

En búsqueda de la movilidad urbana sostenible

Análisis comparativo de modelos de redes de ciclovías

Juana Treviño Trujillo*, René Bernardo Elías Cruz Cabrera, Ricardo Tobías Jaramillo, Luis Alvaro Zavala Guerrero y Susan Margarita Maldonado Robert

Facultad de Ingeniería Tampico
Universidad Autónoma de Tamaulipas
Tampico, Tamaulipas, México

*Autor de correspondencia: jmtrevino@docentes.uat.edu.mx

Abstract— This work focuses on a comparative analysis of bikeway network models for the development of sustainable environments developed according to the guidelines of the CDMX manual, focusing on the specific case of the Champayán Boulevard. The main objective is to present three viable options that meet the guidelines of the manual, these options will be evaluated quantitatively and qualitatively, through an economic analysis, and applying surveys to experts and citizens on the opinion of the options presented. We address specific objectives, such as the descriptive presentation of bikeway models, the structuring of proposals according to the CDMX manual, and the presentation of alternatives that improve user safety, reduce traffic congestion, and stimulate economic growth. This study aims to contribute to the development of modern cities that promote sustainability in their urban mobility infrastructure.

Keyword— *Bicycle lanes, Sustainable development, Boulevard Champayán, Urban sustainability*

Resumen— Este trabajo se enfoca en realizar un análisis comparativo de modelos de redes de ciclovías para el desarrollo de ambientes sustentables desarrollados de acuerdo con los lineamientos del manual de la CDMX, centrándose en el caso específico del Boulevard Champayán. El objetivo principal es presentar tres opciones viables que cumplan con los lineamientos del manual, dichas opciones serán evaluadas de forma cuantitativa y cualitativa, mediante un análisis económico, y aplicando encuestas a expertos y ciudadanos sobre la opinión de las opciones presentadas. Abordamos objetivos específicos, como la presentación descriptiva de los modelos de ciclovías, la estructuración de propuestas de acuerdo con el manual de la CDMX, y la presentación de alternativas que mejoren la seguridad del usuario, reduzcan la congestión del tráfico y estimulen el crecimiento económico. Este estudio tiene como finalidad contribuir al desarrollo de ciudades modernas que promuevan la sostenibilidad en su infraestructura de movilidad urbana.

Palabras claves— *Ciclovías, Desarrollo sustentable, Boulevard Champayán, Sostenibilidad urbana*

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la construcción de ciclovías se ha vuelto común tanto en países desarrollados como en aquellos en desarrollo, impulsada por el aumento en el costo del combustible. Este enfoque, particularmente adoptado en ciudades en desarrollo debido a su presupuesto más bajo, tiene como principal objetivo separar el tráfico vehicular y ciclista para garantizar la seguridad y libertad de movimiento de los usuarios. Las ciclovías no solo benefician la movilidad al disminuir los tiempos de viaje y reducir emisiones de gases, sino que también contribuyen significativamente a la seguridad vial y a la mejora de la salud de las personas.

Desde una perspectiva más amplia, la implementación de ciclovías no solo crea redes de comunicación en términos de movilidad e infraestructura, sino que también agrega valor a las ciudades al atraer turismo, fomentar la actividad económica y mejorar la competitividad, al mismo tiempo que se aprovechan los espacios públicos de manera eficiente.

En relación con la investigación específica en Altamira, se busca proponer una metodología que contribuya a la creación de un entorno sustentable y favorable para la movilidad en el Boulevard

Champayán. Este proyecto tiene como objetivo principal sentar las bases para la futura implementación de una ciclo ruta que satisfaga las necesidades de los usuarios, no solo ofreciendo un espacio recreativo para el aprovechamiento del tiempo libre, promoviendo el deporte y un estilo de vida saludable, sino también fomentando el encuentro ciudadano, reduciendo la congestión vehicular, impulsando el uso de medios de transporte alternativos y disminuyendo los niveles de contaminación ambiental y ruido en la ciudad.

En términos de delimitación geográfica, Altamira abarca una extensión territorial de 1,361.73 km² en la región Norte del Golfo de México, representando el 1.70 % de la extensión total del Estado. Con 384 localidades, la mayoría de la población (82.5 %) se concentra en tres áreas urbanas: Altamira, Miramar y Cuauhtémoc. El enfoque específico de la propuesta se centrará en el Boulevard Champayán, cuyas coordenadas son 22°23'30.80" N 97°57'59.22" W y 22°23'30.94" N 97°55'47.84" W.

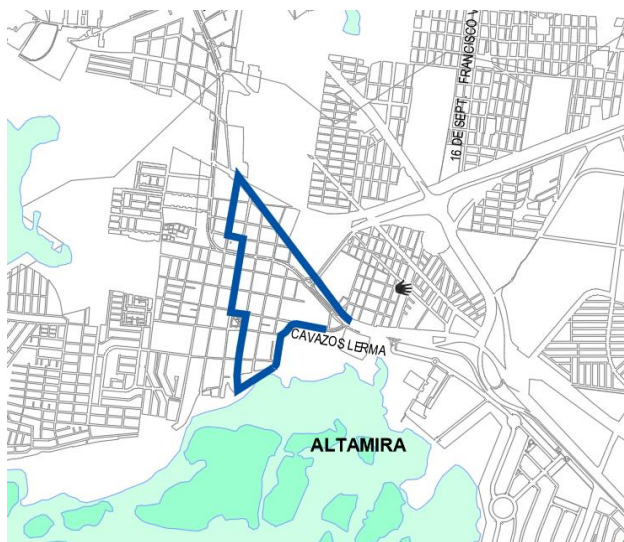


Ilustración I. Zona de Estudio.

