



Universidad Tecnológica ECOTEC

Facultad de Ingeniería

Título del trabajo:

Prototipo de sistema de seguridad activa dirigido al servicio de transporte escolar e institucional en la Universidad Tecnológica Ecotec

Línea de investigación:

Tecnologías de la Información y Comunicación

Modalidad de titulación:

Propuesta tecnológica

Carrera:

Ingeniería en sistemas con énfasis en sistemas

Autor:

Luis Fernando Game Villao

Tutor:

PhD. Marcos Espinoza Mina

Guayaquil - Ecuador

2023

Dedicatoria

Dedico con todo mi corazón esta tesis a mi madre quien, me supo ayudar y otorgarme las fortalezas necesarias para poder continuar con todo, agradezco a mis hermanos quienes han sido mi pilar para continuar adelante y recordarme a no rendirme. Agradezco a la vida por los amigos y compañeros que tengo quienes me ayudan a salir adelante que no me dejan rendirme y un agradecimiento especial a todos los docentes que he conocido a lo largo de mi estancia universitaria.

Agradecimientos

Agradezco a Dios por darme la familia que tengo por tener a mis amigos y a su vez agradezco a mi tutor por su enseñanza y por su soporte, además agradezco a la Dra. Alejandra Colina quien me brindo su apoyo y enseñanzas en mi estancia universitaria

Certificado de Revisión Final



ANEXO N° 14

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DEL TUTOR PARA LA PRESENTACIÓN A REVISIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Samborondón, 24 de octubre de 2023

Magíster
Erika Ascencio
Decana de la Facultad de Ingeniería
Universidad Tecnológica ECOTEC

De mis consideraciones:

Por medio de la presente comunico a usted que el trabajo de titulación "PROTOTIPO DE SISTEMA DE SEGURIDAD ACTIVA DIRIGIDO AL SERVICIO DE TRANSPORTE ESCOLAR E INSTITUCIONAL DE UNA UNIVERSIDAD PARTICULAR" según su modalidad, PROPUESTA TECNOLÓGICA ; fue revisado, siendo su contenido original en su totalidad, así como el cumplimiento de los requerimientos establecidos en la guía para la elaboración del trabajo de titulación, Por lo que se autoriza a: Game Villao Luis Fernando, para que proceda a su presentación para la revisión de los miembros del tribunal de sustentación.

ATENTAMENTE,



PhD Marcos Espinoza Mina

Tutor

Certificado de Porcentaje de coincidencias de plagio

Resumen

El proyecto se centra en abordar problemas de seguridad vial en las unidades de transporte de la Universidad Tecnológica ECOTEC, exacerbados por el aumento del tráfico en áreas cercanas a la institución. La congestión en estas zonas plantea preocupaciones de seguridad para estudiantes y personal que utilizan el servicio de transporte.

El proyecto se inicia identificando los puntos ciegos en los vehículos de transporte como un factor clave en los accidentes viales. Los conductores a menudo se ven forzados a realizar maniobras arriesgadas para evitar accidentes. Para contrarrestar esta problemática, se desarrolla un prototipo que alerta a los conductores sobre objetos u obstáculos en áreas de poca visibilidad, con el objetivo de prevenir accidentes y facilitar decisiones seguras.

La información se recopila mediante entrevistas al personal de transporte, empleando una metodología de investigación cualitativa. Para el diseño del prototipo, se utiliza la metodología del Ciclo de Deming, enfocada en la mejora continua. El desarrollo del software sigue una metodología de Desarrollo Rápido de Aplicaciones (RAD) para una implementación rápida.

Un aspecto destacado es la capacidad del sistema para recopilar y analizar datos de sensores, permitiendo a la coordinación de transporte tomar decisiones informadas y prevenir accidentes. Por lo cual, el proyecto presenta una solución innovadora y efectiva para los desafíos de seguridad vial en la Universidad Tecnológica ECOTEC, con énfasis en la recopilación de datos y la toma de decisiones informadas para mejorar la seguridad en el transporte escolar e institucional.

Abstract

The project focuses on addressing road safety issues on Ecotec Technological University's transportation units, exacerbated by increased traffic in areas near the institution. Congestion in these areas raises safety concerns for students and staff using the shuttle service.

The project begins by identifying blind spots in transportation vehicles as a key factor in road accidents. Drivers are often forced to make risky maneuvers to avoid accidents. To counteract this problem, a prototype is developed that alerts drivers to objects or obstacles in areas of poor visibility, with the aim of preventing accidents and facilitating safe decisions.

The information is collected through interviews with transportation personnel, using a qualitative research methodology. For the design of the prototype, the Deming Cycle methodology is used, focused on continuous improvement. The software development follows a Rapid Application Development (RAD) methodology for fast implementation.

A highlight is the system's ability to collect and analyze sensor data, enabling transportation coordination to make informed decisions and prevent accidents. Thus, the project presents an innovative and effective solution to road safety challenges at Ecotec Technological University, with an emphasis on data collection and informed decision making to improve safety in school and institutional transportation.

Índice de contenido

Introducción.....	13
Antecedentes.....	13
Planteamiento del Problema	14
Objetivos.....	15
Justificación.....	16
CAPÍTULO I.....	18
1. Marco Teórico.....	19
1.1 Antecedentes de la investigación.....	19
1.2 Referentes teóricos.....	21
1.2.1 Siniestros de tránsito.....	21
1.2.2 Causa de los siniestros de tránsito.....	30
1.2.3 Tecnología aplicada a siniestros.....	31
1.3 Marco Legal.....	39
1.4 Glosario.....	39
CAPÍTULO II.....	42
2. Metodología.....	43
2.1 Generalidades.....	43
2.2 Metodología de investigación.....	44
2.2.1 Enfoque de investigación.....	44
2.2.2 Tipo de investigación.....	45
2.3 Metodología de Desarrollo.....	46
2.4 Procesamiento y análisis de la información	49
CAPÍTULO III.....	50
3. Análisis e interpretación de resultados	51
CAPITULO IV.....	56
4. Propuesta de la solución tecnológica.....	57
4.1 Etapas de la metodología del prototipo	57
4.2 Etapas de la metodología del desarrollo de software.....	65

4.3 Registro del prototipo con Arduino Cloud	75
Conclusiones	83
Recomendaciones.....	85
Referencias	86
Anexos.....	91

Índice de figuras

Figura 1	22
<i>Figura 2</i>	23
Figura 3	24
Figura 4	27
Figura 5	29
Figura 6	33
Figura 7	35
Figura 8	37
Figura 9	38
Figura 10	46
Figura 11	51
Figura 12	53
Figura 13	58
Figura 14	61
Figura 15	61
Figura 16	63
Figura 17	64
Figura 18	68
Figura 19	68
Figura 20	69

Figura 21	70
Figura 22	73
Figura 23	75
Figura 24	75
Figura 25	76
Figura 26	77
Figura 27	77
Figura 28	78
Figura 29	79
Figura 30	80
Figura 31	81
Figura 32	81

Índice de tablas

Tabla 1	30
Tabla 2	32
Tabla 3	53
Tabla 4	54
Tabla 5	82

Introducción

Antecedentes

Hoy en día, el creciente uso de los vehículos para movilizarse diariamente ha conllevado numerosos accidentes de tránsito con víctimas implicadas. Con el aumento del tráfico en las avenidas se han generado diferentes problemas sociales: congestión en las vías más transitadas, contaminación ambiental, daño a la salud pública, y por encima de todo, accidentes automovilísticos. Los accidentes de tráfico son la principal causa de mortalidad en personas entre 5 a 29 años en toda Latinoamérica (Furas et al., 2019); y solo en Ecuador constituye la principal causa de muerte en jóvenes de 18 a 29 años (INEC, 2020).

Los accidentes de tránsito representan una amenaza en la sociedad, por ello es de vital importancia la implementación de sistemas de seguridad basados en tecnologías de información y comunicación (TIC) e Internet de las cosas (IoT), los cuales han surgido como una herramienta para mejorar la eficiencia de los automóviles, siendo fundamental para abordar desafíos como la seguridad vial y control del tráfico en las avenidas (Irudaya Raj y Appadurai, 2022). Estos sistemas de alta tecnología contemplan dos sistemas de seguridad preventiva y por accidente, que se clasifican en seguridad activa o primaria, seguridad secundaria o pasiva y seguridad terciaria.

Existen numerosos proyectos y servicios con respecto a la seguridad vial, uno de ellos son los sistemas de seguridad activa implementados en transportes escolares e institucionales. Estas propuestas incluyen proyectos nacionales e internacionales.

El proyecto “*Vale 1 vida*” desarrollado por Unicef en el 2018 en Paraguay tuvo como objetivo promover la seguridad vial en entornos escolares incorporando cruces peatonales más seguros, entornos accesibles para tránsito inclusivo, disminución de velocidad en zonas escolares y estacionamientos seguros en las entradas y salidas de colegios. La implementación de este proyecto hizo posible la reducción de la tasa de mortalidad por accidentes de tránsito en adolescentes de 12 – 16 años en el país.

Se destaca *TRANS-SAFE* proyecto financiado por la Unión Europea, desarrollado en 2020 con el fin de maximizar el impacto de soluciones de seguridad vial en África al asociarse con agencias internacionales especializadas para impulsar acciones políticas incluyendo la creación de vías más seguras, vehículos con sistemas de seguridad mejorados y la seguridad de los peatones, y de esta manera reducir la tasa de mortalidad por accidentes de tránsito en el continente.

En Ecuador se desarrolló un proyecto de seguridad vial en 2020 por la Universidad Politécnica Salesiana en conjunto con la Empresa Pública de Movilidad, Tránsito y Transporte (EMOV EP) en cual tuvo como finalidad impartir la educación vial en peatones y conductores en la ciudad de Cuenca mediante una aplicación basada en realidad virtual; lo que permitirá que se reduzca la tasa de accidentes de tránsito en la ciudad.

Planteamiento del Problema

En Ecuador, los accidentes automovilísticos constituyen una de las principales causas de defunciones. En lo que lleva del año se han registrado un total de 6.546 siniestros, de los cuales implican 5891 lesionados y 736 fallecidos (INEC, 2023). La educación vial no aparenta ser suficiente para evitar los siniestros. La principal causa de los accidentes de tránsito en Ecuador contempla a la impericia e imprudencia del conductor con un total de 2.017 siniestros representando más del 40% de los accidentes ocurridos en el primer trimestre del 2023 (INEC, 2023).

En la mayoría de las ocasiones, los accidentes de tránsito son causados principalmente por el conductor, ya sea debido al incumplimiento de las señales de tránsito, manejo en estado de ebriedad, cambio brusco de carril o conducir con somnolencia (Evtukov, 2021).

Estos siniestros de tránsito lograrían evitarse con automatización vehicular, la cual emplea nuevos sistemas de seguridad activa basados en las TICs y IoT, sensores que detectan cambios en el entorno del vehículo y obligan

al conductor a tomar una decisión, ya sea frenado de emergencia, bajar la velocidad o cambiar de carril (Yeong et al., 2021).

En otro orden de idea, la población estudiantil, personal administrativo y docentes de la Universidad Tecnológica Ecotec se moviliza desde sus domicilios hacia los predios universitarios (y viceversa) tanto en vehículo de pertenencia propia, como en el transporte institucional denominado “Ecobuses”.

Precedente al desarrollo de la presente propuesta, se realizó una entrevista al personal encargado de los vehículos de transporte institucional, a partir de la cual se pudo conocer de primera mano que, debido al aumento del tráfico vehicular en las zonas aledañas al Campus Samborondón en los últimos meses, los conductores se han visto obligados a realizar una serie de maniobras al conducir dichas unidades las cuales consideran acciones innecesarias con la finalidad de prevenir accidentes vehiculares, denotando que estas unidades poseen puntos ciegos que limitan la visibilidad del conductor al momento de maniobrar dicho transporte.

En concordancia, los conductores asignados a los vehículos mencionados consideran la necesidad de implementar elementos de ayuda adicional que permitan ampliar la capacidad de los sistemas de seguridad que ya disponen de fábrica. Se contempla la inclusión de un sistema de seguridad primario, el cual beneficiaría tanto a los conductores como a los usuarios en cuanto a la prevención de accidentes, manteniendo una mejor atención a la población estudiantil, administrativa y docente.

Ante el contexto descrito, surge la siguiente pregunta de investigación: ¿De qué manera se puede mejorar el sistema de seguridad activa de las unidades de transporte institucional de una universidad en particular?

Objetivos

Objetivo general

Desarrollar un prototipo de sistema de seguridad activa dirigido a las unidades de servicio de transporte escolar e institucional de una universidad particular.

Objetivos específicos

- Identificar referentes teóricos y técnicos relacionados con el diseño de tecnologías digitales y los sistemas de seguridad activa vehicular.
- Examinar la situación referente a la seguridad activa y pasiva de los vehículos de transporte escolar e institucional de la universidad.
- Determinar la factibilidad técnica, económica y operativa para el diseño del prototipo.
- Construir el prototipo de sistema de seguridad activa para los vehículos de transporte escolar e institucional de la universidad.

Justificación

En la actualidad, existen diversos sistemas de seguridad implementados por los fabricantes de vehículos desafortunadamente dichos sistemas no son accesibles económicamente a todo consumidor, es por eso que se busca con la presente investigación la construcción de un sistema de seguridad activa vehicular, el cual sea accesible para todos y pueda ser utilizado por todos los vehículos, sin excepción alguna.

Este tipo de propuesta permitirá en un futuro generar plazas de empleo, ya que consolida el desarrollo tecnológico con la construcción de estos sistemas de mano de obra nacional, en esta medida facilitará el acceso a demás personas para la adquisición de dicho sistema.

Desde el punto de vista de la seguridad vial, en el Ecuador se hace con el fin de poder crear conciencia a nivel de seguridad vehicular con lo cual permitirá disminuir los accidentes de tránsito, daños a terceros y accidentes a personas.

Con el desarrollo de la propuesta objeto de estudio, se favorece el cumplimiento de la normativa vigente de la Ley Orgánica de Transporte Terrestre Tránsito y

Seguridad Vial (2011), en su artículo 88 literal g indica lo siguiente: Disponer la implantación de requisitos mínimos de seguridad para el funcionamiento de los vehículos, de los elementos de seguridad activa y pasiva y su régimen de utilización, de sus condiciones técnicas y de las actividades industriales que afecten de manera directa a la seguridad vial.

Con este marco normativo destaca la importancia del prototipo propuesto, pues pasaría a formar parte de un elemento adicional al sistema de seguridad activa y pasiva que deben poseer los vehículos para garantizar la seguridad vial.

MARCO TEÓRICO

CAPÍTULO I

1. Marco Teórico

En el presente capítulo se abordarán las bases teóricas para el desarrollo de la presente propuesta, los antecedentes investigativos, marco legal y definición de términos relacionados a la investigación.

1.1 Antecedentes de la investigación

Dentro de las fuentes documentales revisadas para la elaboración de esta propuesta tecnológica se encontró trabajos de titulación referentes a la implementación de un sistema de seguridad activa que detecte la proximidad de cuerpos en los puntos ciegos del vehículo.

En la investigación realizada por Pablo David Álvarez Ganchala en 2016, publicada bajo el título “Diseño e implementación de un sistema electrónico que alerte al conductor de la presencia de un vehículo en las zonas de puntos ciegos”, se explica la importancia de la elaboración de un sistema de seguridad activa capaz de detectar vehículos cercanos en los puntos ciegos con la finalidad de evitar los siniestros de tránsito.

Para determinar la efectividad de este sistema se realizaron diversas pruebas referentes a las condiciones de conducción y de tránsito, compatibilidad en diferentes automóviles y efectividad de los diferentes tipos de alerta. Finalmente, se demostró que este sistema es capaz de alertar de manera efectiva la cercanía de un vehículo en los puntos ciegos, reduciendo el riesgo de colisiones y mejorando la seguridad vial.

El trabajo de investigación desarrollado por Álvarez se relaciona con la investigación en curso, debido a que propone un sistema de seguridad activa capaz de alertar efectivamente la proximidad de cualquier automóvil en los puntos ciegos, semejante al sistema que se planea implementar en vehículos de transporte escolar e institucional.

Adicionalmente, Marta Pichardo Espejel en 2018 publica un artículo de investigación titulado “Diseño de dispositivo que detecta cuerpos en los puntos

ciegos de la unidad de transporte público Zafiro de Mercedes-Benz” en donde se planteó el desarrollo de un modelo de seguridad activa para unidades de transporte público y de carga.

Para determinar el correcto funcionamiento de este sistema se realizó una investigación y observación de campo, también se elaboraron encuestas a los conductores de camiones en donde se identificó las necesidades en la conducción y la alerta preferida, alerta audiovisual.

Como resultado se obtuvo que este sistema cubre las necesidades de los conductores encuestados tomando en cuenta factores como la medida del transporte, trayecto total y los ángulos muertos, utilizando sensores ultrasónicos y tecnología de alta gama siendo un sistema de fácil acceso.

Se toma como referencia este artículo debido a que plantea un sistema de seguridad de bajo costo que detecte movimientos en los puntos ciegos de los vehículos de transporte público, similar a lo que se propone en la presente propuesta.

Así mismo, en la investigación desarrollada por Javier Águila Gutiérrez en 2019, publicada bajo el título “Sistema de advertencia para la seguridad activa en puntos ciegos de camiones mediante un radar de proximidad” se planteó el diseño de un sistema de seguridad activa utilizando sensores de proximidad en camiones volvo con el fin de eliminar la falta de visibilidad en los puntos ciegos.

