

Urban Cycle: Desarrollo y evaluación de detector de punto ciego para ciclistas urbanos

Urban Cycle: Development and evaluation of blind spot sensor for urban cyclists

Recibido: 28 de abril de 2025

Aceptado: 31 de julio de 2025

Miguel Angel Aguilar Aragón

Instituto Tecnológico de Durango/TecNM

miguelaguilar@itdurango.edu.mx

Obed Antonio García Cano

Instituto Tecnológico de Durango/TecNM

José Alejandro Ale Burgos

Instituto Tecnológico de Durango/TecNM

Juan Carlos Rosales García

Instituto Tecnológico de Durango/TecNM

RESUMEN

El uso de la bicicleta como estrategia de movilidad urbana es un fenómeno que ha ido ganando terreno a nivel mundial. Lamentablemente, la falta de seguridad para los ciclistas es uno de los principales factores que limitan su uso en ciudades en donde la infraestructura de ciclovías es insuficiente. La presente investigación presenta el diseño, evaluación e implementación de un prototipo para la asistencia de ciclistas urbanos. El prototipo fue construido con sensores ultrasónicos laterales y posterior, diseñados para detectar el acercamiento de vehículos por puntos ciegos para el ciclista; cuenta además con un tablero de alertas visuales instalado en el manubrio, una cámara de grabación de video, alarmas sonoras y luz estroboscópica para aumentar la visibilidad. Las pruebas de detección del sensor se realizaron en un entorno controlado. Los resultados obtenidos muestran una detección efectiva en un rango de operación entre 300 y 2200 mm, con un error relativo de 3.06 %. Urban Cycle representa una opción viable y de bajo costo para aumentar la seguridad de ciclistas en entornos urbanos. Su implementación puede reducir accidentes por invasión de distancia lateral, y fomentar el uso de la bicicleta como medio de transporte.

Palabras clave: Desplazamiento de personas, ciclovías, transporte activo, bicicleta, seguridad vial.

Abstract

The use of bicycles as a strategy for urban mobility has been steadily gaining ground worldwide. The lack of safety for cyclists remains one of the main factors limiting their use, particularly in cities where cycling infrastructure is insufficient. This study presents the design, evaluation, and implementation of a prototype intended to assist urban cyclists. The prototype was built with lateral and rear ultrasonic sensors, designed to detect the approach of vehicles in areas that constitute blind spots for cyclists. It also includes a visual alert panel mounted on the handlebars, a video recording camera, audible alarms, and a strobe light to enhance visibility. Sensor detection tests were conducted in a controlled environment. The results showed effective detection within an operational range of 300 to 2200 mm, with a relative error of 3.06%. Urban Cycle represents a viable and low-cost solution to improve cyclist safety in urban settings. Its implementation could reduce accidents caused by the invasion of the minimum lateral passing distance and promote the use of bicycles as a mode of transportation.

Keywords: Movement of people, cycle paths, active transport, bicycles, road safety.

INTRODUCCIÓN

El uso de la bicicleta ha ido ganando terreno de forma considerable. En la actualidad, ya no es solo un medio de recreación o deportiva, sino que se ha convertido en un factor en la movilidad urbana, que cada vez va tomando mayor importancia. Los países europeos van a la vanguardia en la inclusión de la bicicleta como medio de transporte, priorizando al ciclista por encima del automóvil y en ciudades como Ámsterdam y Copenhague han modificado el sistema de transporte alrededor del uso de la bicicleta. No obstante, en las ciudades de América Latina, existe un rezago significativo en este tema, y las políticas públicas de movilidad urbana priorizan el uso de vías rápidas para automóviles (San Vicente-López, 2023).

De acuerdo con la Organización Panamericana de Salud (OPS), “La bicicleta contribuye a garantizar una movilidad urbana saludable, segura, sostenible y solidaria; constituye un mecanismo para la lucha contra la pandemia de obesidad y sobrepeso que aqueja a la población mexicana” (OPS, 2021). La infraestructura vial en México está diseñada para la circulación de vehículos motorizados que circulan a velocidades relativamente altas y aunque existen leyes que amparan la circulación de los ciclistas, no resulta cómoda y segura la circulación de estos (Rinaldi, 2014).

De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), en México el número de vehículos de motor registrados a febrero de 2025 fue de 38,711,639 (INEGI, 2025). La población que se desplaza a la escuela en bicicleta en ciudades de más de 100,000 habitantes es del 1.0%, mientras que la población que se desplaza al trabajo en este mismo medio de transporte fue del 3.3%. (SEDATU, 2023). Solo el 2.2% de personas de 6 años o más que realizó viajes entre semana en la Zona Metropolitana del Valle de México utilizó la bicicleta como medio de transporte. (INEGI, 2018). En una encuesta realizada en la ciudad de México, el 60.2% de los usuarios de bicicleta ha sufrido algún accidente, principalmente por desobedecer el reglamento de tránsito (Valdéz Sánchez, 2021).