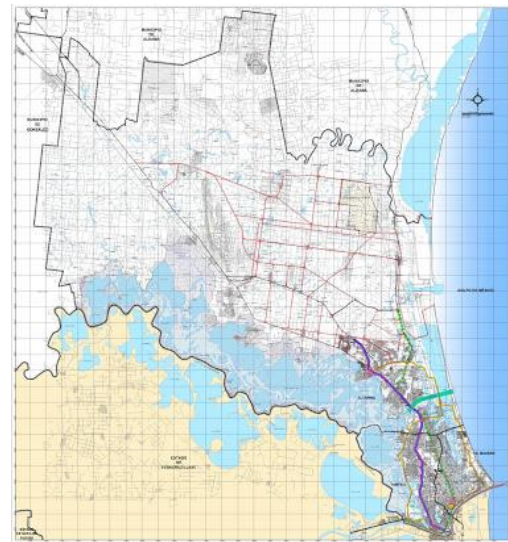


Ilustración 1 Altamira.

II. ANTECEDENTES

La bicicleta, un vehículo propulsado por la fuerza humana, ha evolucionado desde su introducción en el transporte público a finales del siglo XIX. Sin embargo, la falta de una planificación ciclo inclusiva en esa época ha generado desafíos que deben abordarse en la actualidad. Las ciclovías, diseñadas exclusivamente para bicicletas, buscan proporcionar a los usuarios una red segura y eficiente, separándolos del tráfico vehicular. A medida que las ciudades crecían, se inició un proceso de separación entre ciclistas y automóviles para mejorar la seguridad, y el impulso hacia el uso de bicicletas se intensificó en los años 70 debido a una crisis energética y la conciencia ambiental.

Altamira, con más de 235 mil habitantes, enfrenta desafíos de movilidad debido a la falta de actualización de sus redes de transporte y vialidades. La bicicleta se destaca como el medio de transporte más utilizado para recorridos cortos, ofreciendo beneficios como la reducción de la contaminación ambiental y la promoción del ejercicio físico. Para abordar estos problemas, se propone el diseño de ciclovías, considerando la circulación y segregación de flujos, la convivencia con peatones y la creación de entornos atractivos. El gobierno municipal de Altamira tiene la responsabilidad de fomentar el uso de

la bicicleta y proporcionar la infraestructura necesaria para mejorar la calidad de vida y el medio ambiente.

En cuanto a la definición del problema, la falta de abordaje adecuado del tema de ciclovías en las planificaciones de urbanismo en Tamaulipas motiva la propuesta de una ciclovía para crear un ambiente ciclo inclusivo. Se busca abordar problemas como las emisiones nocivas, la saturación del transporte público y la alta tasa de accidentes entre usuarios de bicicleta, con la meta de influir positivamente en la habitabilidad del municipio.

III. MARCO TEORICO

Para iniciar, prioritariamente, se explicarán conceptos necesarios para el desarrollo y comprensión referida al análisis de ciclovías. Comenzando por la descripción de la bicicleta, como un vehículo eficiente y de bajo impacto ambiental, destacando su papel como medio de transporte alternativo beneficioso para el tránsito urbano y la salud humana. Se introduce la ciclovía como una vía segregada para bicicletas, subrayando su importancia y especificando su naturaleza permanente u ocasional, señalando que su eficacia se ve afectada por deficiencias en la infraestructura y la falta de incentivos para su uso. La necesidad de contar con redes ciclo inclusivas y entornos atractivos para mejorar la calidad de vida y el entorno urbano se subraya como esencial.

Según la Asociación Nacional de Funcionarios de Transporte Urbano (NACTO), un carril para bicicletas se define como una sección de la calzada destinada preferentemente o exclusivamente a ciclistas, marcada y señalizada para tal fin. Estos carriles permiten a los ciclistas circular a su velocidad preferida, facilitando interacciones predecibles entre ciclistas y automovilistas. A diferencia de las pistas para bicicletas, los carriles bici no cuentan con barreras físicas y pueden ubicarse junto a la acera o adyacentes a coches estacionados. La configuración de una ciclovía requiere una cuidadosa consideración de los niveles y comportamientos del tráfico, así como medidas de seguridad, señalización y tratamiento de intersecciones para proteger a los ciclistas y evitar la intrusión de vehículos motorizados y estacionamiento indebido.

La siguiente tabla presenta distintos tipos de ciclovías con sus respectivas descripciones y beneficios asociados:

Tabla I. Tipos de ciclovías.

Tipo de Ciclovía	Descripción	Beneficios
Convencionales	Espacio exclusivo para ciclistas junto a carriles de vehículos, permite circular a su velocidad, recomendado en calles transitadas	<ul style="list-style-type: none"> - Aumenta comodidad y confianza. - Crea separación y mejora previsibilidad. - Aumenta capacidad de calles mixtas.
Con espacio de amortiguamiento	Carriles para bicicletas con separación de amortiguamiento, aplicables en calles de alta velocidad y tráfico.	<ul style="list-style-type: none"> - Proporciona distancia segura. - Facilita adelantamiento y mejora seguridad. - Atrae a variedad de usuarios.
De contraflujo	Carriles para bicicletas en sentido contrario al tráfico, ofrecen conectividad y reducen peligros.	<ul style="list-style-type: none"> - Mejora conectividad y acceso. - Minimiza conducción en aceras. - Reduce distancia y tiempos de viaje.
De lado izquierdo	Carriles en lado izquierdo de calles, beneficios en tráfico intenso y cambios frecuentes de estacionamiento.	<ul style="list-style-type: none"> - Evita conflictos y mejora visibilidad. - Proporciona consistencia y minimiza problemas de estacionamiento.

La planificación y diseño de la infraestructura de ciclovías se rige por cinco requisitos fundamentales: coherencia, seguridad, directa, comodidad y atractiva. Estos criterios son esenciales tanto para el desarrollo de nuevas infraestructuras como para la evaluación de las existentes, destacando la importancia de comprender las necesidades de los ciclistas. En resumen, se busca ofrecer rutas cómodas y directas que aseguren la seguridad de los ciclistas y fomenten la utilización de la bicicleta como medio de transporte.