El sistema desarrollado por Águila Gutiérrez cuenta con una placa de Arduino y sensores de ultrasonido HC-SR04, los cuales son materiales de fácil acceso. Para demostrar la efectividad de dicho sistema se desarrollaron diversas pruebas en las que se determinó que este funcionaba correctamente, sin embargo, la respuesta del sensor trasero era más lenta que los demás sensores.

El presente trabajo toma como referente la investigación realizada por Águila Gutiérrez debido a que se enfoca en el desarrollo de un modelo de seguridad activa en transportes de carga, vehículos cuyos puntos ciegos son

mayores a los automóviles contribuyendo de manera significativa al desarrollo del prototipo planteado.

En el trabajo de titulación con el tema “Desarrollar una interfaz electrónica para detección y visualización de puntos no visibles por el conductor de vehículos pesados”, desarrollado por Diego Ramiro Erazo Pinto en 2021, se presenta la elaboración de una interfaz electrónica capaz de la distancia de otros vehículos que se encuentren en el entorno del vehículo de transporte.

Para comprobar el correcto funcionamiento de este sistema se realizaron una serie de fases desde la recopilación bibliográfica hasta las pruebas del sistema embebido en el vehículo. Además, se realizaron diferentes pruebas en ambientes y climas diferentes para determinar la efectividad en condiciones adversas.

El sistema propuesto por Erazo Pinto tuvo como resultado el mejoramiento de la visibilidad y detección en los puntos ciegos del vehículo. Además, de permitir al conductor realizar maniobras exitosas, y reducir el número de los siniestros de tránsito.

1.2 Referentes teóricos

1.2.1 Siniestros de tránsito

Hoy en día, los siniestros de tránsito corresponden a un problema de salud pública a nivel mundial. Los accidentes viales son una “epidemia silenciosa y ambulante”, pues cada año ocasionan 1.3 millones de muertes y más de 50 millones de heridos gravemente (ONU, 2022).

De acuerdo a Gutiérrez (2022), los siniestros de tránsito son tragedias intolerables puesto que el 90% de accidentes pueden ser evitados; las defunciones causadas por dichos accidentes automovilísticos están relacionadas, la mayor parte del tiempo, con falta de educación vial, desigualdad social, carencia de planificación de avenidas e infraestructura.

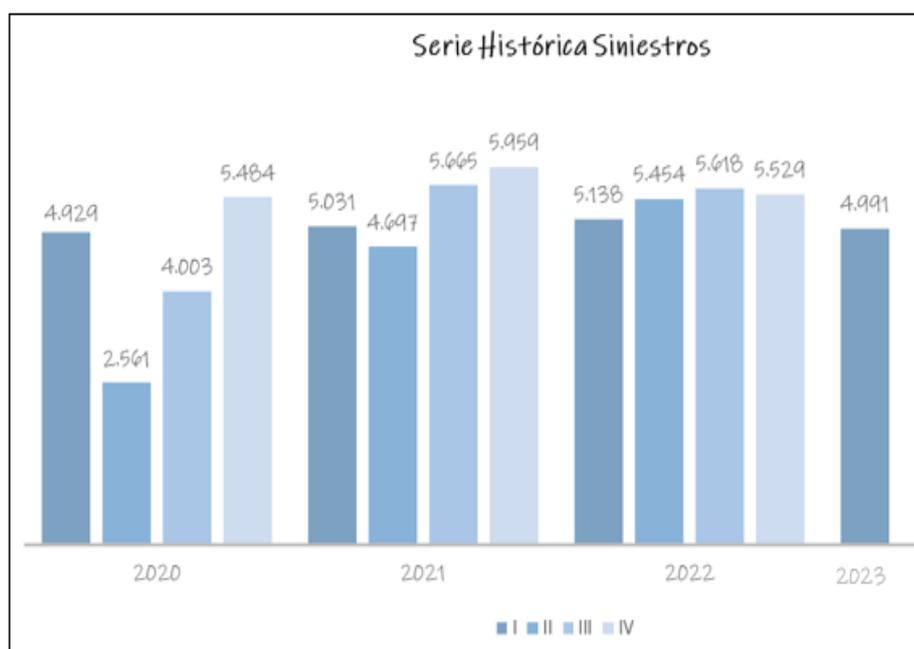
En Ecuador, los siniestros de tránsito representan la segunda causa de defunciones anuales; registrando una media anual de 33 muertes por cada 1000 habitantes lo que lo posiciona como uno de los países con mayor índice de defunciones de América Latina (Agencia Nacional de Tránsito, 2018).

En el transcurso del tiempo, el registro de los siniestros de tránsito ha ido en aumento. En la *Figura 1*, se evidencia el número de accidentes automovilísticos ocurridos en cada trimestre desde el período del 2020 al 2023.

Durante el año 2022 se registraron 21.739 siniestros de tránsito en los cuales 19.006 individuos resultaron lesionados y 2.202 individuos fallecieron, las muertes ocasionadas por dichos accidentes automovilísticos representan el 2.09% del total de defunciones en el país (INEC, 2022).

Figura 1

Serie Histórica de siniestros ocurridos dentro del período 2020 - 2023



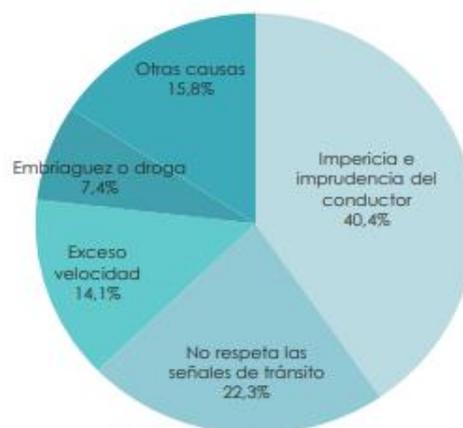
Nota. Adaptado de *Serie Histórica de siniestros 2020-2022*, por Instituto Nacional de Estadísticas y Censo, 2022, Estadísticas de Transporte – Siniestros de Tránsito Trimestral.

En un análisis más reciente, se registraron 4.991 siniestros de tránsito en el primer trimestre del 2023, evidenciando un descenso del 2.86% con respecto a las cifras del 2022 en el mismo período.

En la *Figura 2*, se registran las principales causas de los siniestros ocurridos en el presente año, la impericia e imprudencia del conductor con 2.016 siniestros representando el 40,4% y la violación de las señales de tránsito con 1.014 siniestros simbolizando el 22,3%. Por otra parte, con un menor porcentaje se encuentran los accidentes a causa del estado de ebriedad o drogadicción con 369 siniestros, representando el 7,4% (INEC, 2023).

Figura 2

Principales causas de los siniestros de tránsito período enero – marzo del 2023



Nota. Tomado de *Causas de siniestro de tránsito I trimestre 2023*, por Instituto de Nacional de Estadísticas y Censo, en 2023, <https://bit.ly/44iufay>.

Finalmente, como consecuencia de dichos siniestros de tránsito se registró un total de 5.098 víctimas de las cuales 4.545 resultaron heridos y 553 fallecieron. En la *Figura 3* se muestra un aumento en el número de víctimas del primer trimestre del 2023 en comparación con las cifras del mismo período del 2022.

Esto indica que, conforme el pasar de los trimestres, los accidentes viales se vuelven cada vez más graves, dejando una gran cantidad de individuos lesionados y fallecidos; he aquí la importancia de implementar planes de

seguridad vial y sistemas de seguridad vehicular que reduzcan el número de víctimas ocasionadas por dichos siniestros.

Figura 3

Estadística de individuos lesionados y fallecidos en el período 2022 - 2023



Nota. Tomado de *Lesionados y fallecidos por trimestre*, por Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, en 2023, <https://bit.ly/44iufay>.

Seguridad

El término seguridad está sujeto a la subjetividad con una amplia acepción, este término adquiere conceptos diferentes de acuerdo al contexto en el que se emplee. En su concepción más generalizada se considera como la ausencia de riesgos y condiciones que provoquen posibles daños físicos, psicológicos o materiales en los individuos y en la sociedad en general (Benedetti y Renoldi, 2020).

De acuerdo al Instituto Nacional de salud pública de Quebec (2018) la seguridad se define como “estado de control de las condiciones que conllevan a daños psicológicos, físicos o materiales con el objetivo de preservar el bienestar y la seguridad de los individuos y la comunidad”.

A partir de las definiciones anteriores, la seguridad es un estado en donde el individuo se encuentra libre de cualquier riesgo que pueda poner en peligro su integridad y bienestar mediante un grupo de acciones o normas que garanticen lo antedicho.

Seguridad vial

Seguridad vial hace referencia a disposiciones adoptadas para reducir el riesgo de lesiones y muertes causadas por el tránsito vehicular. El exceso de velocidad contribuye aproximadamente a un tercio de las muertes causada por el tráfico en los países primermundistas, y la mitad de ellos en países de ingresos más bajos (OPS, 2023)

Este término también puede definirse como el estado o la situación determinada por ausencia de daño o peligro para el bienestar e integridad de las personas y sus bienes en cuanto a la circulación vial (RAE, 2023, definición 1).

La seguridad vial es un elemento de vital importancia, una necesidad humana que se ha ido desarrollando desde el momento que se inventó los medios de transporte terrestre, por lo cual se busca la implementación de mecanismos avanzados que logren salvaguardar la integridad de las personas y proteger su bienestar y sus derechos; para ello se requiere el uso de nuevas tecnologías que proporcionen un mayor nivel de seguridad vial reduciendo el índice de accidentes de tránsito y disminuyendo el impacto en la salud y el medio ambiente (Moreno, 2021).

1.2.2 Sistemas de seguridad vehicular

Un sistema se define como “grupo de dispositivos u objetos artificiales los cuales forman una red especialmente para distribuir algo o servir un propósito en común” (Merriam-Webster, 2023, definición 1d).

A partir de las definiciones previas, se puede decir que un sistema de seguridad vehicular contempla un grupo de elementos integrados entre sí que van a prevenir y asegurar la seguridad vehicular a la hora de ser partícipe de un accidente o choque automovilístico.

Según Araiza y Gómez (2015) se define a los sistemas de seguridad vehicular como elementos o sistemas del transporte vehicular que se responsabilizan de aumentar la seguridad y salvaguardar el bienestar físico de

los ocupantes, antes, durante y después de un accidente de tránsito y en caso de producirse tiene el objetivo de minimizar sus daños sobre los ocupantes.

En el siglo pasado, cuando se comenzaron a fabricar los primeros vehículos no se tenía en cuenta la seguridad, debido a que el tráfico era escaso y los rangos de velocidad eran muy poco elevados. Sin embargo, con el pasar de los años, la seguridad vehicular se ha vuelto un tema de mayor relevancia debido al aumento de cantidad y gravedad de los accidentes de tránsito (Quistial, 2019).

Hoy en día, los automóviles presentan sistemas de seguridad que comprenden aspectos de prevención y limitación de daños tanto en accidentes como en las personas que utilizan el automóvil.

Los sistemas de seguridad vehicular se van a clasificar en dos grupos: los sistemas activos o primarios, encargados de actuar en la prevención de un accidente; y los sistemas pasivos o secundarios, los cuales actúan cuando se produce dicho accidente.

Sistema de seguridad activa

La constante evolución de los automóviles ha conllevado a la necesidad de diseñar nuevas tecnologías capaces de proporcionar mayor seguridad y prevenir la posibilidad de involucrarse en un siniestro vial.

Los sistemas de seguridad activa son aquellos dispositivos que van a contribuir a una mayor eficacia y eficiencia, y van a proporcionar estabilidad al vehículo que se encuentra en movimiento, incentivando una reacción del conductor o autónoma del vehículo para evitar un choque (Budd, 2021). En la *Figura 4* se muestra los diferentes sistemas de seguridad activa que existen:

- Sistema de frenos antibloqueo (ABS): Este sistema se encarga de variar la fuerza de frenado para evitar que los neumáticos se bloqueen, lo que va a mejorar la capacidad de maniobra del conductor.

- Sistema de asistencia de frenado (BA): Se encarga de detectar una frenada de emergencia y detiene al vehículo con máxima potencia.
- Distribución electrónica de frenado (EBD): Este sistema se complementa con el sistema de asistencia de frenado, ayudando a distribuir la fuerza de frenado en cada una de los frenos evitando así el bloqueo de cada neumático.
- Control de tracción: Evita la pérdida de adherencia de las llantas cuando la carretera se encuentra resbaladiza, asegurando la estabilidad del vehículo.
- Control de estabilidad: Su función es mantener al vehículo en la trayectoria adecuada y evitar derrapes, sobrevirajes y subvirajes.
- Iluminación: Elemento crucial en condiciones de baja visibilidad, permite que otros conductores detecten al vehículo.

Figura 4

Sistemas de seguridad activa en los vehículos



Nota. Tomada de *Seguridad activa vs Seguridad pasiva* [infografía], por Dekra Expertise, <https://bit.ly/44wj6T6>.

Adicionalmente a estos sistemas de seguridad se han desarrollado nuevas tecnologías con dispositivos más avanzados denominados Sistemas Avanzados de Asistencia al Conductor (ADAS), los cuales mejoran la conducción y reducen el riesgo de accidentes de tránsito y mitigan sus consecuencias (Volvo, 2020).

Los vehículos de transporte escolar e institucional están regulados por la Norma Técnica ecuatoriana INEN (NTE INEN) 034, cumpliendo los requisitos mínimos de elementos de seguridad activa:

- Dispositivos de alumbrado, señalización luminosa y visibilidad: Los vehículos deben contar con faros delanteros, luces indicadoras, luz antiniebla, catadióptricos, luces de circulación diurna, dispositivos de visión indirecta.
- Sistema de frenado: Los vehículos deben contar con sistema ABS para frenos.
- Neumáticos
- Suspensión: todos los vehículos deberán disponer de un sistema de suspensión con amortiguadores en todos sus ejes (RTE INEN 034, 2018, sección 4.1.6)

Sistemas de seguridad pasiva

Los sistemas de seguridad pasiva son aquellos elementos implementados en el vehículo para salvaguardar la integridad de los pasajeros y el conductor al reducir los riesgos y lesiones provocadas por un siniestro de tránsito (Paucar et al., 2022).

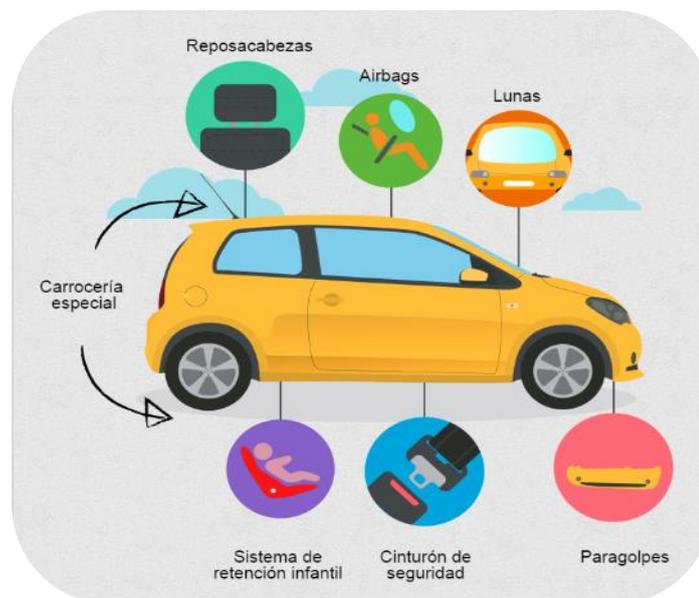
Estos sistemas de seguridad se van a clasificar en dos grupos: sistemas de seguridad pasiva exterior, los cuales se van a localizar en la parte externa del vehículo y actúan como protección en caso de colisión con peatones o ciclistas; y sistema de seguridad pasiva interior, los cuales están ubicados dentro del vehículo y actúan para reducir los efectos que produzca dicho siniestro de tránsito (Águila, 2019). En la *Figura 5*, se presentan algunos de los sistemas de seguridad pasiva internos y externos.

Los sistemas de seguridad pasiva exterior son: carrocería de deformación progresiva, parachoques, dispositivos antiempotramiento, barras de protección laterales, barras de dirección articulada (Toalombo, 2022).

Por otro lado, los automotores contarán con sistemas de seguridad pasiva interior como: cinturón de seguridad, airbag, reposacabezas, asientos ergonómicos, parabrisas laminado (Toalombo, 2022).

Figura 5

Sistema de seguridad pasiva de un vehículo



Nota. Tomada de *Seguridad activa vs Seguridad pasiva* [infografía], por Dekra Expertise, <https://bit.ly/44wj6T6>.

Así mismo, los vehículos de transporte escolar e institucional requieren de requisitos mínimos de sistemas de seguridad pasiva dispuestos por la normativa RTE INEN-034:

- Apoyacabeza: todos los asientos de los vehículos deben contar con apoyacabezas
- Cinturones de seguridad: los vehículos deben contar con cinturones de seguridad de tres puntos en los asientos del conductor y copiloto, y cinturones de dos puntos en los asientos posteriores.

- Parachoques: los automotores de transporte escolar e institucional deberán contar con parachoques delantero y trasero.
- Barras anti empotramiento: debe contar con un dispositivo de protección trasera contra el empotramiento
- Carrocería: deben contar con carrocería de deformación progresiva para salvaguardar la seguridad de los pasajeros de los asientos traseros (Paucar et al., 2022).

