. C.: Alcaldía Mayor.
- Ciudades Sostenibles, (BID- 2016)
- ITDP, I. f. (2013). Estacionamientos para bicicletas: Guía de elección, servicio, integración y reducción de emisiones. Bogotá: Espacio.
- Manual De Diseño Vial La Paz (La Paz, Bolivia – 2018), Gobierno Municipal de La Paz
- Manual de Criterios de Diseño de Infraestructura Ciclo-inclusiva y Guía de Circulación del Ciclista (2017), municipalidad de Lima.
- Secretaría de Planificación – Dirección de Planificación Estratégica, GOBIERNO AUTÓNOMO MUNICIPAL DE COCHABAMBA (2020)
- Manual De Diseño De Calles Para Las Ciudades Bolivianas (septiembre de 2015), Cooperación Suiza en Bolivia a través de su proyecto Aire Limpio.
- Ministerio de Vivienda y Urbanismo, G. d. (2015). Serie Espacios Públicos Urbanos. Vialidad Ciclo-Inclusiva: Recomendaciones de Diseño. Santiago: División de Desarrollo Urbano.

- Muñoz Serra, V. A. (2011). Bicicletas y Ciclovías: Una solución Urbanamente Sustentable. Concepción. Retrieved from <http://www.victoria-andrea-munozserra.com/arquitectura.html>
- Plan Maestro de Ciclovías de Lima y Callao. (2005). Manual de Diseño Para Infraestructura de Ciclovías. Lima y Callao.
- Programa Municipal De Transporte (PROMUT) Para La Ciudad De El Alto (2017), Gobierno Autónomo Municipal de El Alto.
- Propuesta de diseño geométrico de ciclovía para la Av. Ramón Mugica y Av. Country (2021), Carmela Gracia Carrasco Vega Jorge Alejandro Castro Chávez Hugo Alexander Díaz Sánchez
- Repensando las ciclovías para la movilidad urbana en Bolivia (2020), Stephanie Weiss-Müller y Juan Edson Cabrera-Quispe.
- Una aproximación a la red de ciclovías en las ciudades bolivianas (2021), Abigail Roque
- Villa Uvidia, I. R. (2014). Guia Técnica Para el Diseño Y Construcción de ciclovías Para Zonas de Ampliación Futura de las Ciudades Medianas del Ecuador. Quito.

ANEXOS

ANEXO 1: RESOLUCION SENAPI

ANEXO 2: FORMULARIO DE ENCUESTA DE MOVILIDAD Y TRANSPORTE

Ilustración 70: Formulario de encuesta de movilidad y transporte**ENCUESTA DE MOVILIDAD Y TRANSPORTE**

PROYECTO: “DIAGNÓSTICO DEL TRÁFICO VEHICULAR, PEATONAL Y PROPUESTA DE UNA CICLOVÍA EN LA AVENIDA LITORAL DE LA CIUDAD DE EL ALTO”.

INSTRUCCIONES: Por favor lea detenidamente cada una de las preguntas antes de responder, el contenido de los resultados es netamente informativo.

Fecha:

NOMBRE DEL ENCUESTADOR

a) Datos Personales

Genero:

Masculino

☐

Femenino

☐

Edad:

18 o menor

☐

18-35

☐

36-45

☐

Mayor de 45

☐

Instrucción:

Primaria

☐

Secundaria

☐

Pregrado

☐

Posgrado

☐

Ocupación:

Estudiante

☐

Trabajador

☐

Jubilado

☐

Ama de casa

☐

b) Motivo de Viaje

Trabajo

☐

Estudio

☐

Tramites

☐

Diversión

☐

Compras

☐

Salud

☐

Otros

☐

a) Como se moviliza a diario

Minibús	☐	Movilidad Propia	☐	Auto compartido	☐	Taxi	☐
Bicicleta	☐	Motocicleta	☐	Trufi	☐	A Pie	☐
Microbús	☐						

b) Duración de su viaje

Menos de 10 Min.	☐	10-15 Min.	☐	15 -30 Min.	☐	30-45 Min.	☐
45-60 Min.	☐	Más de 1 hora	☐				

c) Posee usted bicicleta:

Si	☐	No	☐
----	--------------------------	----	--------------------------

Si su respuesta fue Si, continúe con la pregunta f) caso contrario avance a la pregunta j)

d) Elija la frecuencia con la que utiliza bicicleta

☐	☐	☐
--------------------------	--------------------------	--------------------------

a) Porque utiliza bicicleta:

Salud	☐	Trabajo	☐	Estudio	☐
Diversión	☐	Otro	☐		

b) Cuando se transporta en bicicleta lo hace utilizando:

Calzada	☐	Acera	☐	Calzada y acera	☐
---------	--------------------------	-------	--------------------------	-----------------	--------------------------

c) Ud. Porque cree que no es común el uso de Bicicleta como medio de transporte:

Inseguridad	☐	Costumbre	☐	Falta de vías exclusivas	☐
-------------	--------------------------	-----------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

d) Utilizaría usted la bicicleta como medio de transporte a diario:

Si	☐	No	☐
----	--------------------------	----	--------------------------

K) ¿Si el Municipio de El Alto IMPLEMENTARA UNA CICLOVÍA,
ESTARÍA USTED DISPUESTO A USARLA?:

Si	☐	No	☐
----	--------------------------	----	--------------------------

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 3.

1.-FORMULARIO DE CAMPO AFORO VEHICULAR.

2.- CUADRO DE DETALLE DE AFORO VEHICULAR

Ilustración 71: Formulario de campo aforo vehicular

[illegible]

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 72: Llenado de aforo vehicular

	FECHA:			29	11	2021			DIA:	LUNES		HORA:		0:00	hasta	1:00	
	HORAS CADA 5 MINUTOS																
TIPO DE VEHICULOS	0_5	5_10	10_15	15_20	20_25	25_30	30_35	35_40	40_45	45_50	50_55	55_60	TOTAL				
automoviles, jeep, vagoneta (particulares)		1	3	4	2	4	1	3	3		2		23				
taxis, trufis, zapatito (trans. Publico)	5		4	2	3	6	5	2	7	3	2	4	43				
camionetas						1		1					2				
minibuses (hasta 15 pasajeros)	2		1		1	1		4	1		2	2	14				
micros													0				
buses (2 ejes)								1					1				
buses (3 ejes)													0				
buses (4 ejes)													0				
camiones pequeños y medianos (2 ejes)			1	1	1								3				
camiones grandes (2 ejes)									1				1				
camiones grandes (3 ejes)			1								1		2				
camiones semiremolque (trailer)							1			1			2				
camiones remolque													0				
cabina de trailer													0				
motos								1				1	2				
otros													0				
TOTAL	7	1	10	7	7	12	7	12	12	4	7	7	93				

	FECHA:			29	11	2021	DIA:		LUNES	HORA:		1:00	hasta	2:00	
	HORAS CADA 5 MINUTOS														
TIPO DE VEHICULOS	0_5	5_10	10_15	15_20	20_25	25_30	30_35	35_40	40_45	45_50	50_55	55_60	TOTAL		
automoviles, jeep, vagoneta (particulares)	3	3	2		1	1	1	1	2	1	2	1	18		
taxis, trufis, zapatito (trans. Publico)		4	5	4	3	4	1	2	10	2	3	5	43		
camionetas	1	1		1				1		1			5		
minibuses (hasta 15 pasajeros)		1	1	1	1	2			3	1	2	3	15		
micros													0		
buses (2 ejes)													0		
buses (3 ejes)													0		
buses (4 ejes)													0		
camiones pequeños y medianos (2 ejes)	1	1	2			1							5		
camiones grandes (2 ejes)								1	1	2		1	5		
camiones grandes (3 ejes)													0		
camiones semiremolque (trailer)											1		1		
camiones remolque											1		1		
cabina de trailer													0		
motos													0		
otros													0		
TOTAL	5	10	10	6	5	8	2	5	16	7	9	10	93		