Coherencia:

La coherencia implica la continuidad y consistencia en la infraestructura de ciclovías, facilitando la conexión entre puntos de origen y destino. Esto se logra mediante una señalización clara, superficies de calidad consistente y la libertad para elegir rutas adecuadas. Las intersecciones y la superficie de rodadura deben mantener consistencia y continuidad.

Rutas Directas:

La eficiencia en el tiempo de viaje es esencial, y las rutas para bicicletas deben ser lo más directas posible. Esto implica minimizar desviaciones, evitar cambios en el pavimento, diseñar intersecciones que permitan mantener la velocidad y proporcionar superficies de rodadura sin obstáculos. La red de bicicletas debe construirse de manera que los usuarios siempre encuentren rutas directas.

Seguridad:

Dado que los ciclistas son vulnerables ante vehículos motorizados, la seguridad es crucial. El diseño debe centrarse en reducir la velocidad del tráfico motorizado, proporcionar separación física y/o espacial, y crear condiciones de percepción adecuadas. Medidas como limitar la velocidad, evitar rutas peligrosas y separar ciclistas de vehículos motorizados contribuyen a mejorar la seguridad.

Comodidad:

La comodidad se relaciona con la minimización de frustraciones y retrasos, evitando cuellos de botella y fallas de infraestructura. Se busca reducir el esfuerzo mental y físico del ciclista, considerando la calidad del pavimento, la complejidad de la ruta y factores como paradas y arranques repetidos. La incomodidad puede afectar directamente la seguridad de los ciclistas.

Rutas Atractivas:

La infraestructura de ciclovías debe ser atractiva para fomentar la utilización de la bicicleta. El diseño y la integración en el entorno circundante deben ser considerados para atraer a los ciclistas. La percepción del atractivo puede variar entre personas, y factores como el entorno, la calidad de la ruta y la experiencia general influyen en la decisión de utilizar la bicicleta como medio de transporte.

El término "ciclovía" se popularizó en Bogotá el 15 de diciembre de 1974, cuando más de 5000 residentes se congregaron para demandar un espacio recreativo y deportivo, expresando su descontento con la proliferación de automóviles, la contaminación ambiental y la escasa oferta recreativa. En 1976, la alcaldía oficializó la ciclovía al destinar estratégicamente vías exclusivas para ciclistas y peatones mediante los decretos 566 y 567. Esta iniciativa refleja la necesidad de promover el uso de la bicicleta como medio de transporte, exigiendo espacios específicos, infraestructuras adecuadas y programas educativos para fomentar la cultura del manejo de este vehículo no motorizado en las vías. En años recientes, varias ciudades, como Curitiba (Brasil) y Bogotá (Colombia), han adoptado acciones centradas en la movilidad sostenible, dando prioridad al transporte masivo y a los medios de transporte no motorizados.

Tabla II. Ciclovías en el mundo.

Bogotá, Colombia	El programa Ciclovía restringe el tráfico vehicular en algunas vías los domingos y festivos, convirtiéndolas en espacios recreativos de 127.69 km, incluyendo 7.05 km de cicloruta. Aproximadamente un millón quinientas mil personas disfrutaron de este parque lineal, considerado el más grande del mundo.
Utrecht, Países Bajos	Utrecht destaca con una población de 350,000 habitantes y una red de movilidad que prioriza la bicicleta. Con 245 km de ciclovía, 90 km de franja ciclista y 18 km de cicloruta, Utrecht es pionera en el uso de señales digitales para guiar ciclistas hacia estacionamientos gratuitos y despliega aparcamientos emergentes.
Münster, Alemania	Münster cuenta con una red de 450 km de ciclovías y 255 km de ciclo rutas, incluyendo carreteras especiales para bicicletas donde tienen preferencia sobre los autos. La ciudad tiene alrededor de 500,000 bicicletas para sus 100,000 ciudadanos y ofrece aparcamientos y puntos de alquiler.
Copenhague, Dinamarca	Con nueve de cada diez daneses poseyendo una bicicleta, Copenhague busca aumentar el uso de este medio de transporte. La ciudad ha implementado superautopistas para bicicletas con 167 km actualmente y un plan de expansión para alcanzar 746 km para 2045, promoviendo viajes cómodos y seguros.
Malmö, Suecia	Malmö, con 515 km de ciclovías, implementó soluciones legales para dedicar calles al uso de bicicletas y peatones. Calles sin salida restringen el tráfico motorizado, creando un entorno seguro para ciclistas y peatones.
Hangzhou, China	Hangzhou destaca por compartir bicicletas y separar físicamente el tráfico entre vehículos motorizados y no motorizados en el 85% de sus carreteras. Con una población de 9.47 millones, fomenta un transporte público integrado entre autobuses, metro y bicicletas
Montreal, Canadá	Montreal lidera en Norteamérica con 400 km de ciclovías y un sistema público de bicicletas llamado "Bixi". La ciudad fomenta la intermodalidad con transportes públicos, cuenta con señalización y semáforos específicos para ciclovías, y ofrece estacionamientos públicos y rutas verdes para ciclistas.
Portland, Oregón, EE. UU.	Portland promueve la bicicleta con un 8% de ciudadanos usándola como medio de transporte diario, superando diez veces el promedio nacional. Con 400 km de ciclovías, la ciudad ofrece bicicletas a bajo costo y conecta barrios urbanos con una red integrada.
Basilea, Suiza	Basilea cuenta con ciclovías que priorizan a los ciclistas y proporciona un sólido sistema de alquiler de bicicletas. Se recomienda el uso de cascos y cuenta con rutas especiales que conectan la ciudad con otras regiones de Suiza, como la ruta verde de 394 km a lo largo del río Rin.
Guadalajara, México	La Zona Metropolitana de Guadalajara lidera con 207 km de ciclovías, coordinando esfuerzos para implementar acciones y contar con instrumentos de planeación metropolitanos. La ciudad fomenta la bicicleta como medio de transporte y realiza mesas de trabajo para mejorar la movilidad urbana no motorizada.