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), cada año fallecen aproximadamente 1.19 millones de personas en el mundo, de los cuales el 92% se registran en países de ingreso mediano y bajo. Más de la mitad de las víctimas pertenecen a los grupos más vulnerable: peatones, ciclistas y motociclistas (OMS, 2023). En México, durante 2021 se registraron 14,721 defunciones por siniestros de tránsito, de los cuales el 0.6% fueron ciclistas (OPS; 2021). Ciudades pequeñas como Durango, Dgo., con una población de 688,697 habitantes (INEGI; 2020) en donde los recorridos a los centros de trabajo y a las escuelas son relativamente cortos, y la topografía en la ciudad es plana, el uso de la bicicleta como medio de transporte tiene mucho potencial.

A pesar de ello, la ciudad solo cuenta con 14.09 km de ciclovías, de las cuales solo se encuentran interconectadas entre sí las ciclovías Dolores del Río y Laureano Roncal. La escasa infraestructura, aunada a la falta de conectividad entre las ciclovías, dificulta enormemente la circulación de los usuarios de bicicletas en la ciudad, por lo que se ven obligados a utilizar calles que no cuentan con señalización, lo que los expone a sufrir accidentes. En la figura 1 se muestran las ciclovías de la ciudad de Durango.

Figura 1

Ciclovías en la ciudad de Durango, Dgo.



Nota: La figura muestra las ciclovías instaladas en la ciudad de Durango.
Fuente: BISIGET: Inventario de ciclovías (2020).

Adicionalmente, la falta de señalización en las ciclovías existentes representa otro problema. De las 5 que se tienen, solamente la ciclovía Laureano Roncal cuenta con semáforos para bicicletas. Las restantes carecen de señalización, de manera que no indican inicio o termino de las mismas, esto dificulta que el ciclista no tenga una ruta de acceso adecuada para acceder a ellas.

Otro problema radica en que su punto de término es en avenidas de alta afluencia vehicular, lo que incrementa el riesgo para ciclistas. La figura 2 muestra el punto final en la ciclovía de Dolores del Río y Domingo Arrieta, en las que se puede apreciar la inexistencia de señalética adecuada.

Figura 2

Ciclovías Dolores del Río y Domingo Arrieta



Nota: La figura muestra la falta de señalización adecuada de la ciclovía ubicada entre las calles de Dolores del Río y Domingo Arrieta.

Fuente: Propia

El objetivo es diseñar *Urban Cycle*, dispositivo que emite una señal sonora y visual cuando detecta la aproximación un vehículo a mayor velocidad por el lado de puntos ciegos, alertando al usuario la presencia del vehículo con antelación, además de contar con una cámara que registra el video durante el viaje, y una luz que aumenta la visibilidad de la bicicleta en circulación. Promoviendo el uso de la bicicleta, se contribuye a alcanzar 11 de los 17 objetivos del Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas, así como las metas de reducción de emisiones contaminantes acordadas en los Acuerdos de París (OPS, 2021).

El uso de la bicicleta como medio de transporte no solo aporta beneficios de salud física y mental para sus usuarios, sino que además contribuye a disminuir la contaminación ambiental y auditiva en las ciudades. La bicicleta puede ser una solución para desplazarse hacia el lugar de trabajo o centro de estudio, y a pesar de que la infraestructura para el uso de transporte activo en ciudades pequeñas y medianas en México aún está en fase de desarrollo, la utilización de dispositivos de seguridad como *Urban Cycle* brinda mayor confianza al usuario durante sus desplazamientos en calles y avenidas con alta circulación vehicular.

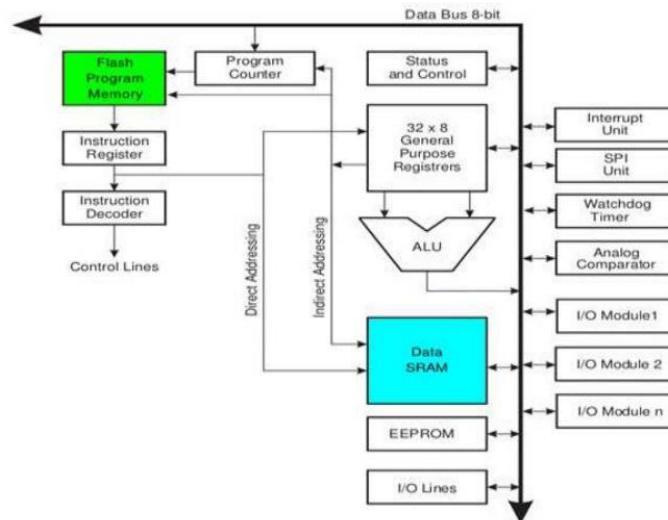
METODOLOGÍA

Diseño de prototipo

El prototipo de *Urban Cycle* fue desarrollado utilizando una combinación de tecnologías orientadas a mejorar la seguridad vial de los ciclistas urbanos ofreciendo una conducción asistida en su trayecto. Como primer paso, se realizó el diseño de la carcasa, considerando una geometría rectangular y bordes en ángulo. Utilizando el software *SolidWorks* se presenta el diseño optimizado de cada uno de los componentes.