1.2.3 Causa de los siniestros de tránsito

En Ecuador, dentro del segundo trimestre del 2022, se registraron alrededor de 365 siniestros de tránsito causados por mal rebasamiento e invasión de carril, tomando como referencia la *Tabla 1* se evidencia que los siniestros van en aumento.

Tabla 1

Principales causas de siniestros de tránsito periodo 2021 – 2022

Causa	2021				2022		Tendencia
	I	II	III	IV	I	II	
Embriaguez o droga	407	372	368	537	457	458	▲
Exceso de velocidad	757	632	807	853	852	1008	▲
Factores climáticos	87	57	65	136	90	69	▼
Impericia e imprudencia del conductor	2.178	2.069	5.484	2.550	2.292	1.983	▼
Mal rebasamiento / invadir carril	226	185	249	213	179	365	▲
Violación de las señales de tránsito	1.094	986	1.172	1.124	1.149	1.138	▼

Nota. Adaptada de *Principales causas de siniestros de tránsito*, por Instituto Nacional de Estadística y Censos, en 2022, <https://bit.ly/3pwwRQZ>.

Dichos siniestros de tránsito ocurren debido a que el conductor posee un rango de visión limitada, denominado puntos ciegos. Los puntos ciegos de un vehículo, también conocido como ángulos muertos, son zonas que, desde el asiento del conductor, limitan la visibilidad al obstaculizar la amplitud visual (AutoCrash,2017).

Cada vehículo posee puntos ciegos los cuales dificultan la realización de maniobras en el carro, estas zonas de poca visibilidad varían según el tamaño del automotor ya que en vehículos más grandes y pesados su limitación visual es mayor (Águila, 2019). En un vehículo de transporte escolar e institucional existen los siguientes puntos ciegos:

- Parte delantera: el rango de visibilidad es mayor en esta zona debido a que este tipo de vehículos poseen un frente plano.
- Laterales: esta es la zona de menor visibilidad, los puntos ciegos cubren un área extensa que no puede ser observada incluso con los espejos retrovisores.
- Parte trasera: en esta zona la ventana trasera proporciona mayor visibilidad, sin embargo, es de vital importancia prestar atención cuando el vehículo se encuentra en retroceso.

1.2.4 Tecnología aplicada a siniestros

Dentro de los múltiples avances a nivel tecnológico en el desarrollo de software como hardware, se llega a la creación de tarjetas programables que tienen como finalidad crear prototipos de manera sencilla y ágil.

Arduino

Arduino es una tarjeta electrónica digital diseñada en 2005 por Massimo Banzi y David Cuartielles creada debido a la necesidad de utilizar tarjetas programables de bajo costo (Arduino, 2023).

Es una placa programable libre y extensible basada principalmente en un microcontrolador, hardware y software diseñado para facilitar el acceso a todas las personas (Vital, 2021).

Su lenguaje de programación es de fácil comprensión debido a que está basado en C++ que permite que nuevos programadores tengan una entrada sencilla al mundo de electrónica y programación (Arduino, 2023).

Para el desarrollo del prototipo propuesto se plantea utilizar una placa de Arduino debido a las siguientes características: bajo costo, reusabilidad y versatilidad; lenguaje de programación que posee grandes repositorios con una amplia base de datos, a su vez posee grandes comunidades que permiten encontrar soluciones rápidas ante posibles problemas; su entorno de programación es multiplataforma, es decir, puede ser instalado y ejecutado en Windows, Mac OS y Linux.

Tabla 2

Tipos de placa de Arduino

Modelo de placa	Microcontrolador	Memoria Flash
Arduino Leonardo	ATmega 32U4	32Kb
Arduino Uno R3	ATmega 32 8	32Kb
Arduino MegaR3	ATmega 2560	256Kb
Mega Pro 3.3 V	ATmega 2560	256Kb
Arduino Mini 05	ATmega 328	32Kb
Arduino Fio	ATmega 328P	32Kb
Mega Pro Mini 3.3 V	ATmega 2560	56Kb
Arduino DUE	AT91SAM3X8E	512Kb

Nota. Adaptado de *Tipos de Arduino* por HETPRO, 2021, <https://bit.ly/3Q2klyl>

Arduino UNO

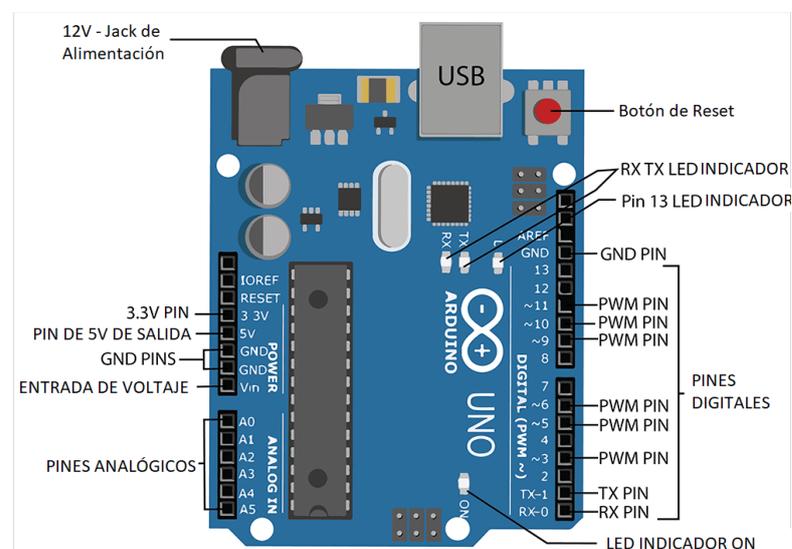
Arduino UNO es la placa más conocida debido a que es considerada la mejor para empezar en el mundo de la electrónica y programación puesto que es la más robusta, más utilizadas y cuenta con mayor documentación de toda la

familia de Arduino (Arduino, 2023). En la de Una placa de Arduino UNO se compone por diversas partes tales como:

- Entradas: son los pines utilizados para realizar lecturas; existen pines digitales (0 -13), y pines analógicos (A0 – A5).
- Salidas: corresponde a pines utilizados para el envío de señales, en este caso se utilizan exclusivamente pines digitales.
- Otros pines: existen pines tierras o GND; 5V proporciona 5 voltios; 3.3V proporciona 3 voltios; pines REF de referencia de voltaje; TX de transmisión; RX de lectura; RESET que permite reiniciar el equipo; Vin para alimentación de la placa; y los pines de comunicación.
- Alimentación: consta con un pin Vin que permite alimentar a la placa usando una tensión de 7-12 voltios y también cuenta con una entrada USB.
- Comunicación: los pines ICSP se encargan de la comunicación digital, los pines TX/RX o cualesquiera de entrada digital siendo capaces de configurarse como pines de entrada o salida.

Figura 6

Placa de Arduino



Nota. Tomado de Arduino UNO, en 2023, de <https://microcontroladores.com/arduino-uno/>

Arduino IDE

El Entorno Integrado de Desarrollo (IDE) de Arduino es un software que puede encontrarse en diferentes sistemas operativos. Dicha plataforma está diseñada sobre el lenguaje de Java, y emplea el lenguaje de programación C y C++ (Peña, 2020).

Una de las ventajas de Arduino IDE es que se considera una plataforma robusta debido a que posee su propio editor de código, compilador, depurador y almacenamiento del código (Peña, 2020). Otra de las ventajas de Arduino IDE es un software libre de fácil acceso el cual posee grandes repositorios para el desarrollo (Peña, 2020).

Arduino Cloud

Es un servicio en la nube creado por Arduino el cual permite conectar dispositivos y visualizar la data o información que esta envía con la finalidad de controlar proyectos o dispositivos desde cualquier parte del mundo.

Esto se logra enlazando el proyecto mediante una conexión de internet, para establecer dicha conexión, WAN o Wifi, se debe utilizar ciertos tipos de dispositivos que son compatibles con esta función, por ejemplos los perteneciente a la familia de MKR, a la familia Nano, incluso los que forman parte de la familia Pro & Nicla y finalmente los controladores ESP8266 y ESP32. (Arduino Cloud, 2023). Una vez lograda la conexión del dispositivo con los servicios de Arduino, es posible verificar en tiempo real la interacción de los sensores con Arduino Cloud.

La plataforma ofrece varios planes según la necesidad del usuario, los cuales pueden ir desde el servicio gratuito el cual permite registrar dos dispositivos, una pantalla con registro de información de manera ilimitada, capacidad de 100 MB para almacenamiento de código de compilación o también conocidos como sketches, un día para almacenamiento de información y herramientas de Machine Learning.

Los demás planes ofrecen mejores características tales como aumento de la capacidad de almacenamiento de los sketches, incremento en la cantidad de días en la retención de información y posibilidad de controlar eventos sin la necesidad de generar un nuevo sketch.

Figura 7

Planes de pago Arduino Cloud

Free	Entry	Maker 30% OFF	Maker plus
<ul style="list-style-type: none">✓ 2 Things✓ Unlimited dashboards✓ 100 Mb to store sketches✓ 1 day data retention✓ 25/day compilations✓ Machine Learning Tools	<ul style="list-style-type: none">✓ 10 Things✓ Unlimited dashboards✓ Unlimited storage for sketches✓ 15 days data retention✓ Unlimited compilations✓ Machine Learning Tools✓ APIs✓ Over the Air Updates	<ul style="list-style-type: none">✓ 25 Things✓ Unlimited dashboards✓ Unlimited storage for sketches✓ 90 days data retention✓ Unlimited compilations✓ Machine Learning Tools✓ APIs✓ Over the Air Updates✓ Dashboard sharing✓ Cloud Triggers	<ul style="list-style-type: none">✓ 100 Things✓ Unlimited dashboards✓ Unlimited storage for sketches✓ 1 year data retention✓ Unlimited compilations✓ Machine Learning Tools✓ APIs✓ Over the Air Updates✓ Dashboard sharing✓ Cloud Triggers
GET STARTED	\$ 1.99/month PURCHASE	5.99 \$ 4.20/month*** PURCHASE	\$ 19.99/month PURCHASE

Sensores

Un sensor es una herramienta tecnológica capaz de detectar magnitudes físicas o químicas y responder ante un tipo de estímulo en el entorno físico (National Institute of Health, 2022; Reyes, 2019).

De acuerdo a Méndez y Urvina (2020) los sensores se definen como un dispositivo de entrada que proveen una salida, en este caso una señal, en relación a una cantidad determinada de salida.

Los sensores se clasifican de acuerdo al tipo de variable que pueda ser percibida e interpretada, estos pueden ser: sensores de temperatura, sensores de distancia, sensores de humedad, sensores de luz, sensores de proximidad, sensores infrarrojos (IR), sensores ultrasónicos, sensores de inclinación, sensores de flujo y nivel (Méndez y Urvina, 2020).

Sensores de temperatura

Estos dispositivos permiten medir la temperatura en su entorno. Son esenciales en aplicaciones que requieren un control preciso de la temperatura, como sistemas de calefacción, refrigeración y monitoreo ambiental.

Sensores de distancia

Los sensores de distancia utilizan diversos métodos, como ultrasonidos o láser, para medir la distancia entre el sensor y un objeto. Estos sensores son cruciales en aplicaciones de detección de obstáculos, automatización industrial y robótica.

Sensores de humedad

La medición de la humedad es vital en áreas como la agricultura, la meteorología y la gestión de la calidad del aire. Los sensores de humedad son capaces de evaluar la cantidad de agua en el aire o en el suelo.

Sensores de luz

Los sensores de luz son responsables de detectar la intensidad luminosa. Se utilizan en dispositivos como cámaras, sensores de luz ambiental y sistemas de control de iluminación.

Sensores de proximidad

Estos sensores pueden detectar la presencia o proximidad de un objeto sin necesidad de contacto físico. Se utilizan en pantallas táctiles, sistemas de seguridad y dispositivos de control de gestos.

Sensores infrarrojos (IR)

Los sensores infrarrojos detectan radiación infrarroja y se utilizan en aplicaciones como mandos a distancia, sistemas de detección de movimiento y comunicaciones por infrarrojos.

Sensores ultrasónicos

Estos sensores emiten pulsos ultrasónicos y miden el tiempo que tarda en regresar un eco. Son comunes en sistemas de medición de distancias y en la navegación de robots.

Sensores de inclinación

Los sensores de inclinación registran la inclinación de un objeto con respecto a la gravedad. Se utilizan en dispositivos como niveladoras y sistemas de control de vehículos.

Sensores de flujo y nivel

Estos sensores permiten medir el flujo de líquidos o gases y el nivel de un líquido en un recipiente. Son esenciales en aplicaciones de monitoreo de fluidos y control de procesos industriales.

Figura 8

Tipos de Sensores



Sensor HC-SR04

Este sensor es de tipo ultrasónico que utiliza SONAR para determinar la distancia de los objetos por medio de ondas de sonido, similar a los murciélagos.

Brinda un amplio rango de detección, no necesita del contacto físico, y posee un alto nivel de precisión y estabilidad (Mutinda y Kamweru, 2020).

El funcionamiento del sensor no se ve afectado por condiciones climáticas adversas, la luz solar o superficies oscuras; sin embargo, una de sus desventajas es que los sensores no pueden ser colocados frente a superficies blandas tales como: una esponja, materiales de algodón, etc., debido a que las vibraciones ultrasónicas que emiten no pueden ser captadas por el receptor (Yudhana et al., 2019).

Dicho sensor está conformado por un receptor (*Trigger*) y un emisor (*Echo*), teniendo la capacidad de medir distancias a través de pulsos ultrasónicos en un rango de distancia de 0 centímetros hasta 500 centímetros y con un ángulo de visión de 15° (Peretti, 2019). El *Trigger* está diseñado para enviar pulsos ultrasónicos cada 10 microsegundos, mientras que el *Echo* capta la señal de respuesta emitida por el emisor.

En la *Figura 9* se muestra el tipo de sensor a utilizar, sensor HC-SR04, debido a su bajo costo y su fácil accesibilidad que permitirá que, en caso que el sensor se malogre, su reparación sea sencilla y rápida.

Figura 9

Sensor ultrasónico HC-SR04



Nota. Figura de elaboración propia

1.3 Marco Legal

La seguridad vial dentro del Ecuador se encuentra regulada por Ley Orgánica de Transporte Terrestre Tránsito y Seguridad Vial (LOTTTSV), la cual a través de los diferentes artículos garantiza el control de la seguridad vial, teniendo como objetivo principal proteger a los ciudadanos y bienes trasladados por las vías del territorio ecuatoriano lo que permitirá garantizar el bienestar general de los habitantes (LOTTTSV, 2018, artículo1).

Dentro del reglamento se propone reducir la tasa de los accidentes de tránsito la cual se indica que, en cuanto a la seguridad vial, la LOTTTSV (2018) declaró “la prevención, reducción sistemática y sostenida de los accidentes de tránsito y sus consecuencias, mortalidad y morbilidad; así como aumentar los niveles de percepción del riesgo en los conductores y usuarios viales” (artículo 88, inciso b).

En relación con lo previamente mencionado, la presente investigación propone el desarrollo de un prototipo de seguridad activa el cual, a través de los lineamientos emitidos por la Ley Orgánica de Transporte Terrestre Tránsito y Seguridad Vial, tiene como objetivo salvaguardar la integridad del conductor y pasajeros, ante accidentes posiblemente causados por la reducida visibilidad en los puntos ciegos en los vehículos institucionales.

1.4 Glosario

Accidente de tránsito. – Hace referencia a cualquier suceso, voluntario o involuntario en donde se involucran los peatones, conductores y la vía pública (INEC, 2022).

Arduino. – Plataforma de hardware libre creada para simplificar el uso de la electrónica en diversos proyectos (Peña, 2020).

Arduino IDE. – Software integrado de Arduino que posibilita el funcionamiento de la placa, estableciendo el código que permite la elaboración proyectos de autoría propia (Peña, 2020).

Arduino UNO. – Placa estándar de Arduino, considerada como una placa robusta la cual es fácil de usar y se emplea de diferentes proyectos (JAVA, 2023).

Seguridad. – Se define como la condición de sentirse seguro ante riesgos como pérdidas sanitarias y económicas, daños físicos, accidentes y perjuicios (Tajuddin, 2019).

Seguridad Activa en Vehículos. – Elementos o dispositivos implementados en el automóvil que se encargan de prevenir un accidente de tráfico (RACE, 2019).

Seguridad Pasiva en Vehículos. – Elementos o dispositivos que se encargan de reducir o evitar lesiones que se producen después de sufrir un siniestro de tránsito (RACE, 2019).

Seguridad vial. – Grupo de acciones y leyes enfocadas en la prevención, control y disminución de los siniestros de tránsito (Agencia Nacional de Seguridad Vial, 2023).

Sensor HCSR-04.- Sensor que utiliza ondas ultrasónicas para detectar obstáculos y la distancia a la que se encuentra (Pavithra et al., 2018).

Siniestro de tránsito. – Se define como cualquier hecho de tránsito en el que se implica un vehículo en movimiento y que tenga como consecuencia la lesión o muerte de un individuo (INEC, 2022).

METODOLOGÍA DEL PROCESO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA
CAPÍTULO II

2. Metodología

En este capítulo se desarrollará la metodología empleada para la elaboración del prototipo, el enfoque de investigación, las variables incluidas en el estudio y finalmente el análisis y procesamiento de la información recopilada.