La movilidad urbana ha emergido como un tema central para gobiernos y organizaciones no gubernamentales en los últimos años, destacando su importancia para facilitar el traslado eficiente de personas y bienes en entornos urbanos. La movilidad, según la Real Academia Española, se refiere a la capacidad de moverse o recibir movimiento, abarcando el desplazamiento en ciudades, ya sea a pie, en transporte público, automóvil, bicicleta, entre otros. A diferencia de términos como transporte o tránsito, la movilidad es un concepto más amplio que implica el movimiento en general, independientemente del medio utilizado.

El desarrollo sostenible, formalizado en 1987, ha ganado relevancia en el ámbito de la movilidad. Este enfoque, respaldado por pilares como la sociedad, el progreso económico y la conservación del

medio ambiente, ha llevado a un cambio de paradigma en la planificación urbana hacia la movilidad sustentable. La Organización de las Naciones Unidas (ONU) ha abogado por una agenda de desarrollo sostenible, reconociendo la importancia del transporte y la movilidad urbana en la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

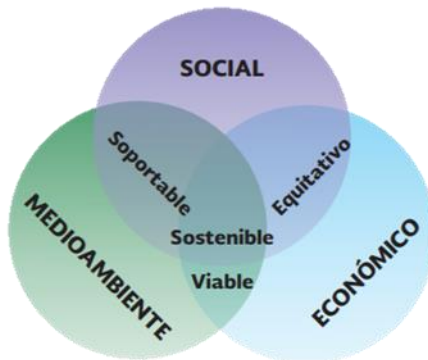


Ilustración III. pilares del desarrollo sostenible.

En la declaración "El Futuro que Queremos" de 2012, los países miembros de la ONU reconocen la esencialidad del transporte y la movilidad para el desarrollo sustentable. Destacan la importancia del transporte sostenible para intensificar el crecimiento económico, mejorar el acceso y lograr una mejor integración de la economía, respetando al mismo tiempo el medio ambiente. Se enfatiza la necesidad de sistemas de transporte ambientalmente racionales, seguros y asequibles, y se reconoce la seguridad vial como parte integral de los esfuerzos hacia el desarrollo sostenible.

En la búsqueda de una movilidad urbana sustentable, la ONU ha identificado la necesidad de cambiar el enfoque tradicional centrado en mejorar la efectividad de los medios clásicos de movilidad, como los automóviles. La sostenibilidad debe centrarse en mejorar el acceso del ciudadano a sus necesidades, reduciendo tiempos y distancias. Este enfoque integrado busca abordar los desafíos actuales y futuros de la movilidad urbana, promoviendo soluciones que beneficien tanto a la sociedad como al medio ambiente.

IV. METODOLOGÍA

En el contexto de la investigación cualitativa, se plantea que observadores competentes y cualificados tienen la capacidad de informar objetiva, clara y precisamente sobre sus propias observaciones del mundo social y las experiencias de los demás.

La presente investigación como se mencionó, tiene como propósito central definir los parámetros esenciales para una ciclovía que cumpla con sus objetivos. Para ello, se llevará a cabo un análisis de bibliografía que describa características de ciclovías exitosas, complementado con tecnologías SIG para mapear la zona de estudio y encuestas para identificar las necesidades de los usuarios. El propósito es fomentar un medio de transporte alternativo que contribuya al saneamiento del área, reduzca emisiones de gases, alivie el tráfico y promueva la actividad recreativa y deportiva para el bienestar de la salud.

El tipo de investigación empleado es analítico con enfoque cualitativo, centrado en los sujetos y adoptando una perspectiva integral del fenómeno estudiado. Se utilizará la caracterización poblacional, datos poblacionales y actividades de los habitantes, junto con el análisis bibliográfico, para conocer las necesidades de la zona y definir parámetros que favorezcan el uso seguro y atractivo de la ciclovía. La infraestructura, el tipo de transporte y la intención de uso serán considerados para determinar el punto estratégico de implementación.

El estudio se divide en tres partes: estudio de bibliografía, estudio de características poblacionales mediante SIG y estudio de hábitos de transporte. La revisión bibliográfica analizará modelos funcionales de ciclovías, la caracterización poblacional se realizará a través de SIG y datos del INEGI, y los hábitos de transporte se estudiarán mediante encuestas. Normativas nacionales e internacionales, como las de la Ciudad de México y la guía de diseño de la NACTO, junto con herramientas como AutoCAD, se utilizarán para asegurar un diseño técnico y funcional de la ciclovía.

El Municipio de Altamira, situado en el Sureste de Tamaulipas, se caracteriza por límites geográficos definidos y una población de 269,790 habitantes según el censo de 2020. El proyecto abarca un área de estudio con 834 personas beneficiadas en 30 hectáreas. Las técnicas empleadas incluyen observación, análisis documental, encuestas e investigación bibliográfica. La caracterización poblacional se basa en mapas georreferenciados y encuestas, mientras que el diseño de la ciclovía se realiza mediante AutoCAD y normativas nacionales e internacionales.



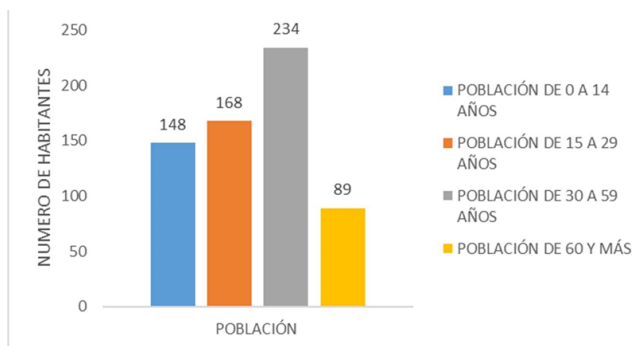
Ilustración IV. Habitantes beneficiados

V. RESULTADOS

La investigación considera diversos indicadores, como el análisis del polígono de habitantes, la revisión bibliográfica y los resultados de encuestas, para proponer una ciclovía. Según la caracterización poblacional, el 10.6% de la muestra utiliza la bicicleta como medio principal de transporte. El clima tropical de Altamira, con una temperatura promedio de 24.3°C, es un factor favorable para la

implementación de ciclovías. Sin embargo, se destaca que la falta de infraestructura adecuada impide un mayor uso de la bicicleta..