Para el desarrollo del dispositivo, se seleccionó un microcontrolador ATMEGA 328P fabricado por Atmel; es un dispositivo de 8 bits basado en la arquitectura Harvard, donde el código del programa y los datos del programa se encuentran en memorias diferentes. La figura muestra la arquitectura de ATMEGA 328P (Bleda Molina , 20025).

Figura 3
Arquitectura del microcontrolador ATMEGA 328P



Nota: Arquitectura del microcontrolador ATMEGA 328P
Fuente: <https://vumet3r.github.io/jbledam/Memoria%20Final%20PDS.pdf>

Este microprocesador opera con un voltaje de 5 V, tiene integrado un regulador de voltaje que permite una alimentación externa de entre 6 y 20 V, y presenta un consumo de corriente de 40 mA. Cuenta con 6 entradas analógicas y 14 entradas digitales, una capacidad de memoria de 32 KB y una memoria EEPROM de 1 KB, entre otras características (Azúa-Barrón, 2017). Este componente es el encargado de procesar la información del entorno que recibe.

Se emplearon 3 sensores ultrasónicos JSN-SR04T para estimar la distancia de los objetos que se aproximen al dispositivo. El sensor emite una onda acústica de 40kHz, que viaja a través del aire a la velocidad del sonido y detecta objetos mediante la recepción del eco. Se seleccionó este tipo de sensor por su bajo consumo de energía (0.01-1 W), tamaño reducido, precisión en la medición, mejor linealidad, resistencia al agua, rango de operación y bajo costo (Záizar González , 2024). La tabla 1 muestra las especificaciones del sensor ultrasónico seleccionado.

Tabla 1
Rango de medición del sensor ultrasónico.

Voltaje de operación:	DC 3.0–5.5V
Corriente de trabajo:	Menor a 8 mA
Frecuencia del transductor:	40 kHz
Alcance máximo:	600 cm
Alcance mínimo:	20 cm

Precisión de distancia:	±1 cm
Resolución:	1 mm
Ángulo de medición:	75°

Nota: Especificaciones y alcance del sensor

Fuente: <https://www.makerguides.com/wp-content/uploads/2019/02/JSN-SR04T-Datasheet.pdf>

Adicionalmente el sistema cuenta con un módulo de cámara ESP32 con sensor OV2640 para el procesamiento de imágenes, incluye LED's ultrabrillantes de 5 mm para alertas visuales, y un buzzer (avisador acústico) de 3.5 kHz para emitir alertas sonoras. La energía es suministrada mediante una batería de iones de Litio recargable, seleccionada por su bajo peso, tamaño compacto, alta densidad de energía, prolongado ciclo de vida y bajo costo (Quintero, 2021) lo que le permite una autonomía adecuada al dispositivo.

La tabla 2 muestra la lista de los componentes utilizados en la fabricación del prototipo de Urban Cycle.

Tabla 2
Lista de componentes de Urban Cycle

Elemento	Especificaciones Técnicas
PETG	Termoplástico, temp. impresión 220–250 °C, cama 70–90 °C, resistente al impacto, reciclable
LED Ultrabrillante	2–3.3 V, 20 mA, >10,000 mcd, ángulo de visión 15°–30°, tamaño 5 mm / 3 mm
Push Button	Momentáneo, 12–24 V máx, 50 mA, ciclo de vida ~100,000 presiones
Módulo Ultrasónico Impermeable	5 V, <20 mA, medición 25–450 cm, precisión ±1 cm, IP67, 40 kHz
Mini Altavoz	8 Ω, 0.5–1 W, 28–40 mm, 300 Hz – 10 kHz, dinámico magnético
Batería Li-Po 1500 mAh	3.7 V, 1000 mAh, protección contra cortocircuito y sobrecarga, ~40x30x6 mm
Microcontrolador Atmel	8 bits, 16 MHz, 32 KB Flash, 2 KB SRAM, 1 KB EEPROM, 23 GPIO, ADC 10 bits
Placa BMS (1S)	3.7 V, protección sobrecarga/descarga, máx 1–3 A, conexiones P+/P-/B+
Cable calibre 22 AWG	Ø 0.64 mm, máx 7 A, PVC/silicón, señal y energía de bajo consumo
Transistor NPN	NPN, 40 V, 800 mA, hFE 100–300, para conmutación/amplificación
Soldadura	Sn60Pb40 o libre de plomo, 0.5–1.2 mm, núcleo de resina, 180–220 °C
Lente de grabación (160°)	2 MP (1600x1200), gran angular 160°, montura M12,
Módulo de visión embebida	Wi-Fi + BT, 4 MB PSRAM, 5 V entrada, ranura MicroSD, cámara

Nota: Lista de componentes y características técnicas de cada componente

Fabricación del prototipo.