	FECHA:			29	11	2021	DIA:		LUNES	HORA:		2:00	hasta	3:00	
	HORAS CADA 5 MINUTOS														
TIPO DE VEHICULOS	0_5	5_10	10_15	15_20	20_25	25_30	30_35	35_40	40_45	45_50	50_55	55_60	TOTAL		
automoviles, jeep, vagoneta (particulares)	3	3	2			1	1	1	2	1	2	1	18		
taxis, trufis, zapatito (trans. Publico)		4	5	4	3	4	1	2	10	2	3	5	43		
camionetas	1	1		1				1		1			5		
minibuses (hasta 15 pasajeros)		1	1	1	1	2			3	1	2	3	15		
micros													0		
buses (2 ejes)													0		
buses (3 ejes)													0		
buses (4 ejes)													0		
camiones pequeños y medianos (2 ejes)	1	1	2			1							5		
camiones grandes (2 ejes)								1	1	2		1	5		
camiones grandes (3 ejes)													0		
camiones semiremolque (trailer)											1		1		
camiones remolque											1		1		
cabina de trailer													0		
motos													0		
otros													0		
TOTAL	5	10	10	6	5	8	2	5	16	7	9	10	93		

	FECHA:			29	11	2021		DIA:		LUNES	HORA:		3:00	hasta	4:00	
	HORAS CADA 5 MINUTOS															
TIPO DE VEHICULOS	0_5	5_10	10_15	15_20	20_25	25_30	30_35	35_40	40_45	45_50	50_55	55_60	TOTAL			
automoviles, jeep, vagoneta (particulares)		2	2		1			2	1	2		1	11			
taxis, trufis, zapatito (trans. Publico)	2	4	2	4	1	5	5	2	5	2	1	1	34			
camionetas		1		1									2			
minubuses (hasta 15 pasajeros)	2	1	1	2	1	2		1		3	3	2	18			
micros													0			
buses (2 ejes)													0			
buses (3 ejes)													0			
buses (4 ejes)													0			
camiones pequeños y medianos (2 ejes)	1	1	1		1							1	5			
camiones grandes (2 ejes)													0			
camiones grandes (3 ejes)										1			1			
camiones semiremolque (trailer)							1		1	2			4			
camiones remolque													0			
cabina de trailer													0			
motos						2							2			
otros													0			
TOTAL	5	9	6	7	4	9	6	5	7	10	4	5	77			

	FECHA:			29	11	2021	DIA:		LUNES		HORA:		4:00	hasta	5:00	
	HORAS CADA 5 MINUTOS															
TIPO DE VEHICULOS	0_5	5_10	10_15	15_20	20_25	25_30	30_35	35_40	40_45	45_50	50_55	55_60	TOTAL			
automoviles, jeep, vagoneta (particulares)	2	1	1	4	2	2	3	2	2	2		1	22			
taxis, trufis, zapatito (trans. Publico)	6	1	3	6	9	7	5	6	5	6	7	15	76			
camionetas													0			
minubuses (hasta 15 pasajeros)	5	2	3	1	2	4	7	5	1	3	7	1	41			
micros				1			1						2			
buses (2 ejes)		1									1		2			
buses (3 ejes)													0			
buses (4 ejes)													0			
camiones pequeños y medianos (2 ejes)				1	4	2	1	1	1	3		2	15			
camiones grandes (2 ejes)	1					2	1		1				5			
camiones grandes (3 ejes)	2	1		1				2	1		1	1	9			
camiones semiremolque (trailer)	1		1	2					1	1	1	3	10			
camiones remolque												1	1			
cabina de trailer													0			
motos												1	1			
otros													0			
TOTAL	17	6	8	16	17	17	18	16	12	15	17	25	184			

	FECHA:			29	11	2021	DIA:			LUNES	HORA:		5:00	hasta	6:00	
	HORAS CADA 5 MINUTOS															
TIPO DE VEHICULOS	0_5	5_10	10_15	15_20	20_25	25_30	30_35	35_40	40_45	45_50	50_55	55_60	TOTAL			
automoviles, jeep, vagoneta (particulares)	3				6	3	6	2	12	5	5	2	44			
taxis, trufis, zapatito (trans. Publico)	13	11	16	18	10	18	17	18	19	17	22	23	202			
camionetas				1		2	1	4	2	2	2	2	16			
minubuses (hasta 15 pasajeros)	4	7	4	3	7	7	5	8	13	11	7	17	93			
micros			1				1		1			1	4			
buses (2 ejes)	1	1								1			3			
buses (3 ejes)													0			
buses (4 ejes)													0			
camiones pequeños y medianos (2 ejes)		5		5	2	6	4	2		1	3	4	32			
camiones grandes (2 ejes)			1			2		1	3		1	3	11			
camiones grandes (3 ejes)		1	1			1	3			1	1	1	9			
camiones semiremolque (trailer)		1	2	1		1		1		1		1	8			
camiones remolque									1				1			
cabina de trailer													0			
motos				1		1			2	1			5			
otros	1				1	2	1	1	2	3	3	2	16			
TOTAL	22	26	25	29	26	43	38	37	55	43	44	56	444			

	FECHA:			29	11	2021	DIA:		LUNES		HORA:		6:00	hasta	7:00	
	HORAS CADA 5 MINUTOS															
TIPO DE VEHICULOS	0_5	5_10	10_15	15_20	20_25	25_30	30_35	35_40	40_45	45_50	50_55	55_60	TOTAL			
automoviles, jeep, vagoneta (particulares)	4	6	16	12	12	14	21	20	14	19	33	25	196			
taxis, trufis, zapatito (trans. Publico)	28	29	19	20	20	20	20	23	26	30	34	33	302			
camionetas	1		3	2	1	3	3	1	5	5	11	4	39			
minubuses (hasta 15 pasajeros)	17	9	6	11	18	7	12	7	14	11	24	15	151			
micros	1	1	1					1	1		1		6			
buses (2 ejes)	1	1	1		2			2			1	4	12			
buses (3 ejes)													0			
buses (4 ejes)													0			
camiones pequeños y medianos (2 ejes)	4	4	5	9	8	10	10	8	8	7	13	7	93			
camiones grandes (2 ejes)	1	2	1	2	2					1	2	1	12			
camiones grandes (3 ejes)	5		1	1	1	3	2	2	1	1	3	1	21			
camiones semiremolque (trailer)	2		3	1	1	1		3			1	1	13			
camiones remolque	3		2	1		1						1	8			
cabina de trailer												1	1			
motos	2		2	1			3	1	4	1	2	1	17			
otros	2	1		2	4	1	1	2	2	1	1	1	18			
TOTAL	71	53	60	62	69	60	72	70	75	76	126	95	889			