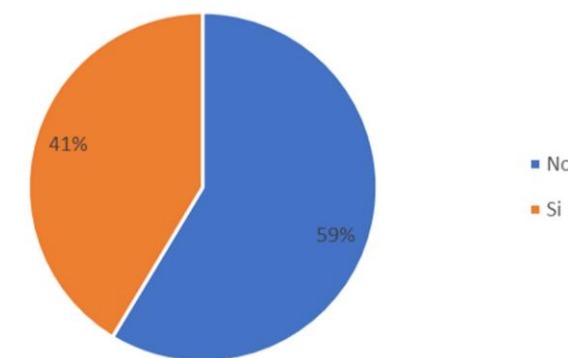
La solución propuesta incluye la adopción de estrategias exitosas de otros modelos, como eventos para promover el uso de la bicicleta, como la "Ciclovía Bogotana" en Bogotá, Colombia. Se señala que, a pesar de considerarse la implementación de ciclovías en planes municipales durante más de 10 años, se requiere una administración efectiva del presupuesto público para mejorar la infraestructura ciclista y cumplir con los 5 parámetros necesarios. Además, la implementación de ciclovías se percibe como una oportunidad para el crecimiento económico, facilitando el transporte a trabajadores y generando un nuevo mercado relacionado con la venta y renta de artículos para ciclistas.



Gráfica I. Rangos de edades de población obtenidos de los mapas indicadores

De acuerdo con la Gráfica 1, 639 personas serán beneficiadas principalmente con la implementación de la ciclovía, las principales actividades socioeconómicas son la pesca y el comercio.

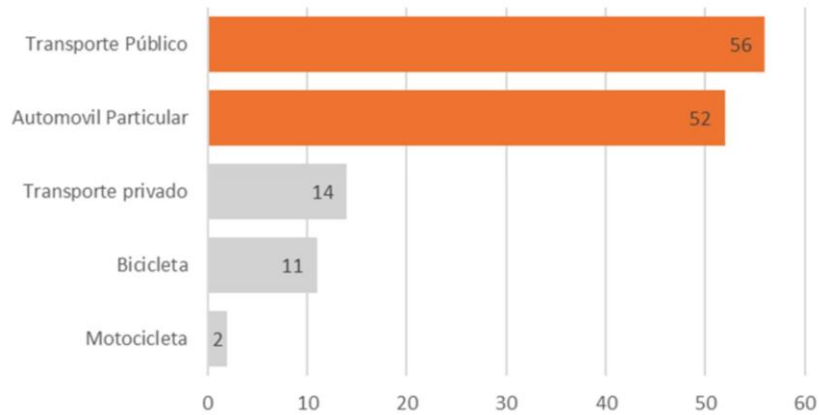
Se puede observar en la gráfica que existe en su mayoría población joven y físicamente activa, al ser implementada la ciclovía podrían beneficiarse con salud y económicamente.



Gráfica II. Conducción en bicicleta

Se tomo una muestra de 104 personas para ser encuestadas, en los gráficos a continuación podremos apreciar sus hábitos de movilidad.

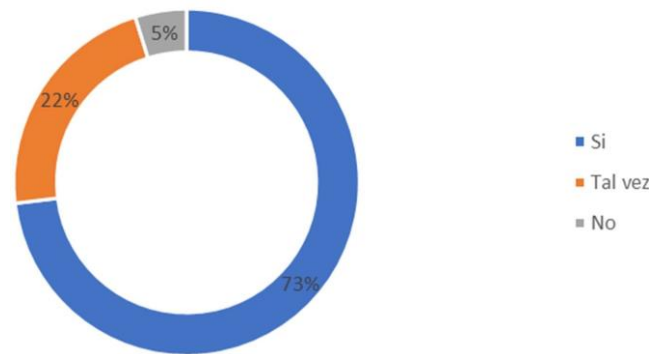
En la gráfica 2 se observa que el 41% de la población puede hacer uso de la bicicleta, a futuro este porcentaje podría incrementar y más unido a otra ciclovía formando una red en la que estudiante y trabajadores se beneficien económicamente al reducir gastos de transporte.



Gráfica III. Medios de transporte

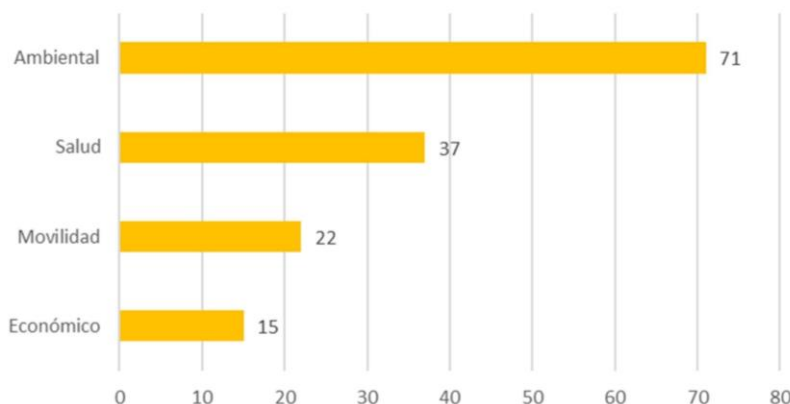
De acuerdo con los datos obtenidos en la gráfica 3 el principal medio de transporte de nuestra muestra es el transporte público entre los que encontramos buses, combis y taxis, seguido por los automóviles particulares, apenas el 10% usa bicicleta. Por la zona de estudio, se puede saber que los principales viajes son por escuela y trabajo, asegurando las horas pico entre 7-8 am , 12-1 pm y 4-6 pm por lo que la ciclovía ayudaría al descongestionamiento del boulevard.

Además, que se estaría cubriendo la necesidad de transporte en tales horas, asegurando la hora de llegada esperada por diferentes usuarios y trayendo beneficios económicos y sociales.