2.1 Generalidades

Período y lugar donde se desarrolla la propuesta tecnológica

La presente propuesta tecnológica se desarrolló durante el período de julio a diciembre del 2023, en la sede Samborondón de la Universidad Ecotec.

Universo y muestra

Universo hace referencia al conjunto de elementos, personas u objetos, que van a servir como fuente de información y en las cuales se va a basar la investigación (Condori, 2020).

Al momento de realizar un trabajo investigativo, es importante definir la población sujeta a estudio, sin embargo, cuando la población es abundante se opta por elegir una parte representativa de dicha población, esto es lo que se conoce como muestra (Condori, 2020).

En la presente propuesta el universo de investigación corresponde a los 8 conductores de los vehículos de transporte "Ecobuses", en este caso la muestra de investigación son los 4 conductores de los buses principales de la institución.

Definición y comportamiento de las principales variables incluidas en el estudio

Las variables de una investigación engloban a todos aquellos datos e información adquirida con el objetivo de responder las preguntas de estudio (Rendón et al., 2016).

En la presente propuesta se identificó cada una de las variables de investigación, dependientes e independientes, con la finalidad de conocer la efectividad del prototipo planteado.

Variable independiente

Genera un impacto sobre la variable dependiente (Ramos, 2021). La variable independiente comprende al prototipo de sistema de seguridad activa, puesto que se encarga de emitir alertas visuales y guardar registro de los eventos sucedidos, contribuyendo a evitar siniestros de tránsito.

Variable dependiente

Es el enfoque de la investigación y recibe los efectos de la variable independiente (Oyola, 2021). La variable dependiente comprende aminorar los siniestros de tránsito debido a que va a depender de la efectividad del prototipo plantado.

2.2 Metodología de investigación

2.2.1 Enfoque de investigación

Una investigación tiene como objetivo encontrar una solución ante una problemática que enfrenta el ser humano (Ramos, 2020). El enfoque de investigación es la perspectiva que se emplea para abordar un objeto de estudio, y puede ser cualitativa, cuantitativa o mixta (Arias, 2019).

Para el desarrollo de un trabajo investigativo es imprescindible emplear un enfoque de estudio debido a que este brinda las directrices necesarias para abordar las preguntas de investigación contribuyendo a una mejor interpretación de los resultados.

En esta propuesta tecnológica se planteó utilizar el enfoque cualitativo debido a que permite recopilar información subjetiva a través de entrevistas, encuestas realizadas al personal encargado de los vehículos de transporte escolar e institucional.

2.2.2 Tipo de investigación

En la actualidad, existen diversos tipos de investigaciones en las cuales se exponen desde la creatividad hasta el uso de la imaginación, sin importar que todas se basan en sistemas y metodologías de investigación las cuales permiten aceptar o rechazar hipótesis creadas (Esteban, 2018).

En este contexto, se dan diferentes acepciones al término investigación, siendo conocido como un proceso que tiene por objetivo el de descubrir nuevos conocimientos los cuales se le pueden aplicar diversos métodos para reconocer la problemática y poder ampliar o desarrollar el conocimiento en algún área de estudio, gracias a dicho proceso se permite descubrir si una hipótesis es correcta o no (Fernández, 2020).

Actualmente, existen alrededor de diez tipos de investigaciones las cuales se clasifican de acuerdo a su objetivo, datos empleados, conocimientos sobre el objeto de estudio y finalmente grado de manipulación de las variables (Manterola et al., 2019).

Dentro de la tipología de investigaciones, se encuentra según el tipo de conocimiento sobre el objeto de estudio, ubicándose a la investigación descriptiva o también conocida como investigación estadística gracias a esta investigación se pueden descubrir nuevos resultados, indicando la frecuencia en que este evento ocurre y clasificando dicha información (Ramos, 2020).

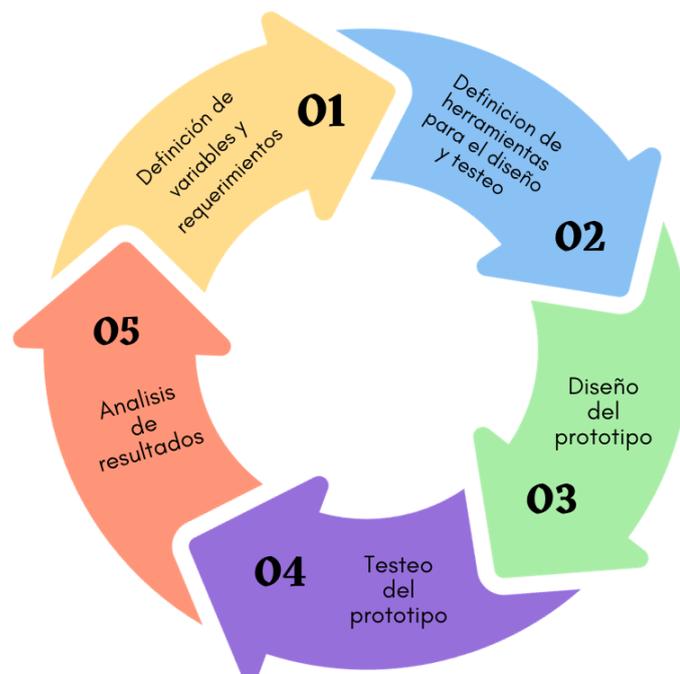
Por lo tanto, el tipo de investigación aplicado en este estudio, es de carácter descriptivo, ya que permite saber con qué frecuencia ocurre algún evento y a su vez ir recopilando la información necesaria, la investigación descriptiva permitirá saber en este caso cuántos accidentes pueden ser prevenidos con el uso del sistema de seguridad activa en los vehículos y poder generar cuadros estadísticos con el fin de generar conciencia sobre los accidentes de tránsito.

2.3 Metodología de Desarrollo

Para el diseño de la propuesta tecnológica se utilizó la metodología de prototipado basada en el ciclo de Deming, el cual consiste en la mejora progresiva del prototipo. En la *Figura 9*, se evidencia las etapas del desarrollo del prototipo.

Figura 10

Etapas del diseño del prototipo



El primer paso se caracteriza por la **obtención de información** puesto que se necesitan definir los requerimientos y las variables del prototipo, esto se logra mediante las entrevistas realizadas al personal correspondiente; además, se realiza una investigación exhaustiva del tema.

En segundo lugar, se definen las herramientas para la elaboración del prototipo las cuales fueron TinkerCad, con el fin de crear el diseño del prototipo, y Arduino IDE para la creación del código de programación.

A continuación, se elabora un **diseño rápido** del prototipo utilizando la metodología de impresión 3D con el objetivo de evitar daños en el diseño y dar a conocer el aspecto final del prototipo.

Una vez que el diseño rápido ha sido creado se procede a realizar la validación del prototipo con el fin de conocer si satisface con las necesidades de los conductores.

Para finalizar, se procede con el análisis de resultados en la cual se obtiene que los sensores son capaces de medir objetos en un rango de 15° y una distancia de 100 centímetros entre vehículos.

2.4 Metodología del desarrollo de software

Para complementar la propuesta tecnología se diseñará una página web con el fin de mostrar los eventos registrados por el prototipo. Para el desarrollo de este software se planteó el uso del *Desarrollo Rápido de Aplicaciones (RAD)*, una metodología ágil que permitirá obtener resultados satisfactorios en un corto periodo de tiempo.

Fase 1: Se identifican los objetivos principales y se realiza un levantamiento de requerimientos para conocer las necesidades de los usuarios.

Fase 2: Al haber recopilado toda la información necesaria se desarrolla un diseño rápido con la finalidad de mostrar un prototipo funcional.

En esta fase se cumplen tres pasos fundamentales para la creación del diseño requerido por el usuario: prototipo, testeo y ajustes.

El prototipo permite crear un diseño rápido de acuerdo a los requerimientos. Luego, se realizan pruebas del sistema con la finalidad de demostrar que el diseño es efectivo. Finalmente, la etapa de ajustes se implementa si en la etapa de testeo se encontraron errores en el prototipo, se realiza un rediseño del sistema con la finalidad de demostrar que este es eficiente.

Fase 3: Una vez aprobado el diseño se procede a construir el software con los ajustes emitidos por el usuario, esta fase es esencial para transformar el diseño inicial en un sistema funcional.

Esta fase inicia con un diseño detallado del sistema en donde se define con mayor precisión la arquitectura del software, la estructura de la base de datos y la interfaz del usuario. Luego se continúa con el desarrollo iterativo donde se construye el software en incremento. A partir de aquí, la retroalimentación por parte del usuario es fundamental.

Posterior a ello, se inicia unas pruebas continuas para identificar y corregir los errores necesarios, a medida que se obtiene la retroalimentación del usuario se realizan los ajustes y refinamientos hasta que se obtenga el producto final que satisfaga con las expectativas del usuario.

Fase 4: Finalmente, se adaptan y se añaden los elementos previamente contemplados junto con la programación de las funciones para que el software esté disponible para su uso.

Componentes del hardware

Los siguientes componentes de hardware serán necesarios para el desarrollo de la propuesta tecnológica:

- Placa Arduino modelo UNO R3 de 2KB de RAM
- Fuente de alimentación de 9V
- Sensores ultrasónicos HC SR04
- Cable USB tipo B
- Focos LED
- Módulo esp8266

Componentes del software

El desarrollo de la propuesta tecnológica requerirá de los siguientes componentes:

- Arduino IDE
- Base de datos (Arduino Cloud)

2.5 Procesamiento y análisis de la información

Ante todo, la recopilación de información es de vital importancia debido a que permite adquirir datos confiables que posteriormente serán interpretados, de manera que se pueda tomar decisiones en base a dicho análisis (Universidad de Santo Tomás, 2023). Para ello, se aplican las diferentes técnicas de recolección de datos como encuestas, entrevistas, grupos focales, análisis documental y observación.

En la presente propuesta, como técnica de recopilación de datos, se utilizó la entrevista la cual es una comunicación directa entre el entrevistador y el entrevistado que, en este caso, son los conductores de los vehículos de transporte de la Universidad y la coordinadora responsable de dichos vehículos.

A partir de los datos recolectados en la primera fase, se determina el estado de estos vehículos de transporte en donde se indica que sus condiciones no son las óptimas puesto que se encuentran en funcionamiento hace 9 años. Además, se evidenció que los conductores de dichas unidades requieren de sistemas adicionales que sean capaces de mejorar la conducción de dichas unidades.

Posterior a esto, se planteó el desarrollo de un sistema de ayuda que facilite la conducción de dichos vehículos en las áreas aledañas al campus Samborondón en donde se evidencia un aumento de tráfico vehicular haciendo más propenso los siniestros de tránsito.

Para el diseño del prototipo se consideran diferentes factores tales como la factibilidad económica, técnica y operativa del mismo.

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

CAPÍTULO III

3. Análisis e interpretación de resultados

En este capítulo se detallan los resultados obtenidos de manera cualitativa mediante encuestas realizadas, se realiza la interpretación de los datos adquiridos para el desarrollo de la propuesta tecnológica; además se detallan las diferentes pruebas realizadas para comprobar la efectividad del prototipo.

3.1 Análisis de las encuestas realizadas

La recopilación de información a través de entrevistas a los conductores de las unidades y a la coordinadora del área de transporte de la Universidad Tecnológica Ecotec proporciona una comprensión más profunda de las necesidades y requerimientos específicos en relación a las unidades de transporte. Ampliemos la idea destacando los aspectos clave:

Entrevista con la Coordinadora del Área de Transporte:

En la entrevista con la coordinadora, se obtuvo información valiosa sobre la condición de las unidades de transporte. El hecho de que las unidades se hayan adquirido en el año 2014 proporciona un contexto importante para entender su antigüedad y estado. Además, conocer que los vehículos se mantienen de acuerdo con las pautas de mantenimiento del fabricante es esencial, ya que garantiza su funcionamiento seguro y óptimo.

La revelación que las unidades han experimentado accidentes leves, como rozamientos o pequeños choques que no afectaron significativamente a los vehículos, agrega un elemento de contexto a la situación de seguridad vial.

Figura 11

Entrevista generada a la directora Diana Cañarte

¿En qué año fueron adquiridos los vehículos de transporte “Ecobuses”?

Las unidades fueron adquiridas en abril del 2014

¿Qué tipo de mantenimiento se les realiza a las unidades?

Cada 5000 kilómetros se le realiza cambio de aceite; se hace una revisión de las luces; se hace un chequeo de los frenos para que no haya ningún accidente que ponga en peligro a los pasajeros; y también se revisan los demás fluidos del vehículo para asegurar que esté en buenas condiciones.

¿Alguna de las unidades ha sufrido un accidente de tránsito?

Ninguno de los vehículos ha sufrido algún accidente grave, solo han sufrido daños menores como raspones al topar con algún carro o motocicleta.

¿Encuentran algún inconveniente en estos vehículos?

Últimamente, los buses han estado teniendo fallas en la parte eléctrica por las antenas wifi que están instaladas, han dado problema con la batería.

Entrevistas con los Conductores de las Unidades:

Las entrevistas con los conductores ofrecieron una perspectiva más detallada de los desafíos a los que se enfrentan en su labor diaria. El hecho de que los conductores tengan dificultades para maniobrar en avenidas concurridas debido a la presencia de vehículos más pequeños en sus ángulos muertos es una preocupación significativa. Esto subraya la importancia de abordar los puntos ciegos y mejorar la visibilidad en estas situaciones. Anexo 1

La propuesta de crear un sistema de seguridad que alerte al conductor sobre la presencia de objetos cercanos a la unidad es una respuesta directa a esta problemática. Este sistema puede desempeñar un papel crucial en la prevención de siniestros de tránsito al brindar a los conductores información en tiempo real sobre situaciones de riesgo.

La solicitud de que la alerta sea de carácter lumínico es una característica importante, ya que proporciona una forma visual y clara de comunicación con el conductor. Un indicador luminoso puede ser más efectivo en situaciones de tráfico intenso, donde las señales auditivas pueden perderse o ser menos perceptibles. (Anexo 2)

Figura 12

Entrevista generada a conductores pertenecientes a la Universidad Ecotec

¿Ha encontrado algún inconveniente al momento de conducir las unidades?

Con respecto al vehículo no se encuentra ningún inconveniente, solamente al momento de conducir en calles concurridas debido a que los vehículos y motocicletas se apegan demasiado en los puntos ciegos del vehículo.

¿Qué piensa acerca de la implementación de un sistema de ayuda que advierta de la presencia de automóviles en los puntos ciegos del autobús?

Sería de gran ayuda, ya que la mayoría del tiempo se tiene que tener mucho cuidado al realizar maniobras debido a los puntos ciegos. Además, para alcanzar una mejor visualización de otros vehículos se tiene que revisar los espejos retrovisores e incluso cambiar de posición

¿Qué sistema de alerta preferiría que se utilice?

Preferiblemente una alerta luminosa.

Análisis del Hardware a utilizar

Se determinan los materiales a utilizar para el desarrollo del hardware y software; por ellos se elaboró un cuadro comparativo con los diferentes tipos de sensores que podrían utilizarse y los que más se acoplaban al prototipo planeado (*Tabla 3*).

Tabla 3

Análisis de diferentes tipos de sensores

	Sensor Ultrasónico HC -SR04	Sensor PIR	Sensor Analógico US – 016
Función	Sensor que permite detectar objetos	Sensor que permite detectar movimiento	Sensor que permite detectar objetos

	Sensor Ultrasonico HC -SR04	Sensor PIR	Sensor Analógico US – 016
Medición	Sensor que emite una onda y mide el tiempo que la señal tarda en regresar	Sensores capaces de medir la radiación dentro del área de cobertura	Sensor emite una onda y mide el tiempo que la señal tarda en regresar
Distancia de detección	Hasta 5 metros	Hasta 3 metros	Hasta 3 metros
Costos	\$1,99	\$2,99	\$4,50
Ventajas	La medición de es exacta, bajo costo y circuito simple	Poseen un buen nivel de sensibilidad y el ángulo de apertura es de 180 grados	Posee un tiempo mínimo de esperar entre mediciones
Desventajas	No puede detectar materiales blandos	Son sensibles a altas y bajas temperaturas, lo cual puede dar medidas erróneas	Sensible a altas y bajas temperaturas del aire

A partir de la *Tabla 3*, se determinó que el sensor más adecuado para el diseño del prototipo es el sensor ultrasónico HCSR04 debido a su bajo costo y alta precisión; teniendo menores desventajas que otros tipos de sensores.

Así mismo, se realizó un cuadro comparativo acerca de los tipos de placas más adecuados para el diseño del prototipo, en donde se evidenció que la placa de Arduino es la más idónea.

Tabla 4

Análisis entre las plataformas propuestas, Raspberry pi vs Arduino Uno

	Raspberry Pi 4	Arduino Uno R3
Su construcción se encuentra basada en	Debian GNU/Linux	Microcontrolador ATMEL
Lenguaje de programación a utilizar	Python, C, Ruby, Perl	C, C++
Costos	Entre \$77 a \$ 110	Entre \$27 a \$ 50
Ventajas	Bajo consumo energético compatibilidad con programas basados en Linux Posee una gran comunidad en línea	Bajo Costo Multiplataforma Programación Simple y Directa
Desventajas	Posee una misma entrada para datos y conexión LAN Requiere ciertas habilidades para su configuración	Bajo procesamiento Consumo energético medio respecto a su tamaño Pines de entrada/salidas son limitadas

Se presenta un esquema del prototipo a los conductores, ante el cual reaccionan positivamente, sin embargo, sugieren que el prototipo contenga una alerta menos distractora. A partir de estas opiniones se agrega focos LED al prototipo.