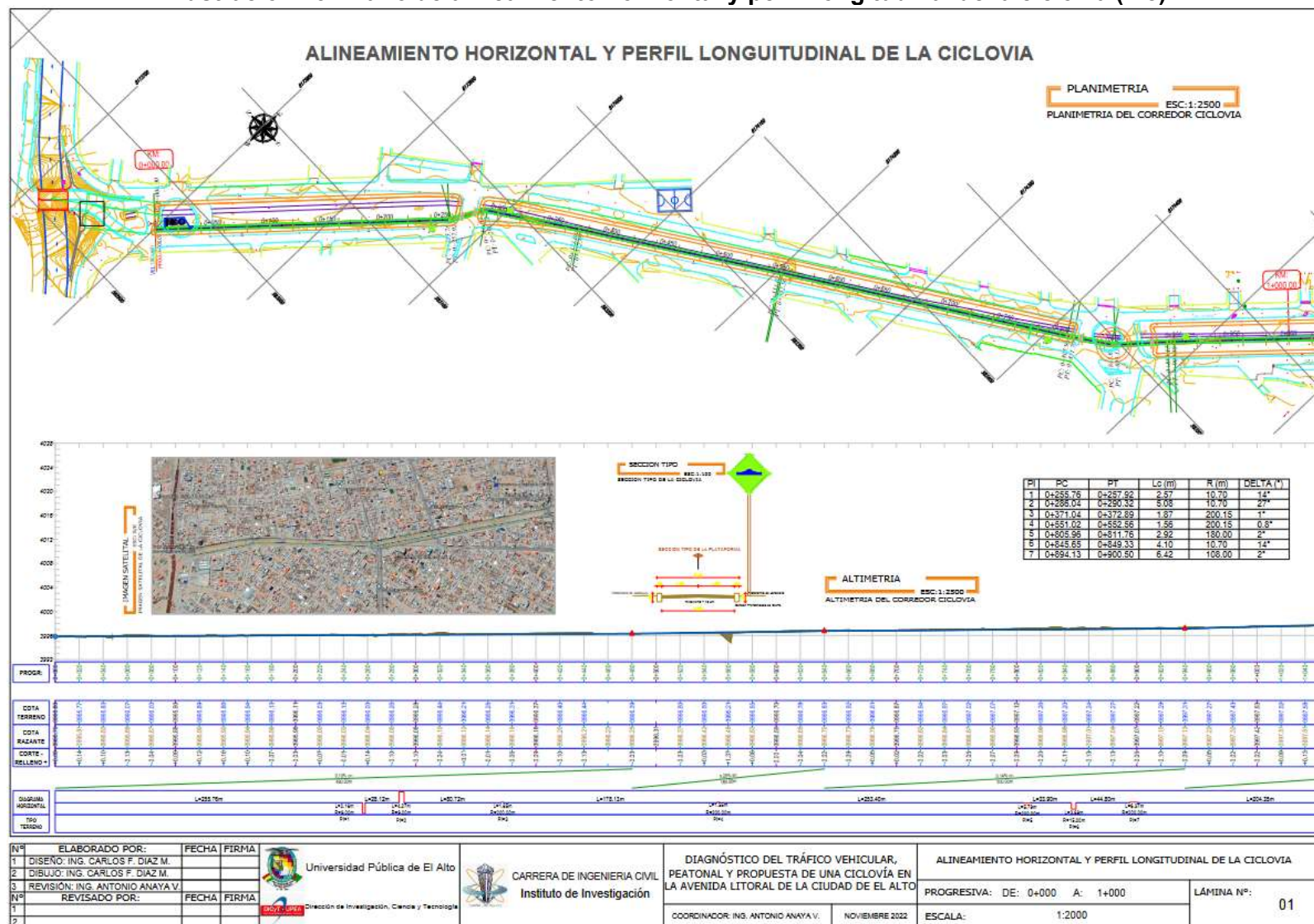
	FECHA: 29 11 2021				DIA: LUNES		HORA: 7:00 hasta 8:00							
	HORAS CADA 5 MINUTOS													
TIPO DE VEHICULOS	0_5	5_10	10_15	15_20	20_25	25_30	30_35	35_40	40_45	45_50	50_55	55_60	TOTAL	
automoviles, jeep, vagoneta (particulares)	23	20	23	30	19	33	27	42	23	18	27	51	336	
taxis, trufis, zapatito (trans. Publico)	22	30	35	34	29	40	30	36	45	35	40	45	421	
camionetas	5	6	3	6	3	2	7	7	8	3	11	4	65	
minubuses (hasta 15 pasajeros)	7	17	27	22	10	16	18	19	11	13	19	17	196	
micros	2						1		1			1	5	
buses (2 ejes)		1	1		1			1	1			1	6	
buses (3 ejes)						1				1			3	
buses (4 ejes)													0	
camiones pequeños y medianos (2 ejes)	7	11	9	3	7	9	10	8	4	9	12	13	102	
camiones grandes (2 ejes)			2				2	1					5	
camiones grandes (3 ejes)	1	2			3	1	1	1		1	1	2	13	
camiones semiremolque (trailer)	1	2	3	5	4	4	1	1	2	2	1	2	28	
camiones remolque		1							1				2	
cabina de trailer							3						3	
motos	2			3	3	6	3	4	4	2	2	6	35	
otros	3	1	5	1	4	4	6	3	2	1	3	2	35	
TOTAL	73	91	108	104	83	116	109	123	103	85	116	144	1255	

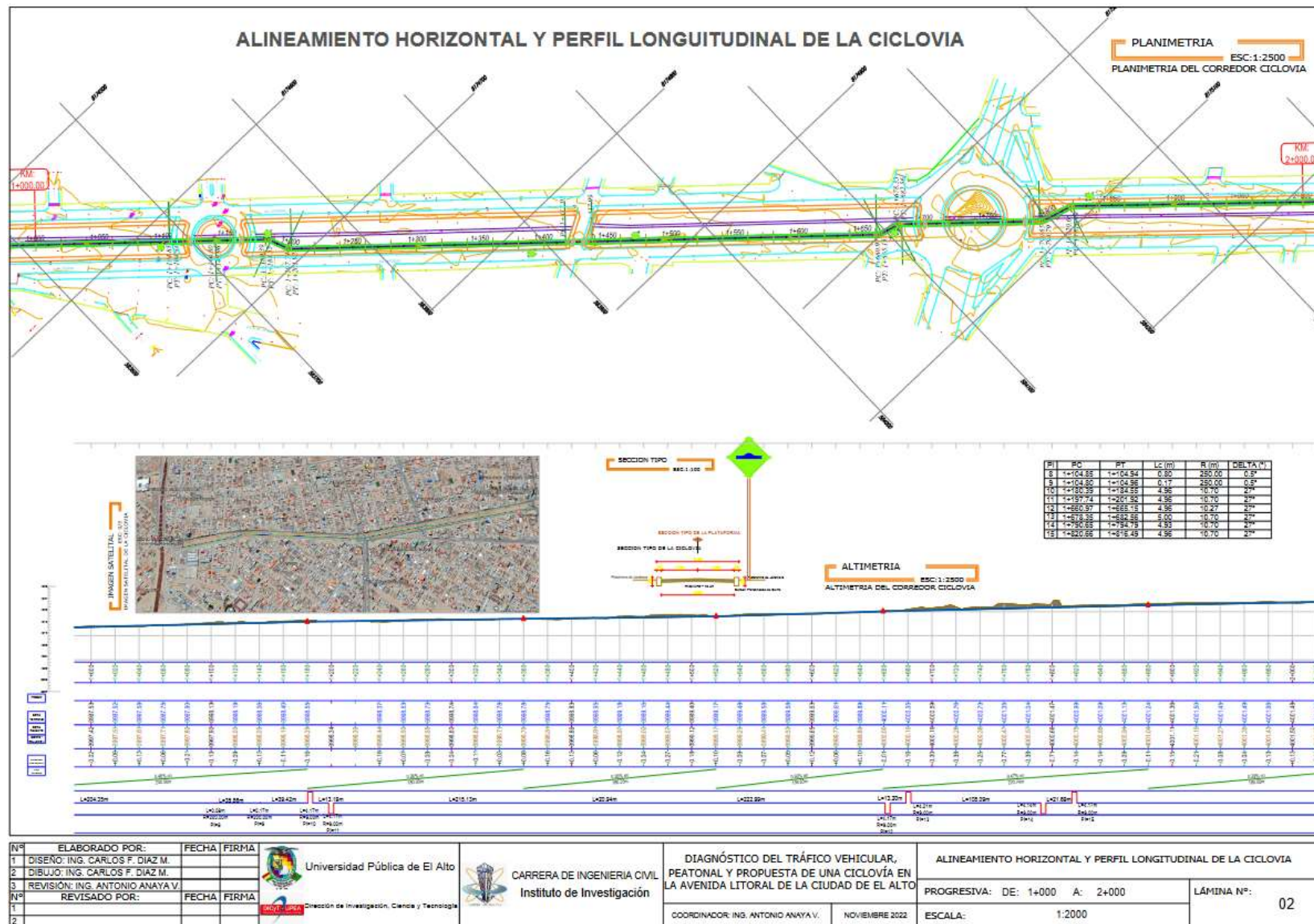
	FECHA:			29	11	2021	DIA:			LUNES	HORA:		8:00	hasta	9:00	
	HORAS CADA 5 MINUTOS															
TIPO DE VEHICULOS	0_5	5_10	10_15	15_20	20_25	25_30	30_35	35_40	40_45	45_50	50_55	55_60	TOTAL			
automoviles, jeep, vagoneta (particulares)	28	31	32	23	30	28	23	29	18	27	16	19	304			
taxis, trufis, zapatito (trans. Publico)	33	32	53	49	33	13	43	34	24	34	35	28	411			
camionetas	6	7	5	1	4	2	5	7	3	2	2	6	50			
minubuses (hasta 15 pasajeros)	12	15	19	11	8	5	9	9	12	11	11	21	143			
micros		2			1		1	2	1			1	8			
buses (2 ejes)	1	2			1			2			2		8			
buses (3 ejes)													0			
buses (4 ejes)													0			
camiones pequeños y medianos (2 ejes)	9	9	13	14	11	15	9	9	15	11	7	3	125			
camiones grandes (2 ejes)						3	2	1	1	1			8			
camiones grandes (3 ejes)	1	1	1					2				1	6			
camiones semiremolque (trailer)	2	1	2	1	3	5	5	1	4	1	6		31			
camiones remolque	1				2			1	1	2		1	8			
cabina de trailer													0			
motos	5	6	5	4	1	2	2	2	5	3	3	2	40			
otros	6	2	3	3	4	4	3	8	3	6	2	13	57			
TOTAL	104	108	133	106	98	77	102	107	87	98	84	95	1199			