Gráfica IV. Intención de uso

El otro porcentaje de población que utiliza el automóvil ya sea por ahorrar tiempo o comodidad, influye también en el congestionamiento en horas pico al no usarse en su máxima capacidad, por lo que la contaminación como emisiones de gases y contaminación por ruido son un gran problema en nuestra comunidad.



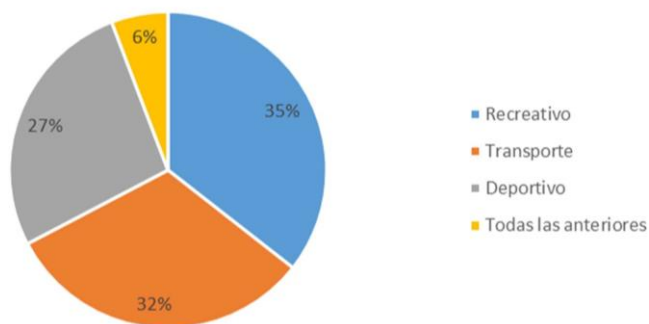
Gráfica V. Factores importantes para la ciclovía

En la gráfica 4 observamos de manera positiva que el 73% de la muestra se mostraría interesada en utilizar la ciclovía una vez implementada, lo que traerá gran impacto económico y social para los habitantes de la zona. Debido a que el ciclismo ha comprobado ser una de las mejores formas de deporte y transporte.

De las más de 100 respuestas recibidas por la muestra, la mayoría concuerda en lo importante que es el impacto ambiental de la ciclovía, el beneficio principal que traería sería la reducción a la emisión de gases en la zona, la disminución de contaminación por ruido; por consiguiente, el beneficio a la salud, los usuarios piensan que este sería un gran avance para crear nuevos hábitos, lo que disminuiría el problema de obesidad que existe en el país.

Otro punto importante es la movilidad, como se explicó anteriormente se produciría un descongestionamiento con estas nuevas medidas, lo cual optimizaría tiempos de traslado.

Por último y no menos importante, el factor económico, el uso de la bicicleta reduce considerablemente los gastos en transporte público y gasolina, si bien se gastaría en el mantenimiento de una bicicleta, el dinero invertido se recuperaría en poco tiempo.



Gráfica VI. Usos de ciclovía

Una vez manifestadas las intenciones de los usuarios por utilizar la futura ciclovía se preguntó el uso que le darían a esta, esto sirve para poder brindar un mejor servicio e incluir todos los detalles en el diseño, además de clasificar e identificar a los potenciales usuarios.

VI. PROPUESTA

Para el diseño de ciclovía en la zona de laguna Champayán como un método alternativo de transporte para los ciudadanos, se analizó la ubicación, el uso de suelo y la normativa mexicana. Como se mencionó anteriormente la zona de estudio se encuentra localizada a la cercanía de la laguna Champayán, en el mapa a continuación podemos observar el uso de suelo en nuestra área a estudiar.

Por su ubicación geográfica al encontrarse cerca de los márgenes de laguna Champayán, se analizó anteriormente la principal fuente de empleos, además que podemos mencionar el atractivo turístico y recreativo a esta zona específicamente el Parque “Laguna de Champayán”, el punto estratégico del comercio (ambulante y fijo) conocido como “La Puntilla” y una posible conexión a otra ruta de ciclovía de la Calle Miguel Hidalgo.

Dando continuidad y basándonos en la metodología la Guía de diseño de Infraestructura y Equipamiento Ciclista la cual nos indica que uno de los puntos para proponer la vialidad es conocer las calles para seleccionar una ruta, en el área de estudio se propone el Boulevard Cavazos Lerma debido a su punto estratégico comercial y recreativo ya antes mencionado.



Ilustración V. Trazado de la ciclovía en Blvd. Cavazos Lerma

En la figura 5 se presenta el tramo de estudio, del cual se tiene una longitud de 2215 m.

Se ha optado trabajar con una ciclovía de un solo sentido debido a que se mejora la visión de los conductores de automóvil y bicicleta al llegar a los cruces, por lo que la seguridad se incrementa en estos puntos.

Los carriles ciclistas de un solo sentido reducen conflictos entre autos y ciclistas, además de reducir accidentes entre peatones y ciclistas, ciclistas y ciclistas, y automovilistas y ciclistas.

La utilización de rotondas es clave para la circulación vehicular debido a que, a diferencia de una intersección semaforizada, el flujo de los vehículos es constante, por lo que, aunque aumenta la capacidad, reduce la velocidad con la que se realiza el cruce.

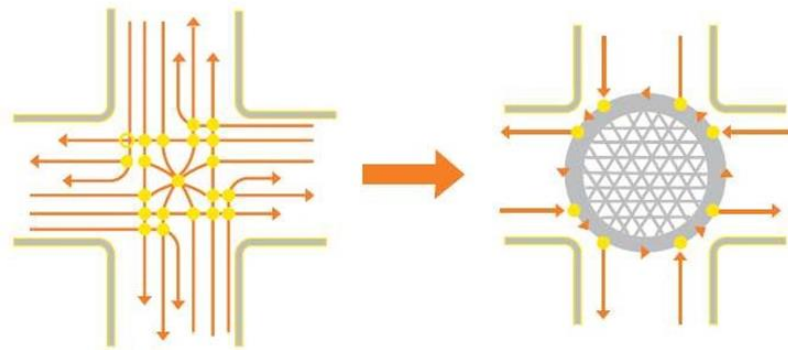


Ilustración VI. Conflictos vehiculares solucionados por Glorietas

Tabla III. Dimensiones de ciclo carriles en áreas urbanas.