El prototipo se fabricó por medio de manufactura aditiva, definida como: “una tecnología que utiliza impresión 3D para producir objetos tridimensionales a partir de modelos creados en software. Mediante el diseño 3D, es posible crear modelos virtuales de objetos y luego imprimirlos capa por capa utilizando diferentes tipos de materiales” (Gutiérrez Cedillo, 2024).

Las alertas visuales están incorporadas en un tablero colocado en el manubrio de la bicicleta y en una luz trasera que permite hacer visible al ciclista durante la noche. La figura 4 muestra las alertas visuales instaladas en el manubrio de la bicicleta.

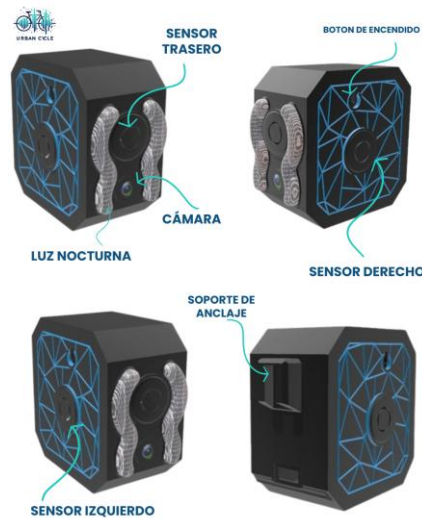
Figura 4
Alertas visuales



Nota: La figura muestra el tablero de ayudas visuales instalado en el manubrio de la bicicleta

Para la elaboración del prototipo, tanto de la carcasa como del tablero de luces se seleccionó el termoplástico PETG debido a sus propiedades de elasticidad, lo que le permite deformarse ligeramente sin fracturarse, su ductilidad, alta resistencia al impacto, buena estabilidad térmica y resistencia química (Cuenca, 2024). La figura 5 muestra la carcasa, que sirve de alojamiento de la mayoría de los componentes electrónicos del dispositivo.

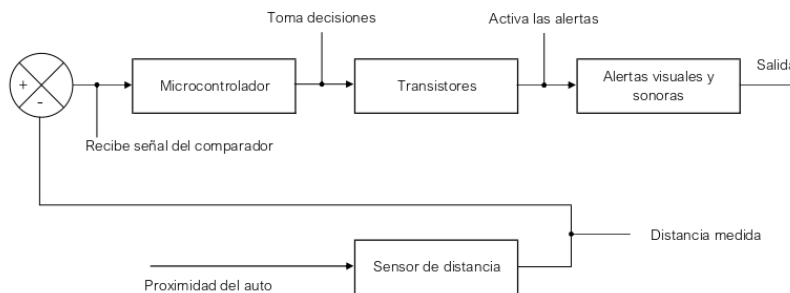
Figura 5
Carcasa del dispositivo



Nota: La figura muestra la carcasa del dispositivo Urban Cycle

Todo el sistema fue ensamblado internamente, asegurando una adecuada integración entre los componentes electrónicos y la estructura física del dispositivo. La figura 6 muestra el esquema de conexión de los componentes.

Figura 6
Diagrama de componentes



Nota: Diagrama donde se visualizan los componentes utilizados en la bicicleta

RESULTADOS Y CONCLUSIÓN

Pruebas de funcionamiento en laboratorio.

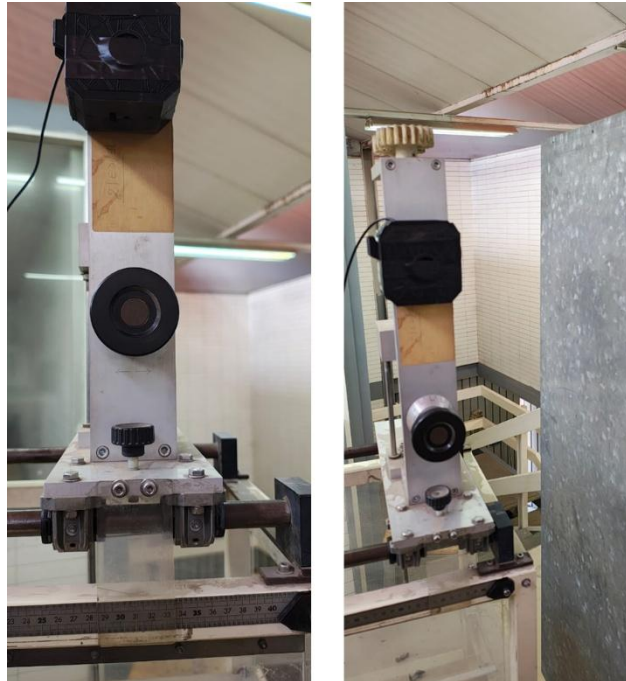
El prototipo se sometió a pruebas de funcionamiento antes de su instalación en la bicicleta. Los ensayos consistieron en la verificación del funcionamiento de los sensores en diferentes rangos de medición y diferentes materiales a detectar, la activación de las alertas visuales y auditivas, y la validación del funcionamiento del microcontrolador. Se probó también, la duración de la

batería al estar sometida a plena carga (de hasta 5 h), y la calidad de la grabación de la cámara. Estos ensayos permitieron identificar y corregir tanto errores en el código de control como en la fijación de algunos componentes. A continuación, se describen las especificaciones de las pruebas realizadas:

Prueba de distancia: la prueba de distancia se llevó a cabo montando el sensor ultrasónico en un dispositivo con desplazamiento lineal manual, el cual incorpora una regla graduada para medir con precisión el movimiento. Para la prueba, se colocó una placa metálica a distintas distancias del sensor. El procedimiento inicio con la distancia de 300 mm entre el sensor y a placa, registrándose 25 lecturas. Posteriormente se desplazó el sensor a 400 mm de la placa, repitiendo el proceso de la toma de lecturas, y se continuó haciendo lo mismo hasta una distancia 1200 mm, tomando lecturas en intervalos de 100 mm. Se volvieron a realizar mediciones a partir de una distancia de 1900 mm, realizando el mismo procedimiento, hasta una distancia de 2200 mm. La figura 7 muestra el dispositivo donde se realizó la prueba.

Figura 7

Dispositivo para medición de distancias

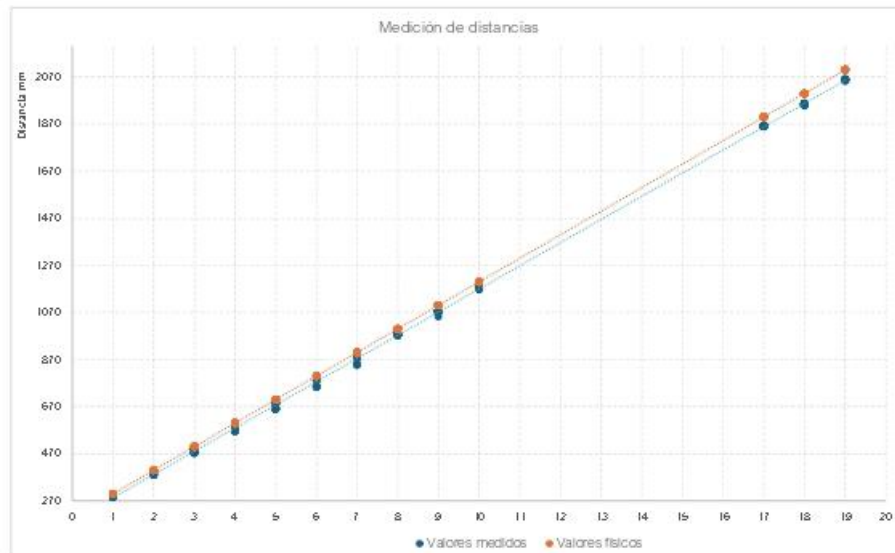


Nota: Dispositivo utilizado para las pruebas de distancia entre una placa metálica y el sensor ultrasónico

La figura 8 muestra los resultados de las pruebas de distancia realizadas con el sensor ultrasónico. Los valores físicos son las distancias entre el sensor y la placa, medidos con un flexómetro. Los valores medidos son las distancias registradas con el sensor.

Figura 8

Comparación de medidas realizadas con flexómetro y sensor ultrasónico

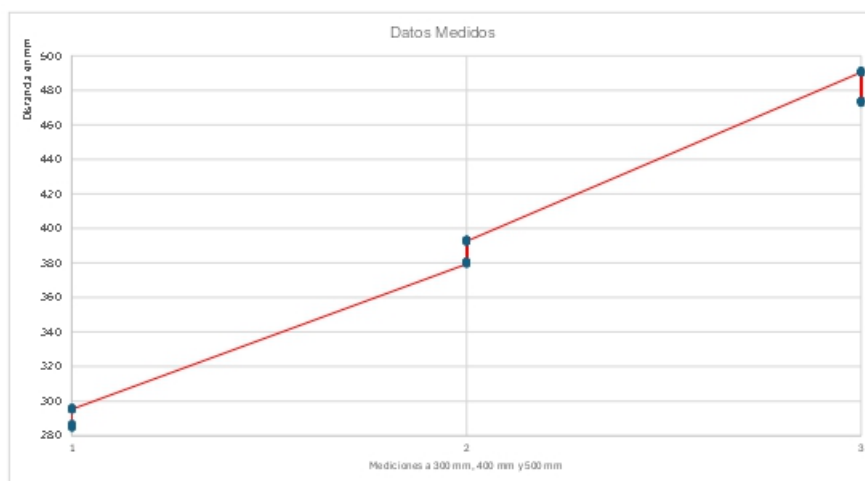


Nota: La gráfica muestra la comparación entre las mediciones realizadas con flexómetro y las registradas con el sensor.