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 4:
PLANOS DE LA CICLOVIA
1.- ALINEAMIENTO HORIZONTAL Y PERFIL LONGITUDINAL DE LA
CICLOVIA
2.- SECCIONES TRANSVERSALES.
3.- DETALLE DE CICLOPARQUEO

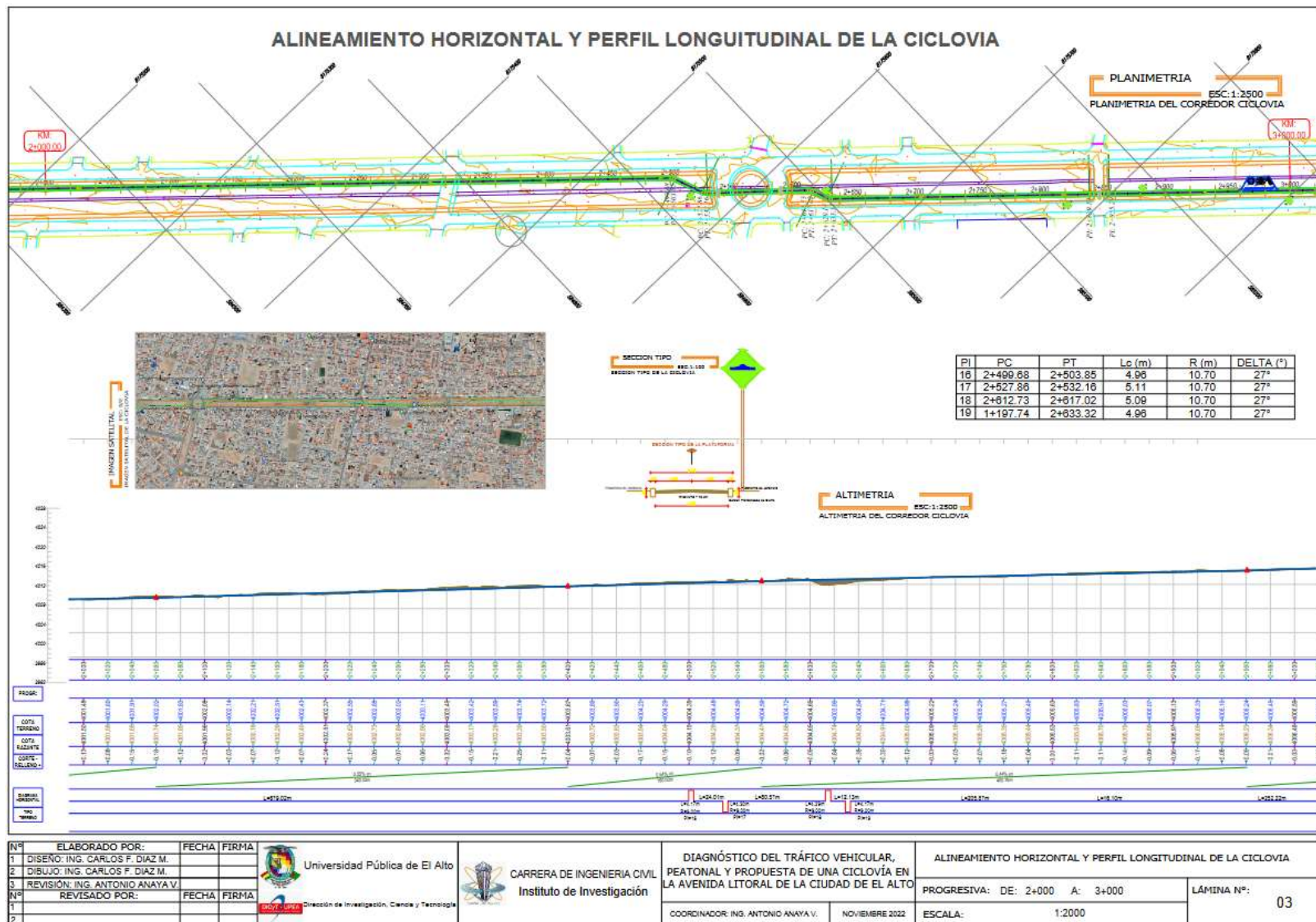
Ilustración 73: Plano de alineamiento horizontal y perfil longitudinal de la ciclovia (1-8)