Tipo	Más de 1,500 ciclistas/día	Menos de 1,500 ciclistas/día
Sin estacionamiento a un costado	2.25 m	1.50 m
Con estacionamiento a un costado	2.50 m	1.50 m

El ancho de vía del Boulevard ronda entre 7.5 m a 10.5 m por lo que conforme a la guía para diseño que nos indica que con menos de 1500 usuarios por día podemos proponer un ancho de ciclo vía de 1.5 m, por lo que se puede adaptar la ciclo vía a la infraestructura ya existente con los tratamientos y recomendaciones adecuadas tales como el tratamiento a la capa de rodadura y su señalización.

En la imagen 8 se puede observar la sección transversal del boulevard con las especificaciones ya aplicadas, el ancho mínimo de un carril para este es de 3.0 m, se tienen 2 de un solo sentido ya antes mencionado, 1.5 m de ancho de la ciclo vía escogido, 1.5 m de camellón y 2 m de banqueta.



Ilustración VII. Sección transversal del Boulevard

Ilustración 2 Sección transversal del Boulevard

De acuerdo con la NOM-034-SCT2-2011 para aquellas ciclovías compartidas los señalamientos serán los siguientes de acuerdo con la imagen 9.

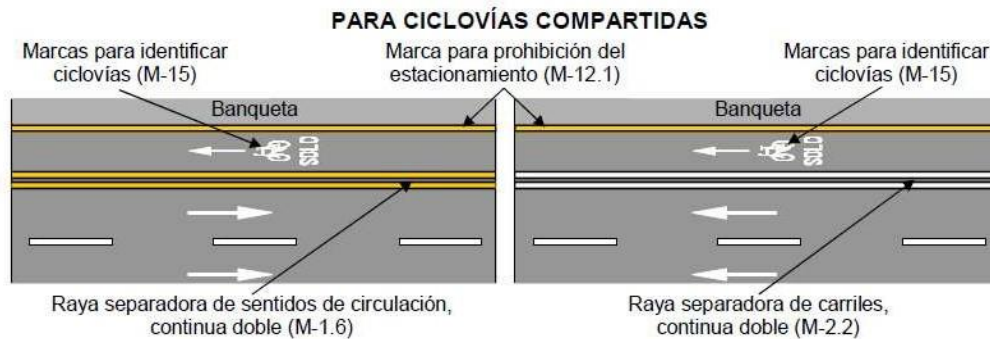


Ilustración VIII. Marcas para delimitar ciclovías

Raya separadora de carriles, continua doble (M-2.2) con clasificación DH-1.8 debe ser continua doble cuando delimita carriles exclusivos para la circulación de ciertos tipos de vehículos automotores o ciclovías compartidas y debe ser marcada en toda la longitud del carril. La separación entre rayas debe ser igual a su ancho y se debe complementar con delimitadores a cada 30 m ubicados en el centro del espacio entre ellas, de carriles de exclusivos y ciclovías. El color y orientación del reflejante será Blanco en la cara al tránsito. (Secretaría de Comunicaciones y Transportes, 2011)

Marca para identificar ciclovías (M-15, es blanca reflejante y se coloca sobre el pavimento representando una bicicleta se hará a escala de las dimensiones que se muestran en la figura 4.9, para establecer e identificar ciclovías, que se destinan a la circulación de vehículos de tracción humana como bicicletas y triciclos, entre otros, dirigiéndolos y encausándolos convenientemente para reducir el riesgo de accidentes con vehículos automotores o peatones. (Secretaría de Comunicaciones y Transportes, 2011)

Esta marca, debe ser complementada con una leyenda con el mensaje “SOLO”, y una flecha de dirección, que indique el sentido de circulación de la ciclovía, con las formas y a escala de las dimensiones que se muestran en la figura 4.9, ambas blancas reflejantes. La leyenda, la marca para identificar ciclovías y la flecha deben estar separadas entre sí sesenta (60) centímetros. Este grupo de marcas se aloja sobre el eje de la ciclovía y se repite sistemáticamente a distancias variables en función de las condiciones especiales de la ciclovía, que debe estar delimitada con rayas continuas. (Secretaría de Comunicaciones y Transportes, 2011)

Por último, en esta propuesta se debe considerar la realización de un documento de promoción y estrategias de comunicación con el fin de crear puntos de encuentro ciclistas, crear campañas para uso exclusivo en días de bajo tráfico de medios de transporte motorizados como los antes ya mencionados en el análisis de bibliografía, además de hacer de conocimiento a la población la Ley del fomento y uso de la bicicleta en el Estado de Tamaulipas

VII. CONCLUSIONES

El propósito central de esta investigación era desarrollar una metodología para la creación de ambientes sustentables en eco vías dentro de entornos urbanos. Este enfoque se basa en un análisis comparativo respaldado por una exhaustiva revisión bibliográfica, con el objetivo de fomentar espacios

que impulsen la circulación de bicicletas como una alternativa de transporte atractiva, cómoda, segura, eficiente y rápida, en estricta conformidad con las directrices establecidas por el manual de la Ciudad de México.

La movilidad urbana se vuelve crucial en ciudades en crecimiento, y Altamira, experimentando un aumento social y económico, requiere una planificación efectiva para satisfacer las necesidades de transporte. La investigación propone la concientización de la población y la colaboración con organismos gubernamentales para crear más rutas ciclistas, destacando beneficios como el descongestionamiento del tráfico y la mejora en la calidad del aire. La factibilidad se ve respaldada por una población joven y activa laboralmente, buscando alternativas debido a la precariedad del transporte público.

La investigación responde a la necesidad de mejorar la movilidad proponiendo una ruta de ciclovía mediante sistemas de información geográfica (SIG). Los objetivos, desde el análisis espacial hasta la selección de rutas seguras y el cumplimiento de normativas, se logran exitosamente. Se destaca la necesidad de evaluación constante, campañas de promoción, educación vial y concientización para garantizar el uso efectivo de la infraestructura ciclista. Además, se sugiere la implementación de parqueaderos y renta de bicicletas, junto con la expansión de la red y su futura conexión a calle Quintero para beneficiar a la población estudiantil en el primer cuadro de la ciudad.

