



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA Y TECNOLOGÍAS

CARRERA TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN

TEMA:

**DESARROLLO DE UN PROTOTIPO DE GUANTE INTELIGENTE ULTRASÓNICO
DETECTOR DE OBJETOS CON SENSORES PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD
VISUAL.**

**TRABAJO DE TITULACIÓN MODALIDAD PROYECTO INTEGRADOR
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN TECNOLOGÍAS
DE LA INFORMACIÓN**

AUTORES:

Parrales Cruzatti William Steven

Pin Piloza Jean Pierre

DIRECTOR:

Ing. Herrera Tapia Jorge Sergio, PhD

MANTA – MANABÍ – ECUADOR

2025

	NOMBRE DEL DOCUMENTO:	CÓDIGO: PAT-04-F-004
	CERTIFICADO DE TUTOR(A).	
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO BAJO LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	REVISIÓN: 1 Página 1 de 1

CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor(a) de la Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnología de la Carrera de Tecnologías de la Información de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular bajo la autoría de los estudiantes Parrales Cruzatti William Steven y Pin Pilozo Jean Pierre, legalmente matriculado/a en la carrera de Tecnologías de la Información, período académico 2024-2025, cumpliendo el total de 384 horas, cuyo tema del proyecto es **"DESARROLLO DE UN PROTOTIPO DE GUANTE INTELIGENTE ULTRASÓNICO DETECTOR DE OBJETOS CON SENSORES PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD VISUAL"**.

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, y la originalidad del mismo, requisitos suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

Manta, 20 de enero de 2025.

Lo certifico,



Ing. Jorge Herrera Tapia, PhD
Docente Tutor(a)

TRABAJO DE TITULACIÓN MODALIDAD PROYECTO INTEGRADOR,

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

INGENIERO EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN

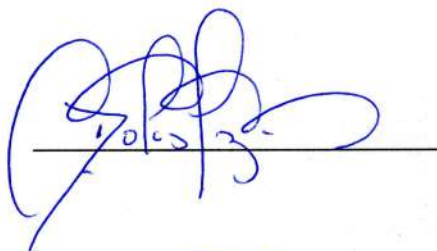
TÍTULO PROYECTO INTEGRADOR

**“DESARROLLO DE UN PROTOTIPO DE GUANTE INTELIGENTE ULTRASÓNICO
DETECTOR DE OBJETOS CON SENSORES PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD
VISUAL”.**

Tribunal examinador que declara APROBADO

el Grado de INGENIERO EN TECNOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN.

Lic. Dolores Muñoz Verduga, PhD



Ing. Jorge Pincay Ponce, PhD



Ing. Jonny Pérez Veliz, Mg

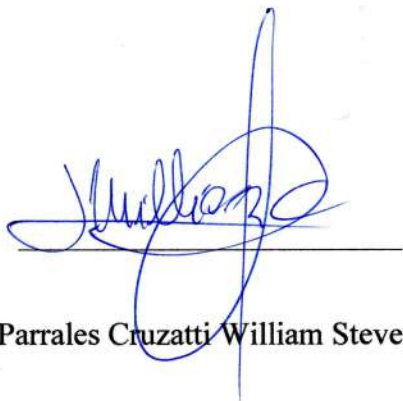


Manta 11 de febrero del 2024.

DECLARACIÓN EXPRESA DE AUTORÍA

Nosotros, Parrales Cruzatti William Steven con documento de identificación 1315552446 y Pin Piloze Jean Pierre con documento de identificación 1314717198, estudiantes de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnologías en la Carrera Tecnologías de la Información; libre y voluntariamente declaramos que el trabajo de titulación **“DESARROLLO DE UN PROTOTIPO DE GUANTE INTELIGENTE ULTRASÓNICO DETECTOR DE OBJETOS CON SENSORES PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD VISUAL”** es de exclusiva responsabilidad de los autores, excepto aquellas partes que se encuentran debidamente citadas.

Lo certifica,



Parrales Cruzatti William Steven

C.I: 1315552446



Pin Piloze Jean Pierre

C.I: 1314717198

AGRADECIMIENTO

Mi principal agradecimiento es para Dios, por la fortaleza en mi vida diaria y a mis padres que me han apoyado constantemente durante todo este recorrido, gracias a sus valores y enseñanzas me han ayudado para seguir superándome en cada momento de dificultad, agradezco a toda mi familia por su paciencia y apoyo y por confiar en mí.