Fuente: Elaboración Propia

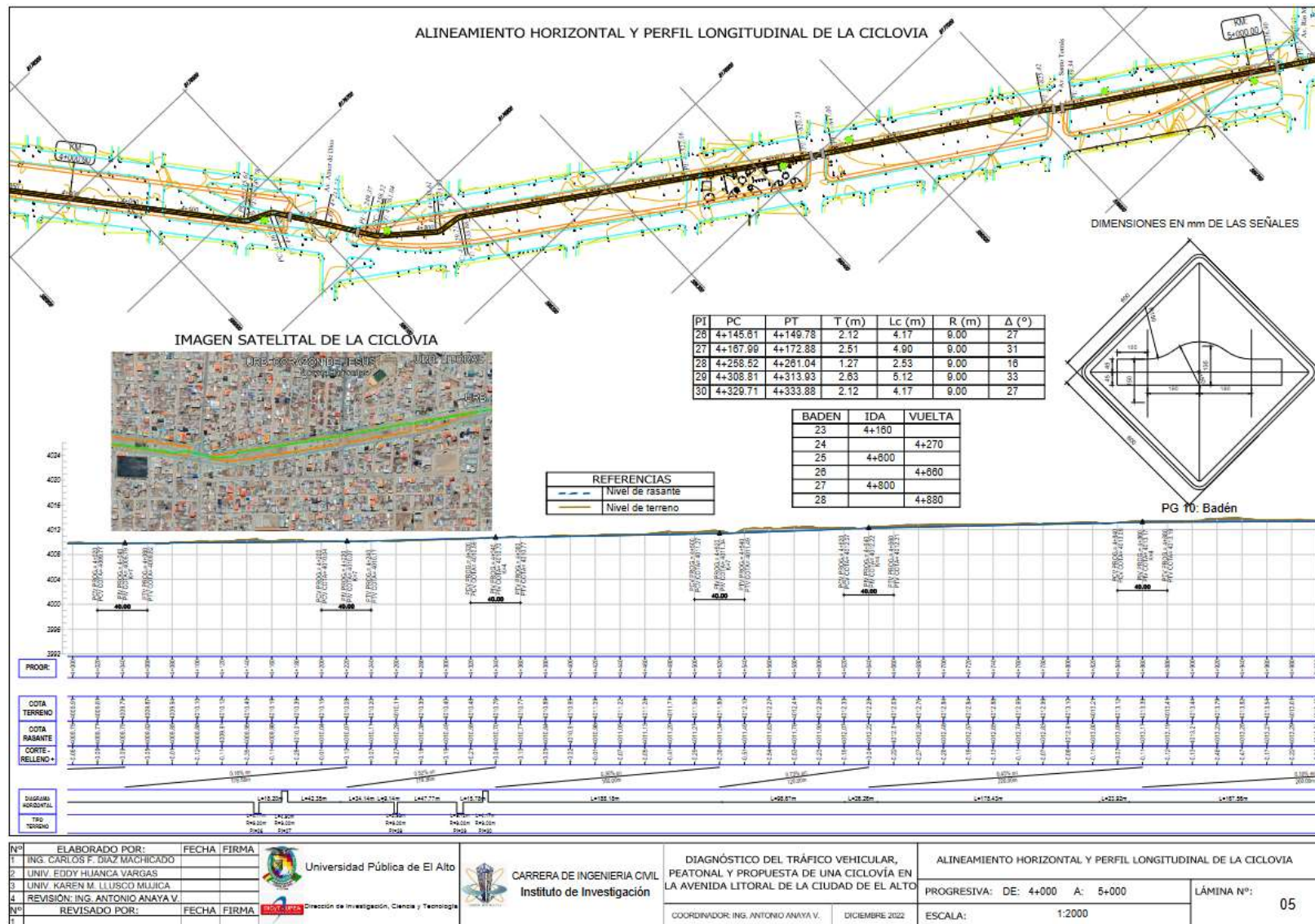
DIAGNÓSTICO DEL TRÁFICO VEHICULAR, PEATONAL Y PROPUESTA DE UNA CICLOVÍA EN LA AVENIDA LITORAL DE LA CIUDAD DE EL ALTO



Fuente: Elaboración Propia

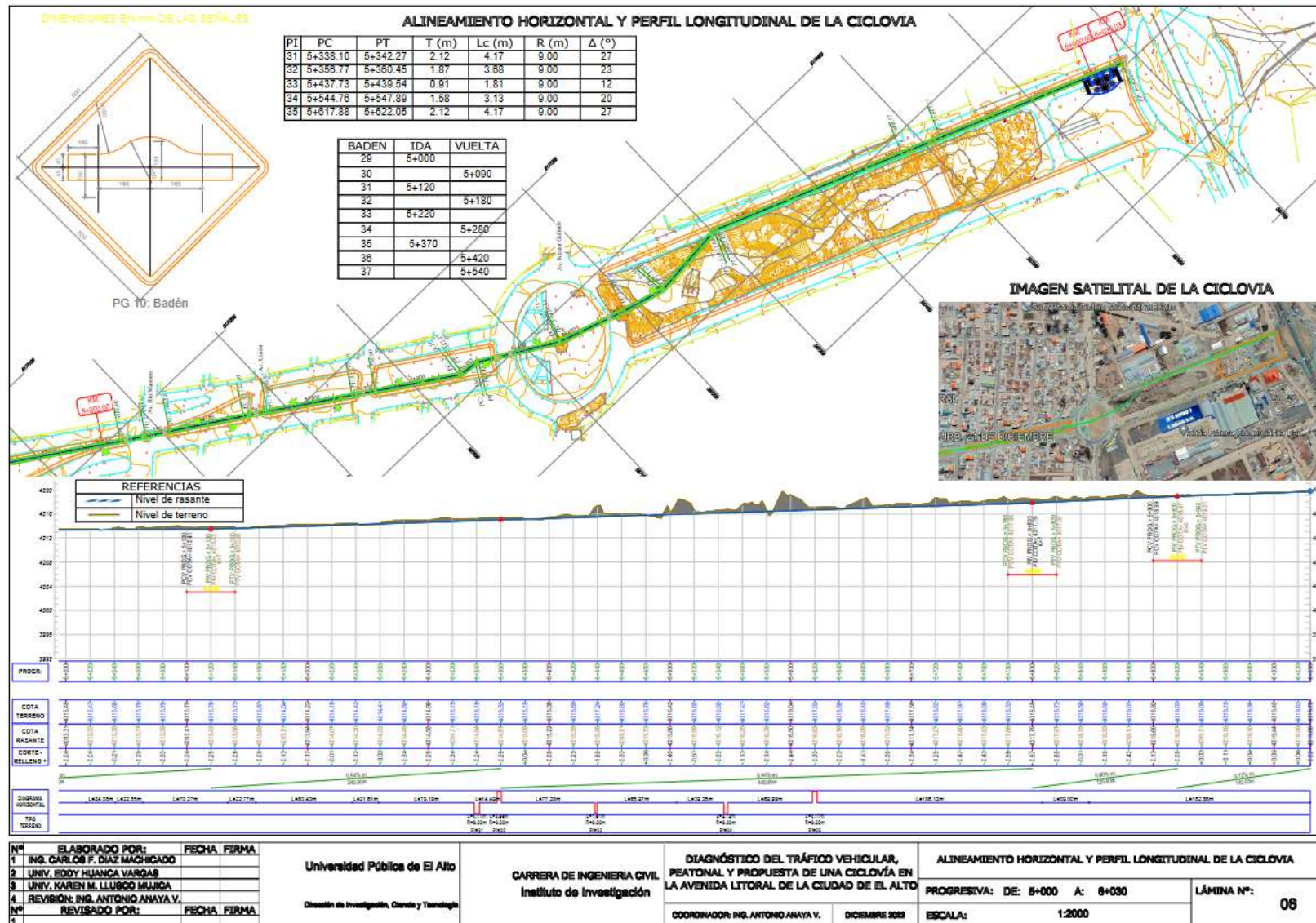
DIAGNÓSTICO DEL TRÁFICO VEHICULAR, PEATONAL Y PROPUESTA DE UNA CICLOVÍA EN LA AVENIDA LITORAL DE LA CIUDAD DE EL ALTO