Se realiza la corrección del prototipo inicial en una aplicación en línea llamada *TinkerCad*, la cual permite comprobar el funcionamiento del modelo planteado. Finalmente, se vuelve a presentar el prototipo ante los conductores con los ajustes requeridos por los mismos.

IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN TECNOLÓGICA

CAPITULO IV

4. Propuesta de la solución tecnológica

En este capítulo se detalla en profundidad a implementación del prototipo; se comprobará la efectividad del mismo y si cumple con los objetivos planteados inicialmente.

Adicionalmente, cada vez que exista una alerta lumínica esta información será enviada a una base de datos en línea (Arduino Cloud) que permitirá tabular los datos obtenidos por los sensores. A partir de esta información se dará a conocer que unidades poseen.

4.1 Etapas de la metodología del prototipo

Dentro del presente desarrollo se tomó como referencia la metodología de prototipado o también conocida como Ciclo de Deming. La cual tiene como ventaja la utilización de cinco fases tales como definición de requerimiento y variables, definición de herramientas para el diseño y testeo, diseño del prototipo, testeo y análisis de resultados.

4.1.1 Fase 1: Definición de requerimientos y variables

Los requerimientos obtenidos a través de las entrevistas con los conductores de las unidades de la Universidad Tecnológica Ecotec ofrecen una visión valiosa de las necesidades y expectativas del usuario final. Estos requerimientos se centran en la seguridad vial y en la prevención de siniestros de tránsito en situaciones específicas.

Uno de los requisitos principales es la detección de la presencia de vehículos o peatones en los puntos ciegos de las unidades. Esto es especialmente relevante, ya que los puntos ciegos son áreas donde el conductor no tiene visibilidad directa, lo que puede dar lugar a situaciones peligrosas al cambiar de carril o realizar giros. La necesidad de detectar la presencia de otros usuarios de la vía en estas zonas responde directamente a la preocupación por evitar colisiones y accidentes.

Además, la solicitud de alertas visuales a través de un indicador lumínico es un aspecto clave. Este indicador lumínico serviría como una señal visual para los conductores, alertándoles sobre la presencia de un vehículo o peatón en los puntos ciegos. Esta característica busca proporcionar a los conductores una información rápida y efectiva que les permita tomar decisiones seguras y reaccionar de manera adecuada para evitar situaciones de riesgo.

4.1.2 Fase 2: Definición de herramientas para diseño y testeo

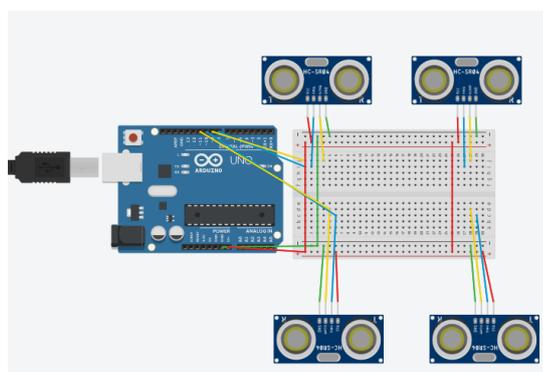
Para la selección de la herramienta de diseño se tuvo en cuenta algunas opciones tales como TinkerCad, Wokwi, PICsimLab, entre otras, de las cuales la aplicación de preferencia fue TinkerCad.

Este programa fue diseñado por la compañía Autodesk, es completamente gratuito y se enfoca en la creación de modelos tridimensionales y prototipos visuales. Además, permite que los usuarios interactúen con los componentes de proyecto y realizar simulaciones con diferentes sensores de humedad, humo, distancia, entre otros (Nortes y Rabadán, 2023; Narayan Mohapatra et al., 2020).

Respecto al testeo de los sensores estos se realizarán a través del uso de una matriz de prueba la cual tiene objetivo el de verificar que los sensores realicen los registros de manera correcta.

Figura 13

Diseño del prototipo realizado en TinkerCad

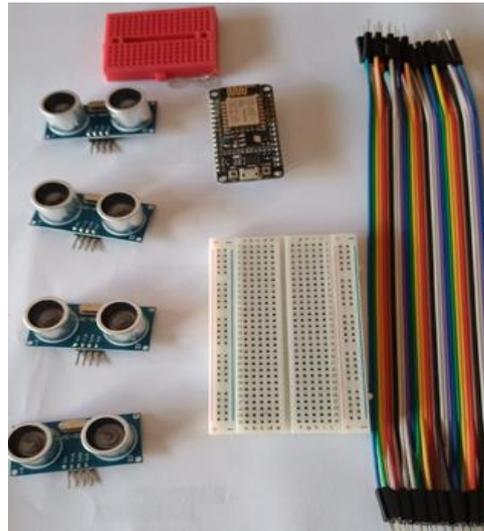


4.1.3 Fase 3: Diseño del prototipo

Para el proceso de construcción del prototipo se utilizó 4 sensores ultrasónicos HC-SR04, dos protoboard, 20 cable puente macho a macho, tarjeta de red Esp8266, un cable micro USB para la alimentación.

Figura 14

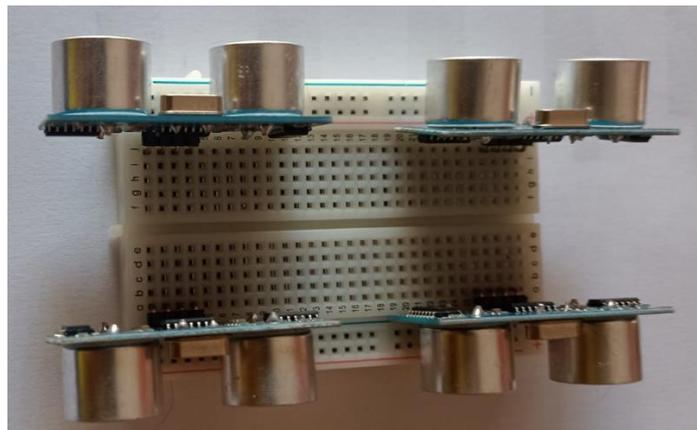
Materiales a utilizar para el diseño del prototipo



En primera instancia se utiliza como base una protoboard y se procede a colocar los sensores ultrasónicos cuidando la distancia entre ellos es decir que no pueden ser colocado juntos los unos de los otros.

Figura 15

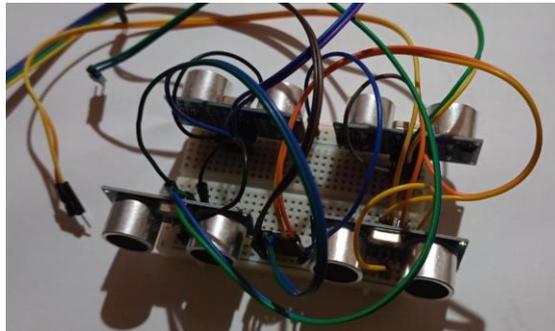
Protoboard con los sensores ultrasónicos HCSR04



Luego se procede a realizar las conexiones utilizando los cables puentes para la cual se utiliza como guía entre los pines del protoboard y los pines de los sensores ultrasónicos.

Figura 16

Cableado entre el protoboard y los sensores



El siguiente paso corresponde en la colocación de la tarjeta de red dentro de un protoboard externo con el fin que no interfiera con los sensores previamente colocados.

Figura 17

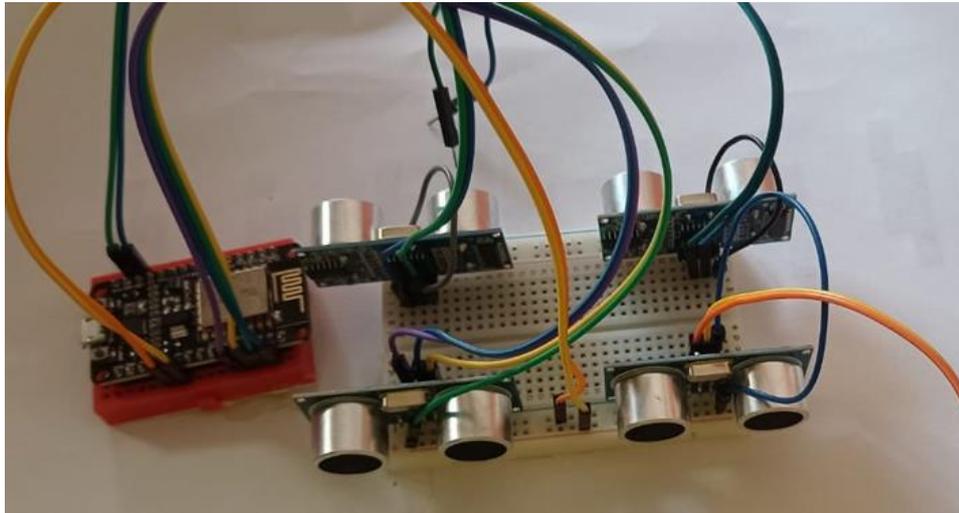
Protoboard con la tarjeta SP8266



Posteriormente se procede a realizar las conexiones entre los pines de los sensores como los pines de la tarjeta de red

Figura 18

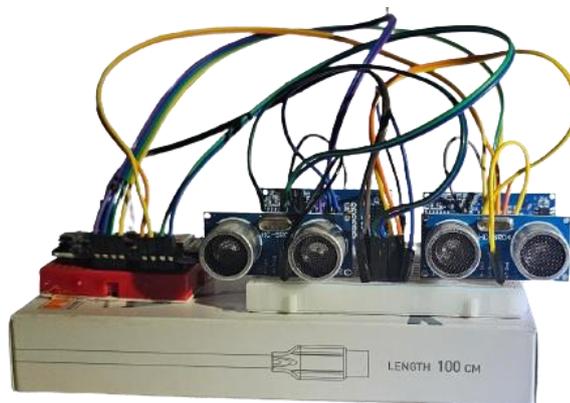
Conexión entre los sensores y la tarjeta SP8266



Para finalizar se procede con la colocación de los cables puentes encargados de distribuir la alimentación, este paso se debe tomar la mayor precaución ya que en caso de colocarlos de manera incorrecta los sensores como las tarjetas pueden verse afectados o ser dañados en su totalidad.

Figura 19

Construcción del prototipo



Una vez que se ha finalizado la construcción física, se realiza la conexión entre el prototipo y Arduino IDE con el fin de cargar el código fuente permitiendo que el prototipo sea funcional.

Figura 20

Código fuente del prototipo

```
//
#define TOKEN "BBFF-1zRwz0hdkwrG1YAN7Mg7aWcXo1rEFI" // Your Ubidots TOKEN
#define WIFINAME "arduino" //Your SSID
#define WIFIPASS "12345678" // Your Wifi Pass
Ubidots client(TOKEN);
void callback(char* topic, byte* payload, unsigned int length) {
  Serial.print("Message arrived [");
  Serial.print(topic);
  Serial.print("] ");
  for (int i = 0; i < length; i++) {
    Serial.print((char)payload[i]);
  }
  Serial.println();
}

// Pines del HC-SR04

const int trigPin1 = D1; // D1
const int echoPin1 = D2; // D2

const int trigPin2 = D3; // D3
const int echoPin2 = D4; // D4

const int trigPin3 = D5; // D5

39   client.setDebug(true); // Pass a true or false bool value to activate debug messages
40   client.wifiConnection(WIFINAME, WIFIPASS);
41   client.begin(callback);
42
43
44
45   // Inicialización del puerto serie
46   Serial.begin(115200);
47
48   pinMode(D0, OUTPUT);
49
50   // Inicialización de los pines del HC-SR04
51   pinMode(trigPin1, OUTPUT);
52   pinMode(echoPin1, INPUT);
53   pinMode(trigPin2, OUTPUT);
54   pinMode(echoPin2, INPUT);
55   pinMode(trigPin3, OUTPUT);
56   pinMode(echoPin3, INPUT);
57   pinMode(trigPin4, OUTPUT);
58   pinMode(echoPin4, INPUT);
59
60
61 }
62
63 void loop()
```

4.1.4 Fase 4: Testeo del prototipo

El enfoque principal de estas pruebas está en los sensores HC-SR04, que son componentes fundamentales del prototipo. La realización de una serie de pruebas meticulosas es crucial para garantizar que estos sensores cumplan con los requerimientos y expectativas del usuario.

Estas pruebas fueron realizadas por el Ingeniero Quinde Cadena Bryan jefe de operaciones del área de automatización de procesos dentro de una empresa del sector petrolero. quien posee el conocimiento necesario para poder realizar diversas pruebas las cuales se detallan a continuación:

Prueba de funcionamiento básico

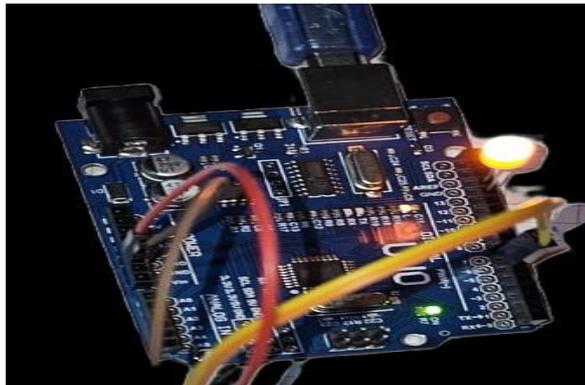
En esta fase inicial de las pruebas, se verifica que cada sensor responda correctamente al detectar la presencia de un objeto dentro del rango establecido, lo cual es esencial para asegurarse que los sensores están operando de manera adecuada y detectando objetos según lo previsto.

Prueba de precisión del sensor

La precisión es un factor crítico en la eficacia de los sensores. Por lo tanto, se realizan pruebas en las que se comparan las distancias captadas por los sensores con las distancias reales de los objetos. Esto permite evaluar cuán exactos son los sensores en diferentes situaciones y distancias, lo que es vital para su correcto funcionamiento.

Figura 21

Fase de prueba del prototipo: Indicador lumínico encendido



Pruebas de rango del sensor

Los sensores tienen un rango de funcionamiento que debe ser evaluado exhaustivamente. Esto incluye la verificación del rango mínimo y máximo de detección. Estas pruebas ayudan a determinar la efectividad y precisión de los sensores en una variedad de distancias, lo que es crucial para garantizar su confiabilidad en diferentes escenarios.

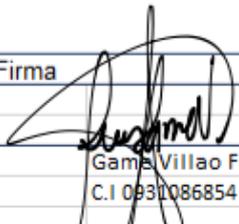
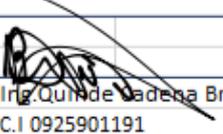
Una vez que se ha completado cada una de estas pruebas individualmente en cada sensor y se ha confirmado que funcionan correctamente

sin problemas ni daños, se procede a realizar una prueba con los cuatro sensores en conjunto. Esto es fundamental, ya que el sistema operará con múltiples sensores en la implementación real, y se necesita garantizar que trabajen en armonía y de manera coordinada.

Se presenta a continuación la opinión de un experto en electrónica y medición de sensores, estructurada en una matriz de pruebas del prototipo del sistema de seguridad activa dirigido al servicio de transporte escolar e institucional de la Universidad Tecnológica Ecotec, lo cual se evidencia en la Figura 22.

Figura 22

Matriz de prueba de sensores

MATRIZ DE PRUEBA				
Nombre del proyecto: Prototipo de sistema de seguridad activa dirigido al servicio de transporte escolar e institucional de la Universidad Tecnológica Ecotec				
Fecha 21/10/2023				
Numero	Proceso	Puntos a validar	Estado	Observaciones
1	Usuario	Creación de usuario	Ok	
2		Asignación de usuario	Ok	
3		Validación de credenciales	Ok	
4	Registro de eventos	Evento generado	Ok	
5		Evento registrado	Ok	
6		Evento concluido	Ok	
7	Almacenamiento de Evento	Evento registrado	Ok	
8		Evento almacenado	Ok	
9		Evento graficado	Ok	
10	Verificación de Graficos	Consulta de graficos generados	Ok	
11			Ok	
12			Ok	
Observaciones				
Firma				
				
Game Villao Fernando C.I 0931086854		Irg. Quirde Cadená Bryan C.I 0925901191		

4.1.5 Fase 5: Análisis de resultados

Corresponde a la fase final de la metodología del prototipo, la finalidad de esta etapa determinar que los resultados sean óptimos, y que se cumplan con los requerimientos establecidos por los usuarios.

Una vez que se realizar las diferentes pruebas en la etapa de testeo, se registran los resultados de datos específicos tales como mediciones, registros de tiempo y observaciones. Posterior a ello, se comparan los datos con los requerimientos definidos previamente y de esta manera comprobar que el prototipo satisface con las necesidades del usuario.

4.2 Etapas de la metodología del desarrollo de software

4.2.1 Fase 1: Planificación de requerimientos

La propuesta sugerida a la coordinadora de las unidades plantea la necesidad de desarrollar un sistema integral que sea capaz de detectar y registrar objetos que se encuentren alrededor las unidades todas las alertas se verán representada a través de una alerta lumínicas. Este sistema se encargaría de recopilar esta información y almacenarla en una base de datos en línea (Arduino Cloud) Esta base de datos funcionaría como un repositorio centralizado que permitiría la tabulación y análisis de los datos recopilados a partir de los sensores ultrasónicos ubicados en los exteriores de los vehículos.