En cada punto de medición, se realizaron 25 registros de lectura del sensor, con una frecuencia de medición de 200 ms. La figura 9 muestra la dispersión entre las mediciones de las primeras 3 lecturas. El sensor ultrasónico presenta un error relativo de 3.06% en relación con las mediciones realizadas con el flexómetro, lo cual es aceptable para la aplicación del dispositivo.

Figura 9

Dispersión de medidas registradas con el sensor ultrasónico



Nota: La gráfica muestra dispersión de los datos registrados con el sensor, a distancias de 300 mm, 400 mm, y 500 mm.

Prueba de materiales: Se llevaron a cabo pruebas de funcionamiento de los sensores, al detectar distintos materiales como plástico, vidrio, papel, concreto, madera y metal, a diferentes distancias, con lo que se obtuvo una discrepancia en la medición de la distancia de máximo 3 cm. También se probó en materiales perforados y mallas metálica, simulando el material de que están fabricados los radiadores, los cuales presentan una superficie no uniforme, confirmando que el sensor mantiene su precisión con este tipo de materiales

Pruebas en vehículos: Se realizaron pruebas con la aproximación de diferentes tipos de vehículos, ya que presentan diferentes tipos de geometría en su carrocería. Estos vehículos fueron un Chevrolet Chevy, un Nissan Versa y una camioneta Nissan. En todos los vehículos el dispositivo detectó la presencia con la precisión esperada.

Prueba de caída: Se simularon caídas desde distintas alturas usando un peso equivalente al de los componentes del dispositivo. Desde una altura máxima de 1.5 m, el impacto contra el concreto provocó únicamente abolladuras menores, sin fracturas ni grietas.

Exposición solar: El soporte trasero del asiento que sostiene el dispositivo fue expuesto durante seis meses a radiación solar. No se detectaron reblandecimientos por temperatura ni degradación visible del polímero.

Prueba de impermeabilidad. Se sumergió la carcasa cerrada durante 45 minutos en un recipiente con agua a una profundidad de 75 cm. Tras la prueba, se verificó que el interior permanecía seco. También se expuso a ráfagas de aire y polvo, sin infiltraciones detectables.

Prueba de visibilidad. Se realizaron pruebas de visibilidad de la bicicleta con la luz estroboscópica encendida durante la noche, comprobando que la bicicleta es visible a una distancia de 200 m o más.

Aplicación en pruebas de campo.

Posteriormente, el prototipo de Urban Cycle fue instalado en una bicicleta y se realizaron recorridos reales dentro de las instalaciones del Instituto Tecnológico de Durango, incluyendo accesos a los estacionamientos y zonas con tráfico vehicular moderado. El recorrido partió del Centro de Cultural y de Convenciones Bicentenario a las 16:35 p.m y concluyó en el Instituto Tecnológico de Durango a las 17:00 p.m.

Durante estas pruebas se evaluó el desempeño del sistema ante el acercamiento de automóviles, comprobando que las alertas se activan oportunamente cuando la distancia con un vehículo cae por debajo del umbral seguro. También se validó la visibilidad de la luz trasera en condiciones de poca iluminación, la calidad del video capturado y la resistencia del dispositivo ante las vibraciones y movimientos. Estas pruebas resultaron fundamentales para mejorar el prototipo y acercarlo a un producto funcional que pueda contribuir a la movilidad segura y sostenible en entornos urbanos.

Funcionamiento

Urban Cycle es un dispositivo diseñado para instalarse en la parte inferior del asiento de una bicicleta. Cuenta con tres sensores de distancia; orientados hacia la derecha, izquierda y parte trasera del ciclista. Estos sensores detectan la proximidad de vehículos o objetos y transmiten dicha información al microcontrolador. El microcontrolador compara la distancia registrada con rangos predeterminados y determina si debe activarse una alerta visual (verde, amarilla o roja) y/o sonora.

Los rangos de distancia predeterminados para los sensores son:

- Luz verde: 2.00 m a 1.51 m
- Luz amarilla: 1.5 m a 1.21 m
- Luz roja: 1.2 m a 1.0 m

Los rangos de distancia de los sensores laterales se establecieron en base a la distancia de seguridad vial entre una bicicleta y un vehículo de 1.5 m, cuando el vehículo rebasa a la bicicleta (Llorca, 2016). Al ir disminuyendo esta distancia, el sistema activará las tres alertas visuales en el tablero del manubrio, indicando cada icono la proximidad de vehículos por derecha, izquierda, o trasero, y cambiando de color según el nivel de cercanía. El verde indica la proximidad de un vehículo a la bicicleta, sin rebasar la distancia de seguridad. El amarillo indica que se está invadiendo la distancia de seguridad, y el rojo pondrá en alerta al ciclista por la cercanía, activando también una alarma sonora.