REFERENCIAS

- [1] R. Ayuntamiento de Altamira. (20 de Agosto de 2016). Programa Municipal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano de Altamira. Obtenido de http://po.tamaulipas.gob.mx/wp-content/uploads/2016/09/cxli-Ext.No_4-260916F-ANEXO-1.pdf
- [2] Barreto Aucapiña, M. J., & González Reino, A. F. (Junio de 2017). PROYECTO TÉCNICO: “propuesta del trazado de rutas para ciclovías en la zona urbana de la ciudad de cuenca”. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/14332/4/UPS-CT007041.pdf>
- [3] Ciclo CIUDADES. (10 de Junio de 2020). Ranking Ciclociudades 2019. Obtenido de <http://ciclociudades.mx/ranking-ciclociudades-2019/>
- [4] Comisión Ambiental de la Megalópolis. (26 de Septiembre de 2018). El contexto internacional de la movilidad urbana sustentable. Obtenido de <https://www.gob.mx/comisionambiental/es/articulos/el-contexto-internacional-de-la-movilidad-urbana-sustentable?idiom=es>
- [5] Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía. (Abril de 2018). Movilidad Urbana Sostenible. Obtenido de <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/313972/movilidadurbanasostenible.pdf>
- [6] Congreso constitucional del estado libre y soberano de tamaulipas. (20 de Septiembre de 2016). Ley del fomento y uso de la bicicleta en el estado de tamaulipas. Tamaulipas, México.
- [7] CROW. (2011). Manual de Diseño para el Tráfico de Bicicletas. Holanda: CROW, Ede.
- [8] Cycling Embassy of Denmark. (14 de Enero de 2021). Danish cycling statistics. Obtenido de <https://cyclingsolutions.info/embassy/danish-cycling-statistics/>
- [9] denmark.dk. (18 de Julio de 2018). A nation of cyclists. Obtenido de <https://denmark.dk/people-and-culture/biking>
- [10] Departamento Nacional de Planeación Subdirección Territorial y de Inversiones Públicas. (2016). Proyecto Tipo Construcción de cicloinfraestructura y servicios complementarios . Obtenido de https://proyectostipo.dnp.gov.co/index.php?option=com_k2&view=item&layout=item&id=144&Itemid=205
- [11] Gobierno de Jalisco. (2019). Manual de ciclismo urbano Jalisco. Obtenido de <https://www.jalisco.gob.mx/ciclista/>

- [12] Gobierno del Distrito Federal, Secretaría del Medio Ambiente, Universidad Nacional Autónoma de México. (2020). Guía de diseño de Infraestructura y Equipamiento Ciclista. Obtenido de <https://bicycleinfrastructuremanuals.com/manuals4/Gui%CC%81a%20de%20Disen%CC%83o%20de%20Infraestructura%20y%20Equipamiento%20Ciclista%20-%20Estrategia%20de%20movilidad%20en%20bicicleta%20de%20la%20Ciudad%20de%20Me%CC%81xico.pdf>
- [13] Gobierno del Estado de Tamaulipas. (2016). Plan Estatal De Desarrollo 2016-2022 Tiempo de todos. Obtenido de <https://www.tamaulipas.gob.mx/planestatal/plan-estatal-de-desarrollo-2016-2022.pdf>
- [14] IDRD. (23 de Abril de 2021). Programa Ciclovía. Obtenido de <https://guiatramitesyservicios.bogota.gov.co/tramite-servicio/https-www-idrd-gov-co-ciclovía-bogotanaprograma-ciclovía/>
- [15] IMEPLAN. (2018). Plan de Desarrollo Integrado para la Zona Metropolitana de Altamira, Ciudad Madero y Tampico, Tamaulipas. Tamaulipas, México.
- [16] INEGI. (2015). Número de Habitantes del estado de Tamaulipas. Obtenido de <http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/tam/poblacion/default.aspx?tema>
- [17] Instituto de Movilidad Jalisco. (31 de Diciembre de 2020). Kilómetros de ciclovías en las áreas urbanas y metropolitanas. Obtenido de <https://seplan.app.jalisco.gob.mx/mide/panelCiudadano/detalleIndicador/1659>
- [18] Instituto Distrital de Recreación y Deporte. (2017). Ciclovía Bogotana. Obtenido de <https://www.idrd.gov.co/ciclovía-bogotana>
- [19] Instituto Distrital de Recreación y Deporte. (2017). Historia ciclovía Bogotana. Obtenido de <https://www.idrd.gov.co/historia-ciclovía-bogotana>
- [20] Instituto para Políticas de Transporte y Desarrollo. (2011). Manual integral de movilidad ciclista para ciudades mexicanas Tomo IV. Infraestructura. México: arre.
- [21] National Association of City Transportation Officials. (14 de Diciembre de 2011). Bike Lane. Obtenido de <https://nacto.org/publication/urban-bikeway-design-guide/bike-lanes/>
- [22] National Association of City Transportation Officials. (14 de Diciembre de 2011). Buffered Bike Lanes. Obtenido de <https://nacto.org/publication/urban-bikeway-design-guide/bike-lanes/buffered-bike-lanes/>
- [23] National Association of City Transportation Officials. (14 de Diciembre de 2011). Contra-Flow Bike Lanes. Obtenido de <https://nacto.org/publication/urban-bikeway-design-guide/bike-lanes/contra-flow-bike-lanes/>
- [24] National Association of City Transportation Officials. (14 de Diciembre de 2011). Conventional Bike Lanes. Obtenido de <https://nacto.org/publication/urban-bikeway-design-guide/bike-lanes/conventional-bike-lanes/>
- [25] Stadt Münster. (2018). Germany's cycling capital. Obtenido de <https://www.stadt-muenster.de/english/ten-times-muenster-in-brief/germanys-cycling-capital>
- [26] Technical and Environmental Administration (TMF), Mobility. (Mayo de 2019). The Bicycle Account 2018 Copenhagen City of Cyclists. Obtenido de <https://cyclingsolutions.info/wp-content/uploads/2020/12/CPH-Bicycle-Account-2018.pdf>