La finalidad principal de esta iniciativa es proporcionar una visión más clara y detallada de la distribución y frecuencia de las alertas en diferentes unidades o áreas geográficas. Al analizar estos datos, se podrá identificar qué unidades experimentan la mayor cantidad de eventos registrados. Este conocimiento permitirá a las autoridades y gestores de tráfico desarrollar planes de contingencia específicos para esas áreas o unidades.

Estos planes de contingencia pueden incluir la definición de rutas alternativas, la reestructuración de las rutas existentes o la implementación de medidas específicas para abordar las condiciones de tráfico en las zonas más

afectadas. De esta manera, se busca contribuir de manera significativa a la reducción de siniestros de tránsito, ya que se estaría tomando en cuenta la información en tiempo real sobre las alertas emitidas por los sensores para tomar decisiones informadas y preventivas.

En resumen, el desarrollo de este sistema de registro y análisis de alertas a través de sensores ultrasónicos se presenta como una herramienta valiosa para mejorar la seguridad vial al permitir una gestión más efectiva del tráfico y la implementación de medidas preventivas específicas en las áreas con mayor incidencia de este tipo de alertas.

4.2.2 Fase 2: Diseño rápido

A partir de los requerimientos previamente definidos, se inicia el desarrollo del software. En este caso, se utiliza HTML5 y CSS3, con el apoyo del Framework Visual Studio Code. El software tiene un doble propósito: registrar la información recopilada por los sensores y controlar el funcionamiento de cada unidad. Esto implica la creación de una interfaz intuitiva y eficiente que permita a los usuarios interactuar con los datos y tomar decisiones informadas.

Una vez desarrollado el software, es crucial verificar que la base de datos se integre de manera correcta con la interfaz web. Esto garantiza que los datos recopilados por los sensores se reflejen de manera precisa y coherente en el diseño web, lo que es fundamental para la toma de decisiones basadas en datos confiables.

Finalmente, se abre un proceso de obtención de retroalimentación por parte de los usuarios. Este ciclo de mejora continua es esencial para identificar y abordar cualquier inconveniente que los usuarios puedan experimentar al interactuar con el sistema. La retroalimentación recopilada permite realizar ajustes y mejoras en la interfaz para aumentar la comodidad del usuario y la eficacia del software en general. Estos cambios pueden abordar aspectos como la usabilidad, la eficiencia y la satisfacción del usuario, lo que contribuye a la evolución positiva del sistema a lo largo del tiempo.

4.2.3 Fase 3: Construcción

La fase de construcción del software es un hito crítico en el desarrollo del proyecto, ya que representa la transformación del diseño conceptual en una página web operativa. En esta etapa, se realiza la transición desde la planificación y el diseño hacia la materialización de la visión del proyecto en un producto funcional y concreto.

Para llevar a cabo el levantamiento de la página web, se deben seguir una serie de pasos esenciales. En primer lugar, es fundamental adquirir un servicio de hosting confiable que permita alojar el sitio web en línea. La elección de un proveedor de hosting adecuado es crucial, y en este caso, se ha optado por Hostinger, que ofrece recursos de alojamiento confiables y escalables para garantizar el funcionamiento óptimo de la página web.

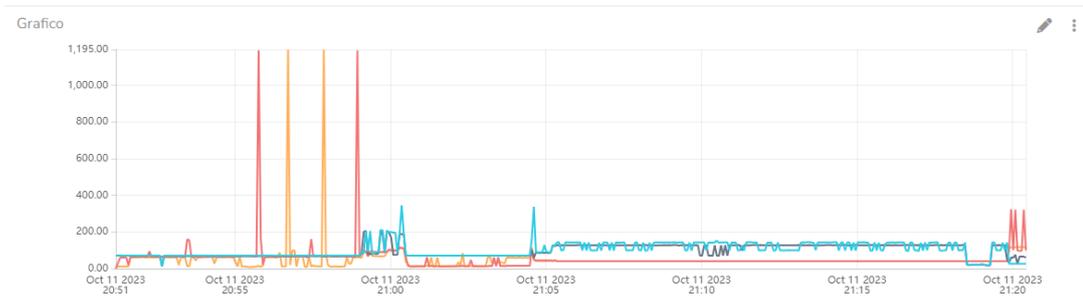
Además, se debe asegurar que la página web cuente con un dominio único. El dominio es la dirección web que los usuarios ingresarán en sus navegadores para acceder al sitio. La unicidad del dominio es esencial, ya que garantiza que los usuarios puedan acceder de manera exclusiva a la página web en cuestión.

La seguridad de la página web es una consideración crítica. La adquisición de un certificado SSL es un paso importante en este sentido, ya que permite que la página web funcione de manera segura. Esto es esencial para proteger la información valiosa y garantizar que no sea manipulada por agentes externos. La seguridad en línea es esencial en la protección de datos y la confianza de los usuarios.

Una vez que el hosting y el dominio están configurados y se ha garantizado la seguridad del sitio, el siguiente paso es transferir la base de datos a la infraestructura del servidor web. En este caso, la elección de PostgreSQL como sistema de gestión de bases de datos es acertada, ya que es conocido por su robustez y confiabilidad. La transferencia de la base de datos al servidor web es esencial para que el sistema pueda acceder y gestionar los datos recopilados de manera eficiente y en tiempo real.

Figura 23

Registro de datos en la página web



En resumen, la fase de construcción del software es una etapa fundamental en la materialización de un proyecto, y requiere consideraciones cuidadosas en cuanto a la elección del hosting, el dominio, la seguridad en línea y la gestión de bases de datos. Esta fase es esencial para garantizar que el sistema sea operativo, seguro y capaz de gestionar eficazmente los datos recopilados, lo que es crucial para el éxito continuo del proyecto. (Anexo 5) (Anexo 6)

Figura 24

Login de la página web



Figura 25

Código fuente de la página web

```
C:\Users> lsig\Desktop> Front-Prototipo > index.html > ...
1  {!DOCTYPE html}
2  <html lang="en" >
3  <head>
4  <meta charset="UTF-8">
5  <title>CodePen - A Pen by Mohithpoojary</title>
6  <link rel="stylesheet" href="https://use.fontawesome.com/releases/v5.2.0/css/all.css">
7  <link rel="stylesheet" href="https://use.fontawesome.com/releases/v5.2.0/css/fontawesome.css"><link rel="stylesheet" href="./style.css">
8
9  </head>
10 <body>
11 <!-- partial:index.partial.html -->
12 <div class="container">
13   <div class="screen">
14     <div class="screen_content">
15       <form class="login">
16         <div class="login_field">
17           <i class="login_icon fas fa-user"></i>
18           <input type="text" class="login_input" placeholder="User name / Email">
19         </div>
20         <div class="login_field">
21           <i class="login_icon fas fa-lock"></i>
22           <input type="password" class="login_input" placeholder="Password">
23         </div>
24         <button class="button login_submit">
25           <span class="button_text">Log In Now</span>
26           <i class="button_icon fas fa-chevron-right"></i>
27         </button>
28       </form>
29       <div class="social-login">
30         <h3>Sistema de Seguridad Activa Ecotec</h3>
31         <!--<div class="social-icons">
32           <a href="#" class="social-login_icon fab fa-instagram"></a>
33           <a href="#" class="social-login_icon fab fa-facebook"></a>
34           <a href="#" class="social-login_icon fab fa-twitter"></a>
```

4.2.4 Fase 4: Implementación

Después que toda la información haya sido transferida al servidor, se inicia una fase esencial que implica la entrega de credenciales al usuario. Esta etapa se lleva a cabo con el objetivo de garantizar que no existan problemas relacionados con el acceso y la autenticación al sistema. En otras palabras, se verifica que los usuarios autorizados tengan las credenciales necesarias para acceder a la página web.

La verificación de las credenciales es un paso crítico, ya que asegura que el acceso a la página esté restringido a usuarios legítimos y que se eviten posibles problemas de seguridad. Se confirma que los nombres de usuario y las contraseñas funcionen correctamente, y que los permisos de acceso sean apropiados para cada usuario.

Una vez que se ha verificado que todo el sistema funciona de manera correcta y que las credenciales se han entregado de manera adecuada, se procede al levantamiento del servidor a través del dominio. Esto significa que el

sitio web se pone en línea y se encuentra disponible para que todos los usuarios puedan acceder a él sin ningún impedimento.

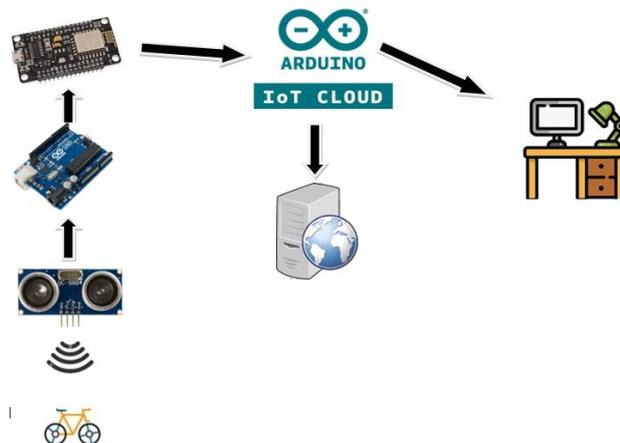
El levantamiento del servidor implica que la página web se vuelve accesible desde cualquier dispositivo con conexión a Internet. Los usuarios pueden ingresar el dominio en sus navegadores y disfrutar de la funcionalidad completa de la página web, accediendo a la información, interactuando con las características del software y realizando las tareas específicas que el sistema les permite llevar a cabo.

Este proceso marca un hito importante en el desarrollo del proyecto, ya que la página web pasa de ser una entidad en proceso de construcción a una plataforma plenamente operativa y disponible para su público objetivo. Es esencial garantizar que todo funcione sin impedimentos, y la verificación de las credenciales es una parte clave de esta fase, ya que contribuye a la seguridad y la experiencia del usuario en el sitio web.

4.2.5 Fase 5: Integración

Figura 26

Flujo de proceso del prototipo con Arduino Cloud



La integración del software con el hardware es una fase crítica en el proceso de desarrollo de sistemas que involucran la recopilación de datos del mundo real a través de sensores. Esta etapa se encarga de conectar y coordinar

el software con los sensores de medición de distancia, lo que permite recopilar datos precisos y relevantes del entorno real. Esta integración es fundamental para asegurar que los datos generados por los sensores sean utilizados de manera eficaz para la toma de decisiones.

La interacción entre el software y los sensores es lo que hace que el sistema sea verdaderamente funcional. Los sensores tienen la tarea de medición de distancia, recopilan información sobre su entorno, como la presencia de objetos, obstáculos o cualquier otra variable que se deba medir. Esta información es crítica para el funcionamiento del sistema, ya que proporciona los datos necesarios para que el software pueda mostrar dicha información y la dirección encargada del área de transporte tome la decisión correcta.

La coordinación entre el software y los sensores implica no solo la capacidad de recopilar datos, sino también de procesarlos y analizarlos en tiempo real. El software debe ser capaz de interpretar la información de los sensores y actuar en consecuencia. Por ejemplo, en un sistema de seguridad vehicular, los sensores pueden detectar la proximidad de otros vehículos u obstáculos, y el software debe tomar decisiones, como emitir alerta lumínica para poder advertir al conductor de la unidad de transporte.

4.2.6 Fase 6: Grabación de eventos de sensores

Los sensores desempeñan un papel esencial en la recopilación de datos del entorno. Están diseñados para detectar eventos o medir variables específicas y, en el contexto que estamos discutiendo, los sensores de movimiento son un ejemplo destacado. Estos sensores generan señales o datos que son fundamentales para comprender y responder a lo que está sucediendo en nuestro entorno

Los sensores de movimiento son capaces de detectar cambios en el mundo real que indican que un objeto pudo ser registrado. Esto puede incluir la presencia de personas, vehículos u otros objetos que se desplacen. La información recopilada por estos sensores es valiosa porque nos permite tomar decisiones para reducir los siniestros de tránsito o a su vez poder tomar otro tipo

de decisiones con el fin de reducir accidentes o poder reducir los tiempos en que se desplazan las unidades.

4.2.7 Fase 7: Verificación en tiempo real

La captura de eventos por parte de los sensores y su procesamiento inmediato por el software representan una dinámica esencial en la gestión de sistemas que involucran datos en tiempo real. Esta interacción proporciona una serie de beneficios valiosos y tiene un impacto significativo en diversas aplicaciones.

Cuando un sensor captura un evento, ya sea una detección de un objeto, vehículo o animal, el software procesa rápidamente estos datos. La velocidad de procesamiento es fundamental, ya que permite mostrar los eventos en tiempo real en una interfaz gráfica. Esta visualización instantánea es crítica, ya que los usuarios pueden observar y analizar eventos a medida que suceden.

La visualización instantánea tiene una serie de ventajas importantes:

Toma de decisiones en tiempo real

Cuando los usuarios pueden ver eventos al instante, están en una posición óptima para tomar decisiones basadas en datos en tiempo real. Esto es particularmente valioso en aplicaciones donde la seguridad, la eficiencia o la respuesta rápida son críticas. Es decir que una vez que el sistema ha realizado la detección de un objeto emite una alerta lo cual permite que el conductor de la unidad tome decisiones de manera inmediata con el fin de precautelar la seguridad de sus ocupantes

Detección temprana de problemas

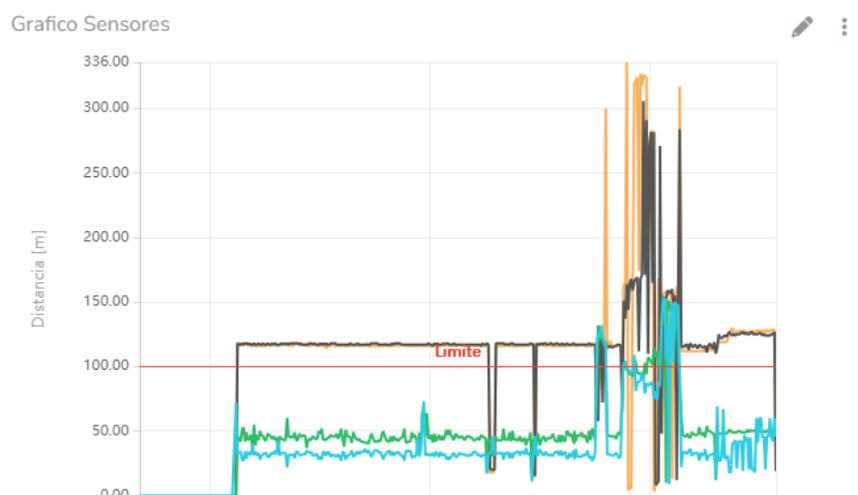
La visualización en tiempo real permite detectar problemas o anomalías tan pronto como ocurren. Esto es esencial en aplicaciones de seguridad, donde la detección temprana de intrusiones o incidentes puede marcar la diferencia.

Cuadro de datos:

La información recibida por los sensores se muestra en forma de gráficos. Estos gráficos permiten a los usuarios o el área encargada de la dirección de los vehículos de la Universidad comprender y analizar datos de manera más efectiva.

Figura 27

Cuadro de datos



Toma de decisiones basada en datos:

El objetivo de esta integración es empoderar a la Universidad o el área de coordinación para que tomen decisiones informadas. Con acceso a datos en tiempo real y visualizaciones significativas, puede evaluar situaciones, identificar patrones y tendencias y tomar decisiones estratégicas.

Monitorear y controlar:

La integración de software y hardware en sistemas de monitoreo y control representa un avance significativo en la gestión de datos y la toma de decisiones en tiempo real. Esta sinergia permite una mayor eficiencia y capacidad de respuesta en una variedad de aplicaciones y entornos.

Una de las ventajas clave de esta integración es la capacidad de los usuarios para observar datos en tiempo real. Esto significa que se puede obtener una visión instantánea de lo que está sucediendo en el sistema o entorno

monitoreado. Desde la vigilancia de la temperatura en un centro de datos hasta el seguimiento de la producción en una línea de fabricación, el acceso a datos en tiempo real proporciona una visión crítica para la toma de decisiones y la detección temprana de problemas.

Además, la integración permite tomar medidas basadas en la información recopilada. Los usuarios pueden ajustar la configuración de manera remota, cambiar parámetros, activar o desactivar dispositivos y, en algunos casos, incluso iniciar respuestas automáticas. Esto es especialmente valioso en aplicaciones de seguridad, donde las alertas pueden desencadenar respuestas inmediatas, como el cierre de puertas o la notificación a las autoridades.

Retroalimentación y Mejora Continua:

La retroalimentación sobre los datos y la experiencia del usuario es esencial. En función de los resultados y la retroalimentación, se pueden realizar ajustes al sistema para mejorarlo continuamente. Esto puede incluir optimizar sensores, mejorar la precisión de las mediciones, ampliar las opciones de visualización y agregar nuevas funciones. La integración de hardware y software en sistemas que incluyen sensores y toma de decisiones en tiempo real es un proceso que permite el uso completo de los datos generados por sensores para una gestión más eficiente basada en datos. La capacidad de visualizar y analizar eventos instantáneamente es valiosa en aplicaciones como monitoreo ambiental, gestión de flotas y automatización industrial.