El dispositivo incluye una cámara integrada que comienza a grabar automáticamente al encenderse y continua mientras el sistema está activo, independientemente de la actividad de los sensores. Además, incluye una luz estroboscópica roja para uso nocturno, que puede ser activada manualmente mediante un interruptor.

Gracias a la integración de múltiples funciones Urban Cycle ofrece una combinación única de beneficios: conducción segura, tranquilidad, comodidad, y eficiencia para los usuarios. Equipado con un sistema de punto ciego de amplia cobertura, alertas visuales y sonoras, y cámara con almacenamiento en MicroSD, permite a los usuarios anticiparse a posibles colisiones. Además, su diseño compacto, fácil instalación, ergonomía, tamaño compacto, sistema inalámbrico recargable y su resistencia a condiciones ambientales adversas garantizan un rendimiento óptimo en entornos urbanos.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

Se espera que con el uso de *Urban Cycle* aumente el número de usuarios de bicicletas que utilicen a ésta como medio de transporte, promoviendo el acceso equitativo a las vías públicas, a una movilidad más sustentable, amigable, económica y limpia para el medio ambiente (Salas, 2018), minimizando la posibilidad de sufrir un accidente vial. Si se incrementa el número de usuarios de bicicletas, estos serán más visibles ante las autoridades, y se podrá ejercer presión para que aumente la infraestructura de ciclovías en la ciudad, generando así un círculo virtuoso donde se obtendrán múltiples beneficios tanto para los usuarios de este medio de transporte, como a la población en general.

El Urban Cycle podría tener un impacto positivo en el sector estratégico de la movilidad urbana y la seguridad vial; sectores críticos para el desarrollo sostenible de las ciudades con un impacto

significativo en la economía y la calidad de vida de sus habitantes. El uso de sensores y alertas visuales ha demostrado ser efectivo para anticipar riesgos potenciales para el usuario. Según las pruebas realizadas, la detección oportuna de vehículos permite al ciclista mejorar su capacidad de reacción, disminuyendo la probabilidad de sufrir un accidente. Por lo tanto, Urban Cycle se presenta como una alternativa viable para aumentar el uso de la bicicleta como medio de transporte.

Existen diferentes dispositivos que tienen un funcionamiento similar a urban Cycle. La tabla 3 muestra una comparación con algunos dispositivos que se encuentran en el mercado.

Tabla 3

Comparativa entre Urban Cycle, y otros dispositivos similares.

Características	Urban Cycle	iGPSport SR	Magene L508	Garmin Varia RTL515
Sensor de proximidad trasero	Si	Si	Si	Si
Sensores de proximidad laterales	Si	No	No	No
Tablero de ayuda visual para ciclista	Si	No	No	No
Cámara de video	Si	No	No	No
Alertas audibles	Si	Si	Si	Si
Luces integradas	Si	Si	Si	Si
Recargable	Si	Si	Si	Si
Beneficios adicionales	Sensores laterales y alerta visual en manubrios	Detección de aproximación de hasta 160 m.	Angulo de detección de hasta 40°	Compatible con teléfonos y relojes inteligentes
Costo	\$850 (estimado)	\$1,958	\$2,866	\$4,199

Nota: Comparativa de características de dispositivos de detección de vehículos para ciclistas

Urban Cycle se distingue de otros dispositivos disponibles en el mercado por varios factores. En primer lugar, incorpora sensores laterales de proximidad, lo que proporciona un nivel de protección extra ante acercamientos laterales, muy frecuentes en el ambiente urbano, ya que los conductores no respetan la distancia de seguridad al rebasar a un ciclista. Otra ventaja es su alerta visual, que permite al ciclista identificar un posible riesgo sin desviar la atención del camino. Otros dispositivos reciben alerta por medio de una aplicación para el teléfono móvil o reloj inteligente, lo que es una gran distracción para el ciclista. Por último, el prototipo actual resulta más accesible que otros productos similares existentes en el mercado.

Aunque Urban Cycle ha sido diseñado para uso en bicicletas, también puede usarse en vehículos

ligeros individuales accionados por electricidad o mecánicos, como bicicletas eléctricas y monopatines, o accionados de forma activa, como patines o patinetas, gracias a su diseño compacto y ligero. Actualmente se está trabajando en el diseño de dispositivos de sujeción para diferentes vehículos, apoyando también la micromovilidad. Dado su diseño y la forma en que Urban Cycle opera, su uso se limita a zonas urbanas en las que se tiene una considerable afluencia vehicular.

La principal limitación del prototipo es la capacidad de detección del sensor trasero. Aunque se utilizó un sensor ultrasónico en el que sus características indican una capacidad de detección de 6 m, al realizar las pruebas se observó que a partir de 2.3 m el sensor comienza a emitir lecturas erróneas considerables, por lo que no es recomendable utilizarla a una distancia mayor.

Actualmente se está desarrollando un nuevo prototipo de Urban Cycle, en la que se reemplazará el sensor trasero por un sensor de radar de onda continua modulada, con una capacidad de detección de hasta 30m. Esta modificación incrementará considerablemente la protección del usuario.