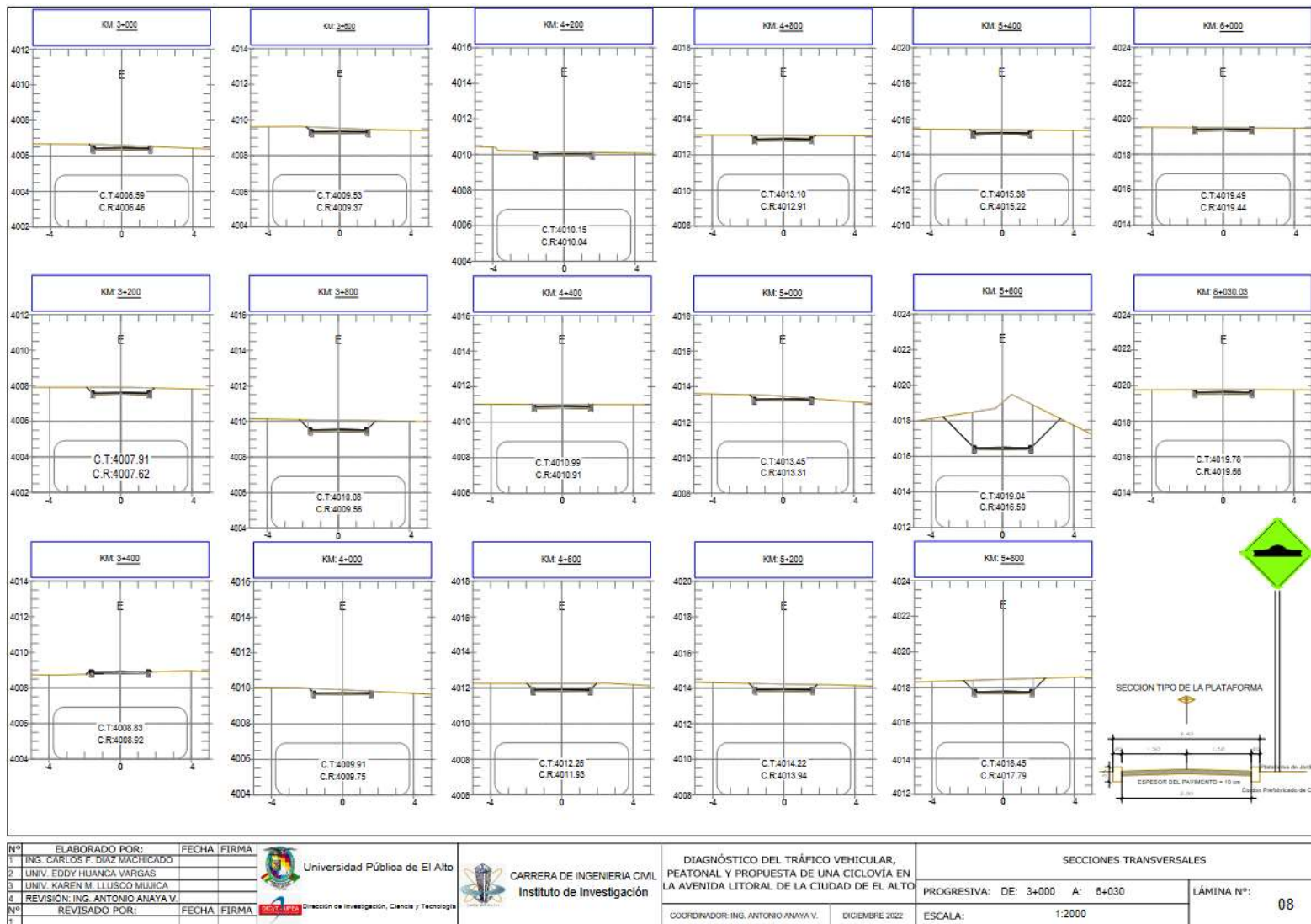
Fuente: Elaboración Propia

**DIAGNÓSTICO DEL TRÁFICO VEHICULAR, PEATONAL
Y PROPUESTA DE UNA CICLOVÍA EN LA AVENIDA
LITORAL DE LA CIUDAD DE EL ALTO**



Fuente: Elaboración Propia

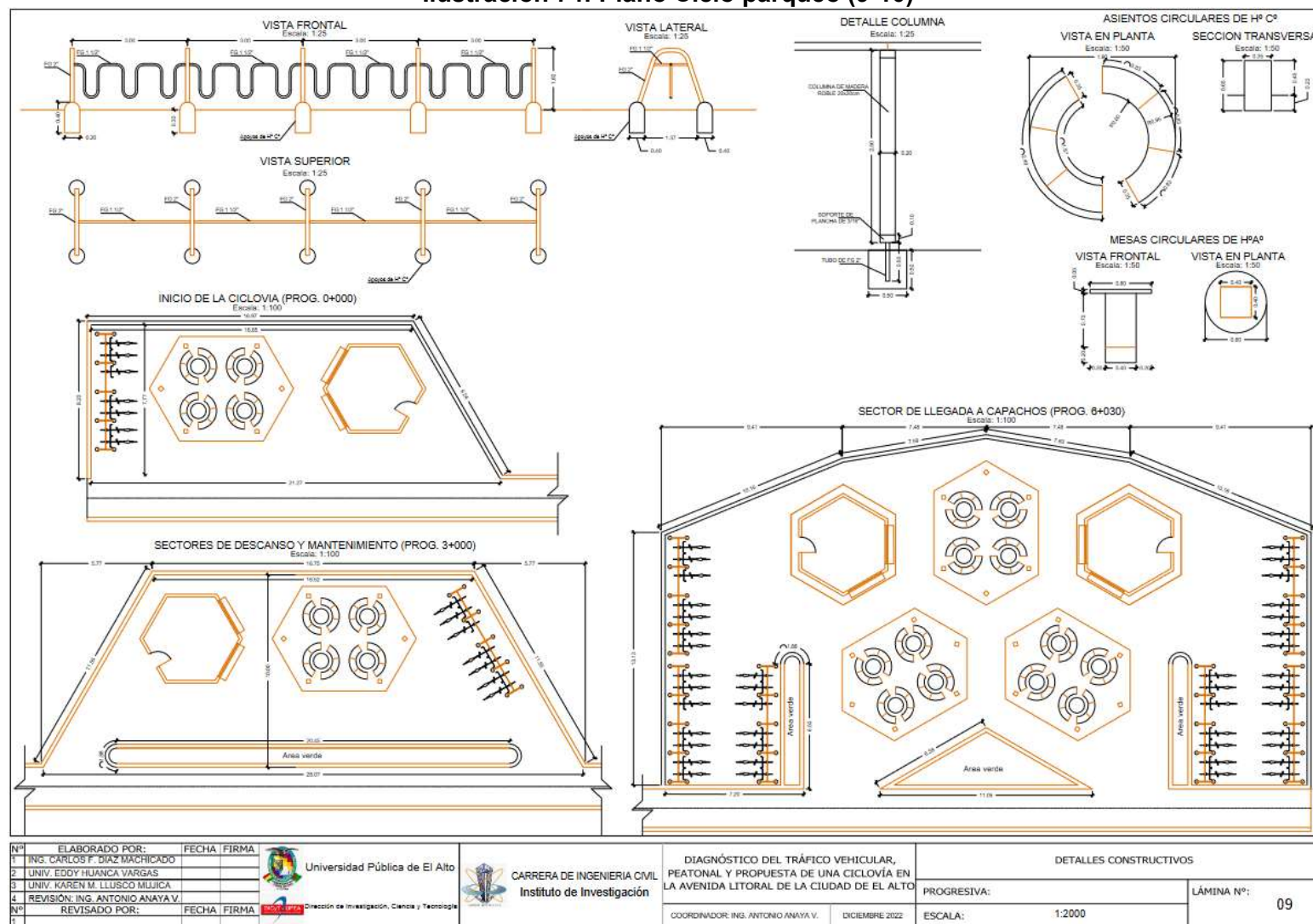
DIAGNÓSTICO DEL TRÁFICO VEHICULAR, PEATONAL Y PROPUESTA DE UNA CICLOVÍA EN LA AVENIDA LITORAL DE LA CIUDAD DE EL ALTO