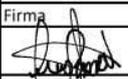
El proceso de retroalimentación y testeo fue realizado por el Ing. Bedón Sánchez José parte del departamento de desarrollo en una empresa de telecomunicaciones, lo cual a través de sus conocimientos pudo verificar su funcionamiento y a su vez realizó el ingreso de matriz de prueba sobre la página web creada.

Se presenta a continuación la opinión de un experto en desarrollo de sistemas web, estructurada en una matriz de pruebas de Arduino Cloud para el prototipo del sistema de seguridad activa dirigido al servicio de transporte escolar

e institucional de la Universidad Tecnológica Ecotec, lo cual se evidencia en la Figura 28.

Figura 28

Matriz de prueba Arduino Cloud

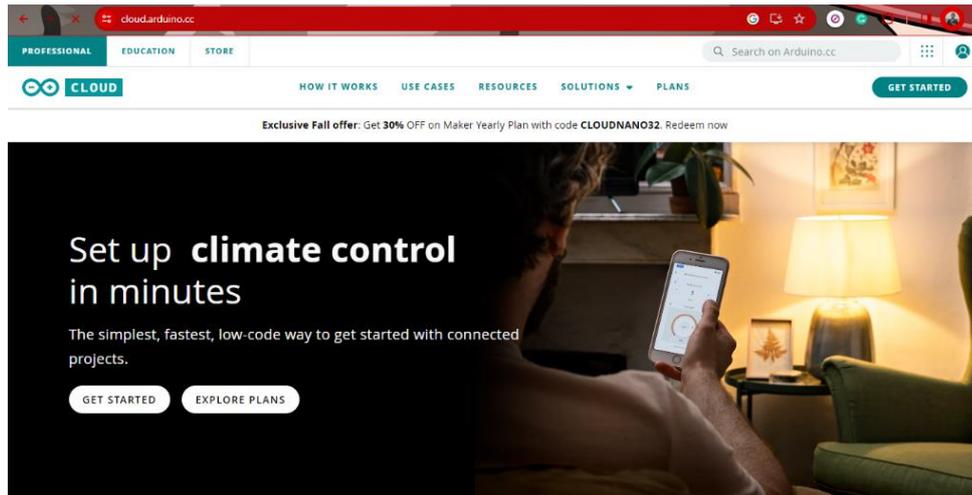
MATRIZ DE PRUEBA				
Nombre del proyecto: Prototipo de Sistema de Seguridad Activa dirigido al servicio de transporte escolar e institucional de la Universidad Ecotec				
Fecha 22/10/2023				
Numero	Proceso	Punto a Validar	Estado	Observacion
1	Usuario	Creación de Usuario	Ok	
2		Validación de Usuario	Ok	
3		Ingreso de credenciales	Ok	
4	Registro de Información	Información registrada	Ok	
5		Información almacenada	Ok	
6	Graficos	Validación de graficos generados	Ok	
7			Ok	
8			Ok	
9			Ok	
10	Cierre de Sesion	Finalización de la sesión	Ok	
Observaciones				
Firma				
 Game Villao Fernando C.I. 0931086854		 Ing. Betón Sanchez Jose C.I. 0930297015		

4.3 Registro del prototipo con Arduino Cloud

Para realizar la integración entre el prototipo y Arduino Cloud se deben realizar pasos fundamentales para una correcta integración entre ambas plataformas, las cuales serán detalladas a continuación

Figura 29

Página inicial de Arduino Cloud



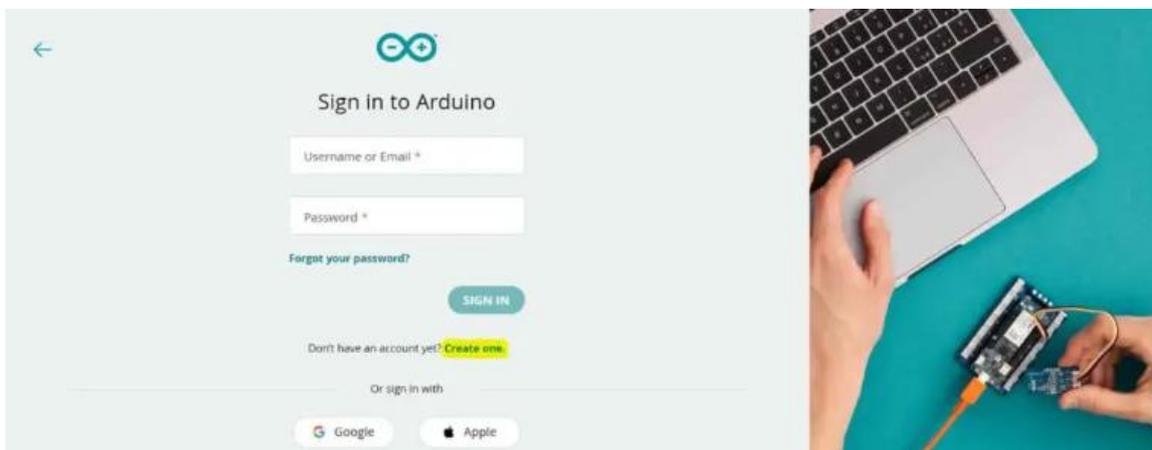
Asignación del usuario

Se ingresa en la página oficial de Arduino Cloud (<https://create.arduino.cc/iot/things>) lo cual solicitará la creación de un usuario y contraseña, en caso de poseer un correo educativo se debe realizar el registro del mismo ya que nos otorga una ventaja la cual brinda el acceso a comunidades de la plataforma.

A continuación, se realiza el proceso de validación del correo ingresado y así poder acceder a la página oficial de Arduino Cloud.

Figura 30

Creación del usuario

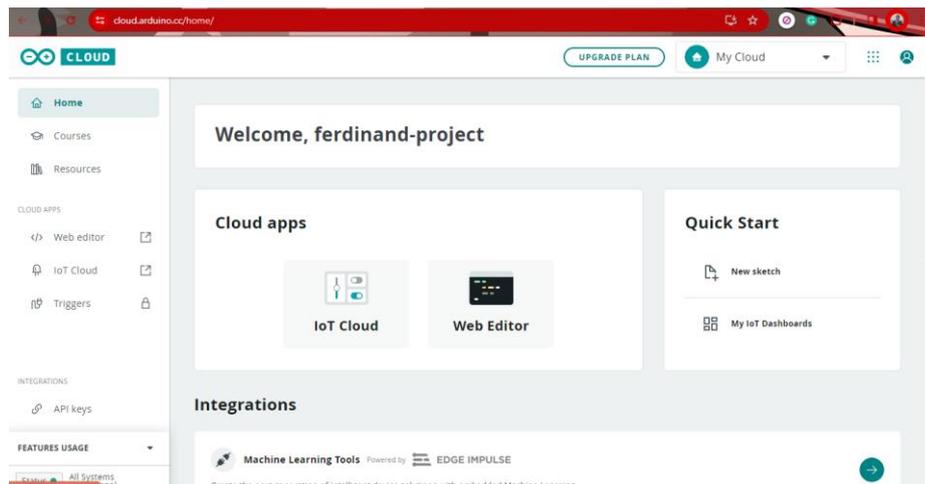


Selección del servicio

Una vez ingresado al perfil, el siguiente paso a seguir corresponde entre la elección del servicio, es decir, seleccionar una conexión al servicio de servidor que este posee o elegir el IDE en línea que poseen con la facilidad de no realizar ninguna instalación en el equipo.

Figura 31

Selección del servicio



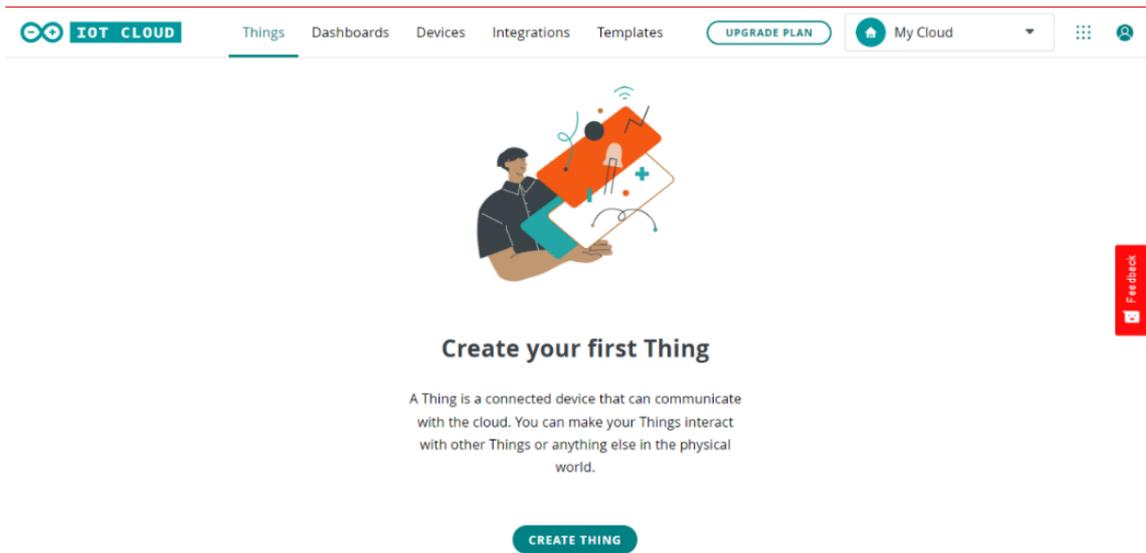
Conexión entre ESP8266 y Arduino Cloud

Una vez seleccionada la opción de IoT Cloud nos mostrará una ventana la cual tiene como finalidad crear la conexión entre la tarjeta de red y Arduino Cloud, para esto se debe realizar la búsqueda de la tarjeta de red a utilizar en este caso corresponde a la tarjeta ESP8266.

Para realizar el registro de la tarjeta de red debemos seleccionar en la opción Variables, Agregar Variable (ADD VARIABLES).

Figura 32

Registro del dispositivo

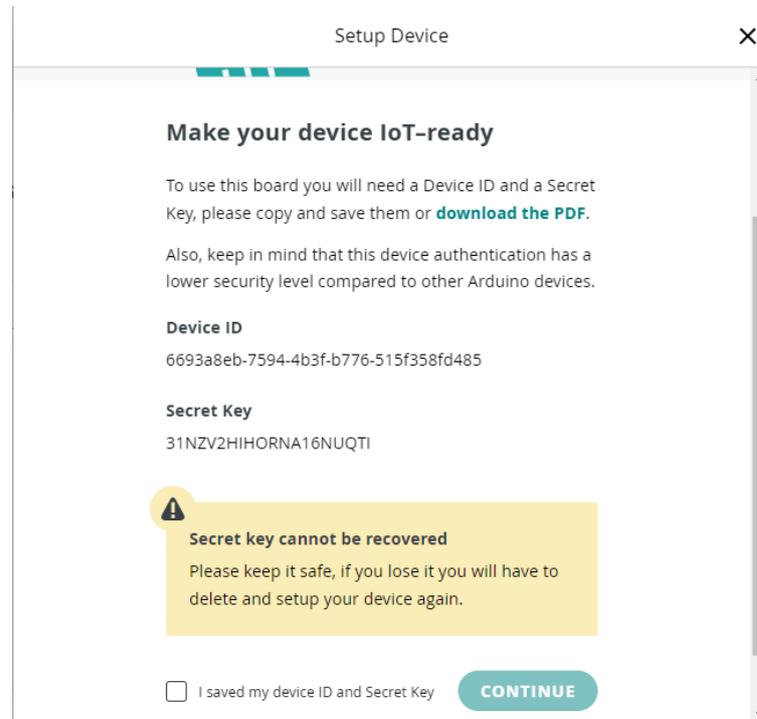


Asociar Dispositivo

Una de las ventajas de utilizar el servicio de Arduino Cloud corresponde al tema de seguridad, debido a que la información ingresada es encriptada mediante una llave secreta que es entregada por la plataforma, a su vez se debe registrar el dispositivo, en otras palabras, tanto el ID como la llave de seguridad se encuentran encriptadas con el fin de evitar que la información pueda ser visualizadas por terceros.

Figura 33

Clave de seguridad



Exporte de Sketch

Dentro de la plataforma debemos ingresar al área de sketch el cual sirve para ingresar nuestro código fuente y que este a su vez sea registrado en la plataforma de Arduino Cloud con el fin de poder integrar nuestro código fuente con la llave de seguridad y así poder encriptar los eventos registrados.

Figura 34

Carga del código fuente

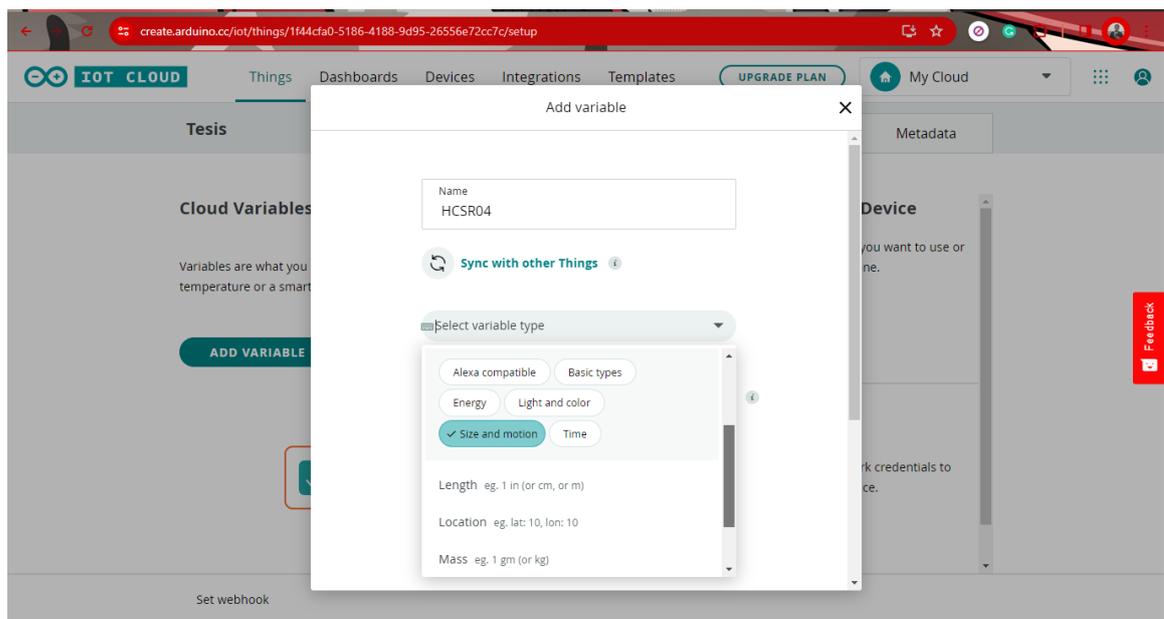
```
1 #define WIFINAME "arduino" //Your SSID
2 #define WIFIPASS "12345678" // Your Wifi Pass
3 Ubidots client(TOKEN);
4 void callback(char* topic, byte* payload, unsigned int length) {
5   Serial.print("Message arrived [");
6   Serial.print(topic);
7   Serial.print("] ");
8   for (int i = 0; i < length; i++) {
9     Serial.print((char)payload[i]);
10  }
11  Serial.println();
12 }
13
14 // Pines del HC-SR04
15
16
17 const int trigPin1 = D1; // D1
18 const int echoPin1 = D2; // D2
19
20 const int trigPin2 = D3; // D3
21 const int echoPin2 = D4; // D4
22
```

Registro de Variables

Una vez realizada la carga del sketch se procede a registrar las variables a utilizar, se debe colocar un nombre, el tipo de información o evento que será registrado y al finalizar colocar el tipo de medición que este realiza

Figura 35

Registro de variable

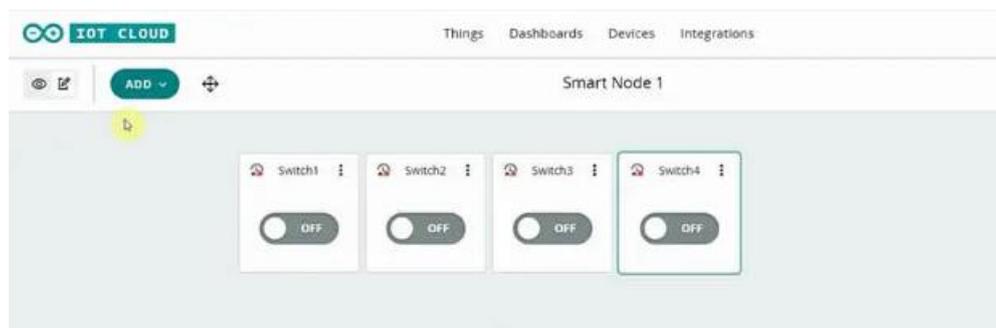


Creación del Dashboard

La creación del dashboard dentro de Arduino Cloud tiene como finalidad mostrar la información generada o almacenada por los sensores, esto a su vez entrega la posibilidad de “apagar” o “encender” sensores y así poder testear el prototipo.

Figura 36

Configuración del Dashboard



Descarga de data generada

Una vez que los eventos han sido registrados, Arduino Cloud ofrece, de manera gratuita, descargar la data generada a través del mismo perfil creado.

Dentro del apartado de “Things” se selecciona el proyecto y se desplegará una opción de descarga, la cual daremos click.

Luego por temas correspondiente a la seguridad de Arduino Cloud debemos verificar nuevamente nuestro correo, ya que ahí es donde encontraremos la información solicitada.