Dado que el uso de bicicletas y micro vehículos han ido ganando terreno en la movilidad urbana, los sistemas de asistencia para ciclistas urbanos como Urban Cycle presentan un alto potencial de desarrollo. Una posible línea futura de investigación consiste en adaptar y evaluar el dispositivo en vehículos ligeros. Otra línea de investigación puede centrarse en la recolección y análisis de datos estadísticos sobre la frecuencia y características de los acercamientos de vehículos durante recorridos urbanos de los ciclistas.

REFERENCIAS

- Azúa-Barrón, M. (2017). Sistema de adquisición de datos de bajo costo con la plataforma arduino. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 1-12. doi:<https://doi.org/10.29312/remexca.v8i1.67>
- Bleda Molina , F. J. (julio de 20025). *Arduino como DSP para procesamiento de audio*. Obtenido de <https://vumet3r.github.io/jbledam/Memoria%20Final%20PDS.pdf>
- Cuenca, D. (2024). Elasticidad y plasticidad de los polímeros PLA, PETG y ABS para la impresión de piezas de automoción. *Espirales. Revista multidisciplinaria de investigación científica*, 51-66. doi:<https://doi.org/10.31876/er.v8i4.875>
- Gutiérrez Cedillo, A. (2024). Diseño e Impresión de Prototipos y Productos 3D para el Desarrollo Tecnológico en Manufactura Aditiva. *Revista de Investigación Científica, Tecnológica e Innovación*, 56-62. Obtenido de <https://revista.ccaitec.com/index.php/ridt/article/view/64/28>
- INEGI. (febrero de 2018). *Encuesta de origen destino en hogares de la ZMVM*. Obtenido de https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2018/EstSociodemo/OrgeDest2018_02.pdf
- INEGI. (2020). *Información por entidad*. Obtenido de <https://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/dur/poblacion/default.aspx?te>

ma=me&e=10

- INEGI. (Abril de 2025). *Economía y sectores productivos. Parque vehicular*. Obtenido de <https://www.inegi.org.mx/temas/vehiculos/>
- Llorca, C. (2016). Seguridad de ciclistas circulando en peloton en carretera convencional. *CIT2016 – XII Congreso de Ingeniería del Transporte València, Universitat Politècnica de València*, 1-9. doi:<http://dx.doi.org/10.4995/CIT2016.2016.4061>
- OMS. (diciembre de 2023). *Organización mundial de la salud. Traumatismos causados por el tránsito*. Obtenido de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/road-traffic-injuries>
- OPS. (junio de 2021). *Organización Panamericana de la Salud. La bicicleta como herramienta para lograr Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Obtenido de <https://www.paho.org/es/noticias/3-6-2021-destaca-opsoms-bicicleta-como-herramienta-para-lograr-objetivos-desarrollo>
- OPS. (2021). *Organizacion Panamericana de Salud. Perfil de seguridad vial en las américas: México*. Obtenido de <https://www.paho.org/pub/es/salvar-vidas-promoviendo-enfoque-sistemas-seguros-americas/perfil-nacional.html>
- Quintero, V. (2021). Baterías de ion litio: características y aplicaciones. *Revista de I+D Tecnológico*, 14-22. doi:<https://doi.org/10.33412/idt.v17.1.2907>
- Rinaldi, F. J. (2014). Bicicletas y equidad vial. Hacia nuevas formas de entender el tránsito. *Revista Transporte y Territorio*, 135-139. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=333032406008>
- Salas, M. R. (2018). La bicicleta como modo de transporte que visibiliza el acceso desigual a la movilidad cotidiana: el caso de Santiago, Chile. *Revista de urbanismo*, 39, 1-26. doi:<https://doi.org/10.5354/0717-5051.2018.49157>
- San Vicente-López, L. A. (2023). La bicicleta como alternativa de transporte en trayectos con origen-destino dentro de la periferia sur del Área Metropolitana. *Quivera. Revista de Estudios Territoriales*, 25(1), 152-159. doi:<https://doi.org/10.36677/qret.v25i1.17526>
- SEDATU. (junio de 2023). *Estrategia Nacional de Movilidad y Seguridad Vial*. Obtenido de <https://www.gob.mx/sedatu/documentos/estrategia-nacional-de-movilidad-y-seguridad-vial?state=published>
- Valdéz Sánchez, I. C. (2021). La dinámica económica del uso de la bicicleta y su impacto en el desarrollo sostenible. *A&P Continuidad*, 58-71. doi: <https://doi.org/10.35305/23626097v8i14.296>
- Záizar González, A. D. (2024). Evaluación de la exactitud de sensores ultrasónicos comerciales para la medición de distancia respecto a diferentes superficies. *Revista Aristas: Investigación Básica y Aplicada.*, 8-13. Obtenido de http://revistaaristas.tij.uabc.mx/index.php/revista_aristas/article/view/331/327