Fuente: Elaboración Propia

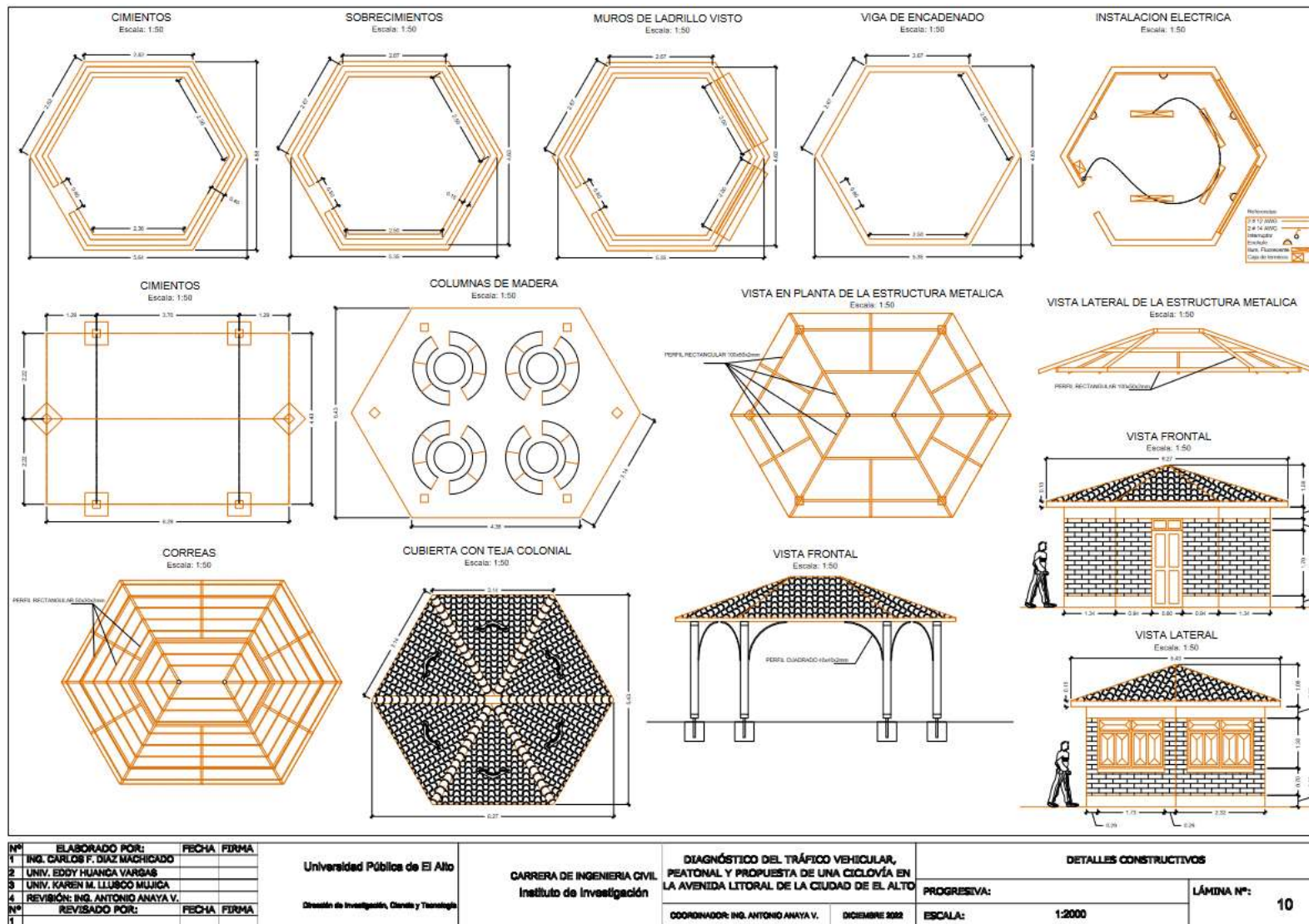
DIAGNÓSTICO DEL TRÁFICO VEHICULAR, PEATONAL Y PROPUESTA DE UNA CICLOVÍA EN LA AVENIDA LITORAL DE LA CIUDAD DE EL ALTO

Ilustración 74: Plano Ciclo parqueo (9-10)



Fuente: Elaboración Propia

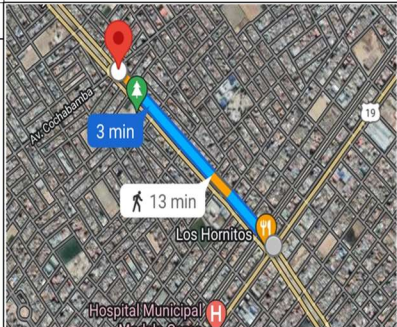
**DIAGNÓSTICO DEL TRÁFICO VEHICULAR, PEATONAL
Y PROPUESTA DE UNA CICLOVÍA EN LA AVENIDA
LITORAL DE LA CIUDAD DE EL ALTO**

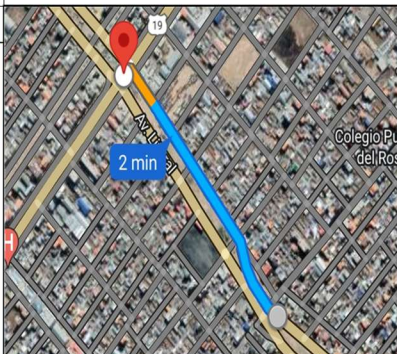


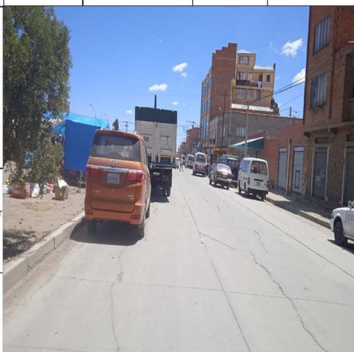
DIAGNÓSTICO DEL TRÁFICO VEHICULAR, PEATONAL Y PROPUESTA DE UNA CICLOVÍA EN LA AVENIDA LITORAL DE LA CIUDAD DE EL ALTO

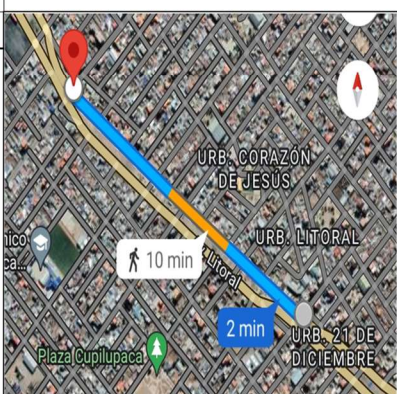
ANEXO 5:
INVENTARIO VIAL DE LA AV. LITORAL

Ilustración 75: Formulario de inventario vial

MATRIZ DE INFORMACIÓN DEL ESTADO DE SITUACIÓN DE LA AVENIDA LITORAL									
FICHA N°:		NÚMERO CALZS.	ANCHO CALZ. (m)		NÚMERO CARRILES	MATERIAL	ESTADO	SUP. APROX. CALZADA m2	LÍMITES DEL TRAMO:
NOMBRE DE LA VÍA	Av. Litoral	2	1	7,4	3,7	PAV. FLEXIBLE	REGULAR	814	De Av. Cochabamba a Camino Viacha
ANCHO DE VÍA PROMEDIO (m)	47,6		2	7,4	3,7	PAV. FLEXIBLE	REGULAR	814	
DESCRIPCIÓN DE PROBLEMAS	Deterioro del material de calzada y baches. En las calzadas hay estacionamiento de vehículos particulares ocupando hasta un carril. Aceras de homigón ciclope. No hay señalizaciones horizontales y verticales. Tambien no existen mucho el cruce de vías para discapacitados. En la jardinería central del sector, existen materiales de construcción.								
OBRAS Y ACCIONES ADMINISTRATIVAS REQUERIDAS	Mantenimiento de la carpeta asfáltica. Ordenamiento del transporte particular. Colocar las señalizaciones tanto horizontal como vertical. Realizar cruce de vías para discapacitados.								
COORDINACIÓN INTERNA Y EXTERNA	GAME - Dirección de Obras Municipales. GAMEA - Dirección de Regulación de la Movilidad Urbana.								
									