Figura 37

Validación del correo para la obtención de la data

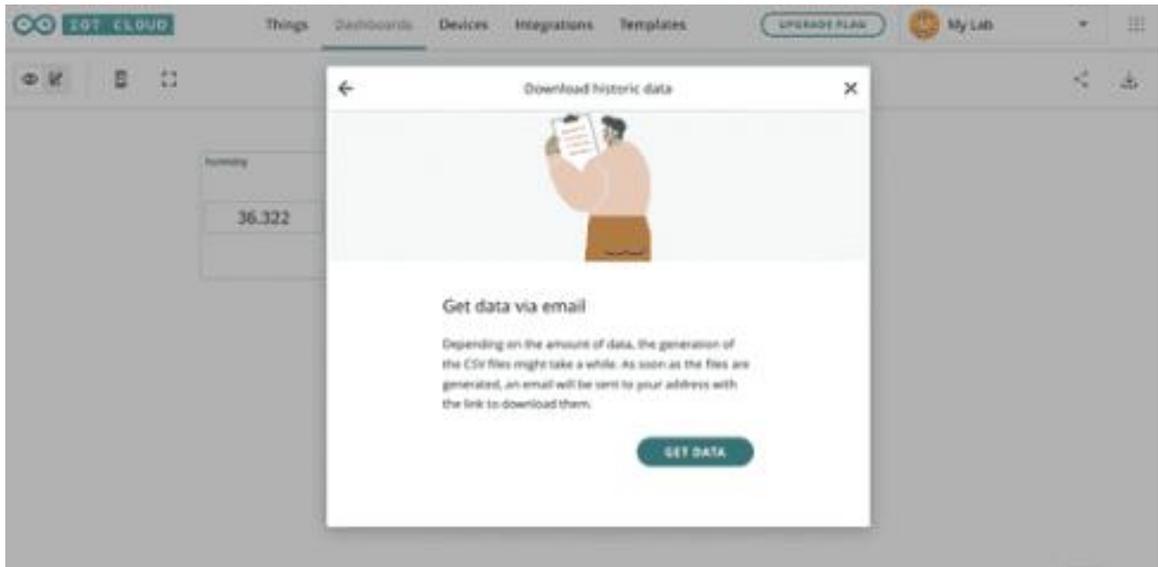


Tabla 5

Tabla de los datos generados

Información entregada	
Arduino Cloud	Evento Registrado
	Cantidad de Eventos registrados
	Fecha
	Hora
	ID del sensor
	ID ESP8266

Conclusiones

Dentro del análisis de la problemática en torno a los siniestros de tránsito y la movilidad vehicular de los expresos en la Universidad Tecnológica Ecotec, reveló un dato importante: la mayoría de estos accidentes se debe a la invasión de carriles y a los cambios bruscos de carril, dos factores predominantes en las estadísticas anuales de accidentes de tránsito en el país. Esta información brinda una comprensión más profunda de las causas subyacentes de los incidentes viales y resalta la urgencia de abordar este problema de seguridad vial.

Basándose en los datos proporcionados por la coordinación y los conductores de las unidades de transporte, de la referida universidad, surgió la necesidad de desarrollar un sistema de seguridad activa basado en sensores ultrasónicos. Esta solución, se la trabajó a través de un prototipo, cuyo objetivo sería tratar de tener un apoyo al conductor, para reducir la incidencia de siniestros de tránsito y, al mismo tiempo, garantizar la seguridad de los estudiantes que son usuarios de la institución.

Para la realización de este prototipo, se tomó como base la metodología del "Ciclo de Deming" o PDCA (Plan, Do, Check, Act), lo que indica una aproximación sistemática y cíclica al desarrollo del sistema. Esta metodología permite planificar, ejecutar, verificar y actuar en función de los resultados, lo que contribuye a la mejora continua y a la optimización del sistema.

Finalmente, dentro del proyecto, se procede a la validación del funcionamiento del prototipo a través de pruebas realizadas en entornos controlados, lo que proporciona resultados alentadores. La esperanza es que este sistema de seguridad activa vehicular brinde beneficios significativos al personal a cargo de las unidades de transporte de la Universidad Tecnológica Ecotec, al reducir los incidentes de tránsito y, en última instancia, salvaguardar la seguridad de los estudiantes y usuarios de la institución. Este enfoque en la seguridad vial es un paso positivo hacia la protección y el bienestar de la comunidad universitaria.

El prototipo de este sistema podría implementarse en los vehículos de la Universidad Tecnológica Ecotec, con la finalidad de emitir alertas visuales que los conductores puedan detectar. Estas alertas visuales, como ya se mencionó, serían una herramienta valiosa para prevenir o reducir la tasa de siniestros de tránsito, ya que proporcionarían información en tiempo real sobre situaciones de riesgo.

Recomendaciones

Las siguientes recomendaciones se presentan con el propósito de optimizar el rendimiento y la durabilidad de un prototipo que integra una tarjeta programable (Arduino) y una tarjeta de red (ESP8266). Estas sugerencias abordan aspectos críticos, como el manejo de la temperatura, la ubicación de los componentes, las opciones de alimentación y la conectividad a Internet. Siguiendo estas pautas, los desarrolladores podrán garantizar un funcionamiento efectivo y confiable de su solución, contribuyendo así al éxito de su proyecto en el entorno vehicular y más allá.

A continuación:

- La tarjeta programable (Arduino) debe estar aislada de lugares con altas temperaturas para su correcto funcionamiento.
- La tarjeta de red (ESP8266) no debe ser almacenada en un lugar cerrado.
- Respecto a la alimentación del prototipo, puede ser conectado a la entrada USB del vehículo o a una pequeña fuente de poder, ya que el dispositivo consume alrededor de 5v.
- A su vez, se recomienda que el vehículo tenga una conexión a internet para así poder alimentar la base de datos.

Referencias

- Agencia Nacional de Seguridad Vial. (2023). *Seguridad Vial*. GOV.CO.
<https://ansv.gov.co/es/atencion-ciudadania/glosario/seguridad-vial>
- Agencia Nacional de Tránsito. (2023). *Visor de siniestralidad – Estadísticas*. <https://www.ant.gob.ec/visor-de-siniestralidad-estadisticas/>
- Águila, J. (2019). *Sistema de advertencia para la seguridad activa en puntos ciegos de camiones mediante un radar de proximidad*.
<https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/31063>
- Álvarez, P. (2016). *Diseño e implementación de un sistema electrónico que alerte al conductor de la presencia de vehículos en puntos ciegos* [Tesis]. Universidad Tecnológica Equinoccial.
- Arduino. (2023). *Arduino Cloud - How it works*.
<https://cloud.arduino.cc/how-it-works>
- Arias, F. (2019). *Breve Glosario de la Investigación Cualitativa y Teoría Fundamentada*. Academia.
https://www.academia.edu/40744260/BREVE_GLOSARIO_DE_LA_INVESTIGACI%C3%93N_CUALITATIVA_Y_TEOR%C3%8DA_FUNDAMENTADA
- Benedetti, A., & Renoldi, B. (2020, 26 octubre). *Seguridad*. Palabras clave para el estudio de las fronteras.
<https://www.teseopress.com/palabrasclavefronteras/chapter/seguridad/>
- Budd, L. (2021). Identifying future vehicle safety priority areas in Australia for the light vehicle fleet. *Journal of Road Safety*, 32(3), 15-24.
<https://doi.org/10.33492/jrs-d-21-00001>

Condori, P. (2020). *Universo, población y muestra*. Acta Académica.
<https://www.aacademica.org/cporfirio/18>

Definition of system. (2023). En *Merriam-Webster Dictionary*.
<https://www.merriam-webster.com/dictionary/system>

Estadísticas de Transporte - Siniestros de Tránsito Trimestral I y II Trimestre, 2022. (2022). Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC).
https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Economicas/Estadistica%20de%20Transporte/ESTRA_2021/2022_ESTRA_SINIESTROS.pdf

Esteban, N. (2018). *Tipos de investigación*. Universidad Santo Domingo de Guzmán. <http://repositorio.usdg.edu.pe/handle/USDG/34>

Evtukov, S., Golov, E., & Sazonova, T. S. (2018). Prospects of scientific research in the field of active and passive safety of vehicles. *EDP Sciences*, 239, 04018. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201823904018>

Fantin Irudaya Raj, E., & Appadurai, M. (2022). Internet of Things-Based smart Transportation system for smart cities. En *Advanced technologies and societal change* (pp. 39-50). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-19-0770-8_4

Fernández, V. (2020). Tipos de justificación en la investigación científica. *Espíritu Emprendedor TES*, 4(3), 65-76.
<https://doi.org/10.33970/eetes.v4.n3.2020.207>

Furas, A., Ramos, J., Bhalla, K., & Garrido, N. (2019). Mejoras de los Estándares de Seguridad de los vehículos en América Latina y el Caribe a través de la adopción de Reglamentos de Naciones Unidas (ONU) y sistemas de información al consumidor. *Banco Interamericano de Desarrollo (BID)*, IDB-

TN-01785. <https://elpoderdelconsumidor.org/wp-content/uploads/2020/01/d-2001-bid-informe-mejora-sv-200115.pdf>

Gutiérrez, A. (2022). *Accidentes viales: “Una epidemia silenciosa y ambulante” que mata a 1,3 millones de personas por año*. Noticias ONU. <https://news.un.org/es/story/2022/06/1511112>

Institut National de santé publique du Quebec. (2018). Definition of the concept of safety. En *INSPQ*. <https://www.inspq.qc.ca/en/quebec-collaborating-centre-safety-promotion-and-injury-prevention/definition-concept-safety>

Java. (2023). *Arduino UNO*. www.javatpoint.com.
<https://www.javatpoint.com/arduino-uno>

Manterola, C., Quiroz, G., Salazar, P., & García, N. (2019). Metodología de los tipos y diseños de estudio más frecuentemente utilizados en investigación clínica. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 30(1), 36-49.
<https://doi.org/10.1016/j.rmcl.2018.11.005>

Moreno, M. (2021, 9 junio). *Seguridad vial: una necesidad humana*. Universidad Militar Nueva Granada. <http://hdl.handle.net/10654/39570>

Mutinda Mutava, G., & Kamweru, K. (2020). Arduino Uno, Ultrasonic Sensor HC-SR04 Motion Detector with Display of Distance in the LCD. *International journal of engineering research and technology*, V9(05).
<https://doi.org/10.17577/ijertv9is050677>

National Institute of Health. (2023). *Sensores*. National Institute of Biomedical Imaging and Bioengineering.
<https://www.nibib.nih.gov/espanol/temas-cientificos/sensores>

Organización Panamericana de la Salud. (2023). *Seguridad vial*. OPS / OMS. <https://www.paho.org/es/temas/seguridad-vial>

Paucar, C., Pozo, E., & Aquino, S. (2022). Análisis de lesiones en el conductor para impactos frontales por simulación computacional. *Polo del Conocimiento*, 7(70), 1668. <https://doi.org/10.23857/pc.v7i1>

Pavithra, B., Sushma, S., & Siva Subba, R. (2018). An adaptive speed control and obstacle detection in MAV using HCSR04 ultrasonic sensor. *International journal of engineering research and technology*, 6(13). <https://doi.org/10.17577/IJERTCONV6IS13143>

Peña, C. (2020). *Arduino IDE: Domina la programación y controla la placa*. RedUsers.

Peretti, L. (2019). *Mapeador de obstáculos tridimensionais por sensor ultrassônico [Mapeador de obstáculos tridimensional mediante sensor ultrasónico]* [Tesis]. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Race. (2023). Sistemas de seguridad pasiva y activa en el coche: ¿en qué se diferencian? *RACE*. <https://www.race.es/sistemas-seguridad-pasiva-y-activa>

Ramos, C. (2020). Alcances de una investigación. *CienciAmérica*, 9(3), 1-6. <https://doi.org/10.33210/ca.v9i3.336>

Real Academia Española. (2023). Seguridad vial. En *Diccionario panhispánico del español jurídico - Real Academia Española*. <https://dpej.rae.es/lema/seguridad-vial>

Rendón, M., Villasís, M., & Miranda, M. (2016). Estadística descriptiva. *Revista alergia México*, 63(4), 397-407. <https://doi.org/10.29262/ram.v63i4.230>

Reyes, E. (2019). Tipos de Sensores. *Con-Ciencia Serrana Boletín Científico De La Escuela Preparatoria Ixtlahuaco*, 1(2), 2683-1899. <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/ixtlahuaco/article/view/4405>

Tajuddin, A. (2021). Definition of Safety & other terminologies. *Safety Notes*. <https://www.safetynotes.net/definition-of-safety-2/>

Tamayo, C., & Silva, I. (s. f.). *Técnicas e instrumentos de recolección de datos* [Diapositivas]. <https://www.postgradoune.edu.pe/pdf/documentos-academicos/ciencias-de-la-educacion/23.pdf>

Toalombo, M. (2022). Active and Passive Security in Vehicles Seguridad Activa y Pasiva de Vehículos. *ESPOCH congresses*, 747-768. <https://doi.org/10.18502/epoch.v2i2.11426>

Universidad Santo Tomás. (s. f.). *Tipos de diseño de la investigación*. https://soda.ustadistancia.edu.co/enlinea/maritzaduke_metodologia%20de%20la%20investigacion/tipos_de_diseo_de_la_investigacin.html

Volvo. (2020). *Sistemas ADAS la evolución de una historia ligada a la seguridad* [Diapositivas]. Volvo Cars. <https://www.dgt.es/export/sites/web-DGT/galleries/downloads/WEBINAR-VEHICULOS-Y-TECNOLOGIA-EN-LA-NUEVA-MOVILIDAD-VOLVO.-Patricia-Navas.pdf>

Yeong, D. J., Velasco, G., Barry, J., & Walsh, J. (2021). Sensor and sensor fusion Technology in Autonomous Vehicles: a review. *Sensors*, 21(6), 2140. <https://doi.org/10.3390/s21062140>

Yudhana, A., Rahmayanti, J., Akbar, S. A., Mukhopadhyay, S. C., & Karas, I. R. (2019). Modification of Manual Raindrops Type Observatory Ombrometer with Ultrasonic Sensor HC-SR04. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 10(12). <https://doi.org/10.14569/ijacsa.2019.0101238>

Anexos

Anexo 1. Unidades pertenecientes a la Universidad Tecnológica Ecotec



Anexo 2. Tablero principal del vehículo



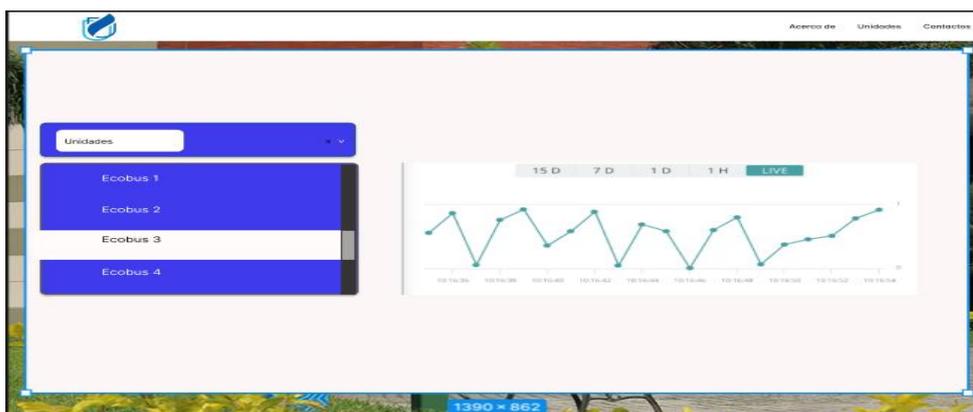
Anexo 3. Visualización amplia del tablero del vehículo



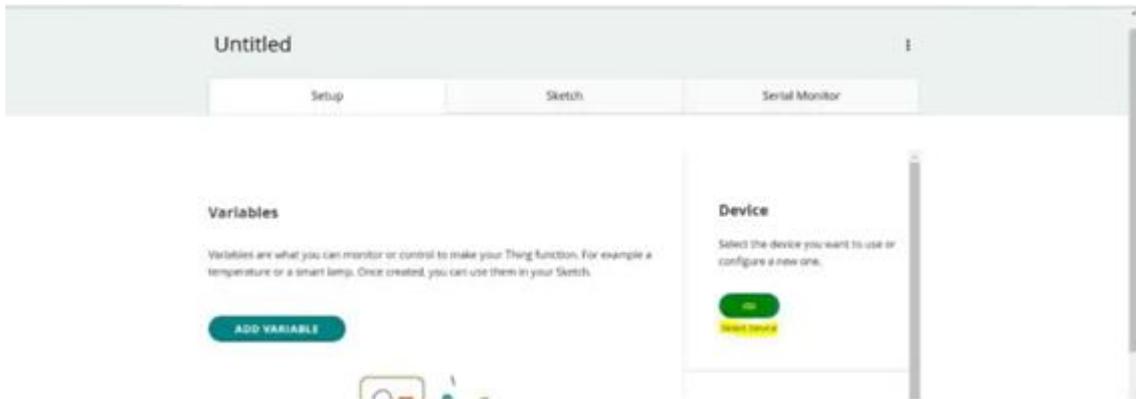
Anexo 4. Pantalla principal de la página web



Anexo 5. Pantalla de verificación de información



Anexo 6. Sincronización de ESP8266 con Arduino Cloud



Anexo 7. Pantalla de descarga de Arduino Cloud