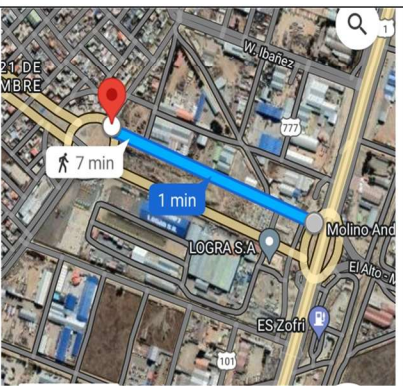
FICHA N°:		NÚMERO CALZS.	ANCHO CALZ. (m)		NÚMERO CARRILES	MATERIAL	ESTADO	SUP. APROX. CALZADA m2	LÍMITES DEL TRAMO:
NOMBRE DE LA VÍA	Av. Litoral	2	1	11,1	3,7	PAV. RÍGIDO	MALO	6660	De Camino Viacha a Av. Amor de Dios
ANCHO DE VÍA PROMEDIO (m)	55,0		2	11,1	3,7	PAV. RÍGIDO	MALO	6660	
DESCRIPCIÓN DE PROBLEMAS	Deterioro del material de calzada y baches. En las calzadas hay estacionamiento de vehículos particulares ocupando hasta un carril. Aceras de hormigón ciclope y de tierra, hasta cierto lugar las aceras están ocupadas por materiales de construcción. No hay señalizaciones horizontales y verticales. También no existen cruce de vías para discapacitados. Los drenajes para el sistema pluvial están en mal estado.								
OBRAS Y ACCIONES ADMINISTRATIVAS REQUERIDAS	Mantenimiento de la carpeta asfáltica. Ordenamiento del transporte particular y comerciantes. Colocar las señalizaciones tanto horizontal como vertical. Realizar cruce de vías para discapacitados. Hacer una limpieza de drenajes del sistema pluvial.								
COORDINACIÓN INTERNA Y EXTERNA	GAME - Dirección de Obras Municipales. GAMEA - Dirección de Regulación de la Movilidad Urbana.								

FICHA N°:		NÚMERO CALZS.	ANCHO CALZ. (m)		NÚMERO CARRILES	MATERIAL	ESTADO	SUP. APROX. CALZADA m2	LÍMITES DEL TRAMO:
NOMBRE DE LA VÍA	Av. Litoral	2	1	11,1	3,7	PAV. RÍGIDO	MALO	9435	De Av. Amor de Dios a Av. Río Mamoré
ANCHO DE VÍA PROMEDIO (m)	55,0		2	11,1	3,7	PAV. RÍGIDO	MALO	9435	
DESCRIPCIÓN DE PROBLEMAS	Deterioro del material de calzada y baches. En las calzadas hay estacionamiento de vehículos particulares ocupando hasta dos carril en días de feria, que son los días jueves y domingos en plena jardinería central de la Av. Litoral y entre calles del sector. Aceras de hormigón ciclope y de tierra. No hay señalizaciones horizontales y verticales. También no existen cruce de vías para discapacitados. Las cámaras del alcantarillado sanitario se encuentran sin tapa y drenajes para el sistema pluvial están en mal estado.								
OBRAS Y ACCIONES ADMINISTRATIVAS REQUERIDAS	Mantenimiento de la carpeta asfáltica. Ordenamiento del transporte particular y comerciantes. Colocar las señalizaciones tanto horizontal como vertical. Realizar cruce de vías para discapacitados. Colocar las tapas del alcantarillado sanitario y hacer una limpieza de drenajes del sistema pluvial.								
COORDINACIÓN INTERNA Y EXTERNA	GAME - Dirección de Obras Municipales. GAMEA - Dirección de Regulación de la Movilidad Urbana.								



DIAGNÓSTICO DEL TRÁFICO VEHICULAR, PEATONAL Y PROPUESTA DE UNA CICLOVÍA EN LA AVENIDA LITORAL DE LA CIUDAD DE EL ALTO

FICHA N°:		NÚMERO CALZS.	ANCHO CALZ. (m)	NÚMERO CARRILES	MATERIAL	ESTADO	SUP. APROX. CALZADA m2	LÍMITES DEL TRAMO:
NOMBRE DE LA VÍA	Av. Litoral	2	1	11,1	3,7	PAV. RÍGIDO	MALO	3885
ANCHO DE VÍA PROMEDIO (m)	50,9		2	11,1	3,7	PAV. RÍGIDO	MALO	3885
DESCRIPCIÓN DE PROBLEMAS	Deterioro del material de calzada y baches. En las calzadas hay estacionamiento de vehículos particulares ocupando hasta un carril y con aceras de hormigón ciclopeo. No hay señalizaciones horizontales, faltan poner mas señalizaciones verticales. También no existen cruce de vías para discapacitados. Las cámaras del alcantarillado sanitario se encuentran sin tapa y drenajes para el sistema pluvial en mal estado.							
OBRAS Y ACCIONES ADMINISTRATIVAS REQUERIDAS	Mantenimiento de la carpeta asfáltica. Ordenamiento del transporte particular. Colocar las señalizaciones tanto horizontal como vertical. Realizar cruce de vías para discapacitados. Colocar las tapas del alcantarillado sanitario y hacer una limpieza de drenajes del sistema pluvial.							
COORDINACIÓN INTERNA Y EXTERNA	GAME - Dirección de Obras Municipales. GAMEA - Dirección de Regulación de la Movilidad Urbana.							

FICHA N°:		NÚMERO CALZS.	ANCHO CALZ. (m)	NÚMERO CARRILES	MATERIAL	ESTADO	SUP. APROX. CALZADA m2	LÍMITES DEL TRAMO:
NOMBRE DE LA VÍA	Av. Litoral	2	1	14,8	3,7	PAV. RÍGIDO	MALO	8140
ANCHO DE VÍA PROMEDIO (m)	95,2		2	14,8	3,7	PAV. RÍGIDO	MALO	8140
DESCRIPCIÓN DE PROBLEMAS	Deterioro del material de calzada y bacheo. En una calzada hay estacionamiento de vehículos de transporte pesado ocupando hasta dos carriles y con aceras de hormigón ciclopeo. En la otra calzada hay escombros ocupando hasta dos carriles y con aceras de tierra. No existen señalizaciones Horizontales y verticales, así también no existen cruce de vías para discapacitados. En la jardinería central existen una gran cantidad de escombros perjudicando tanto a la avenida y pasos peatonales.							
OBRAS Y ACCIONES ADMINISTRATIVAS REQUERIDAS	Mantenimiento de la carpeta asfáltica. Limpieza de la avenida Litoral, sector zona Franca, levantando el escombros. Ordenamiento del transporte pesado. Colocar las señalizaciones tanto horizontal como vertical. Realizar cruce de vías para discapacitados.							
COORDINACIÓN INTERNA Y EXTERNA	GAME - Dirección de Obras Municipales. GAMEA - Dirección de Regulación de la Movilidad Urbana.							

Fuente: Elaboración Propia