A mi tutor de tesis, el Ing. Jorge Herrera Tapia, por la guía que nos brindó durante este proceso y que gracias a sus conocimientos y apoyo han sido fundamentales para que este proyecto sea posible.

A mis amigos y compañeros, con los que compartí muchos momentos y experiencias que recordaré y tendré en mi memoria, agradezco su disposición para ayudarme y enseñarme, además, de los buenos y malos momentos que se pudieron superar haciendo de esta etapa un tiempo inolvidable.

Finalmente, agradecer a mis profesores que tuve durante esta formación, por su compromiso y enseñanzas brindadas, que hicieron desarrollarme y dejar una huella imborrable en mi formación académica y personal, gracias por compartir sus conocimientos y motivarme a crecer.

Con cariño y gratitud.

Jean Pierre Pin Piloza

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por haberme dado la fortaleza, la salud y la guía necesaria para llegar hasta este momento tan importante en mi vida.

A mi familia, quienes han sido el pilar fundamental en este camino. A mi madre, por su amor incondicional, su ejemplo de esfuerzo y dedicación, y por creer siempre en mí. A mi querida abuela, cuya sabiduría y cariño han sido una fuente constante de inspiración. A mi hermana, por su apoyo y complicidad, siempre dispuesta a alentarme en cada paso que he dado.

A mi tutor de tesis, Jorge Herrera Tapia, quien con su guía, conocimientos y apoyo constante me ayudó a materializar esta investigación. Su dedicación y compromiso no solo enriquecieron este trabajo, sino que también dejaron una marca imborrable en mi formación profesional.

A mi novia, por su paciencia, comprensión y motivación inagotable, por acompañarme con amor y confianza durante las etapas más desafiantes de este proceso.

A todos ustedes, gracias por ser mi mayor fortaleza, mi refugio y mi impulso para seguir adelante. Este logro es tanto mío como suyo.

Con amor y gratitud infinita

William Steven Parrales Cruzatti

DEDICATORIA

Dedicado a Dios y a mis Padres, por todo el esfuerzo y apoyo que hicieron para que cumpla una meta más en mi vida, cada logro que he alcanzado es gracias a su apoyo incondicional incluso en momento difíciles, a toda mi familia por sus buenos consejos y la confianza dándome motivación suficiente para seguir adelante, y gracias a su apoyo incondicional han sido parte para cumplir este logro.

A mi tutor y profesores por haber contribuido es mi crecimiento profesional, gracias por todos sus enseñanzas y consejos impartidos.

A mis amigos y compañeros por el apoyo mutuo en los momentos difíciles, y por todos los momentos de estudios y dedicación, gracias por haberme acompañado durante todo este camino académico.

Dedicado a todos quienes me apoyaron y fueron parte de este logro académico, agradezco sus buenas intenciones y consejos que fueron de mucha ayuda para poder cumplir una meta más en mi vida.

Con cariño y gratitud

Jean Pierre Pin Piloza

DEDICATORIA

A mi madre, quien ha sido mi luz en los momentos de oscuridad y mi mayor inspiración en cada paso de este camino.

Gracias por cada palabra de aliento, por cada abrazo lleno de fuerza y por creer en mí incluso en los momentos en los que yo dudé de mis propias capacidades. Tus sacrificios, realizados con amor incondicional, me han enseñado el verdadero significado de la entrega y la dedicación. Siempre encontré en ti el refugio que necesitaba para superar los desafíos, así como el ejemplo de valentía que me impulsó a seguir adelante.

Cada logro que he alcanzado es reflejo de tu apoyo constante y de los valores que me has inculcado la perseverancia, la honestidad y la fe en el esfuerzo como camino hacia el éxito. Este proyecto, y cada etapa que me ha traído hasta aquí, llevan tu sello, porque tu amor y esfuerzo han sido los cimientos de mi formación.

Por todas tus enseñanzas, tus sacrificios y, sobre todo, por tu amor infinito, dedico este logro a ti, mamá, con la más profunda gratitud y amor. Eres, y siempre serás, mi mayor inspiración y mi más grande motivo para soñar y cumplir mis metas.

Con amor y gratitud infinita

William Steven Parrales Cruzatti

Índice de contenidos

1.1	Introducción	4
1.2.	Presentación del tema	5
1.3.	Ubicación y contextualización de la problemática	5
1.4.	Planteamiento del problema	7
1.7.	Objetivos	9
1.7.1.	Objetivo general:	9
1.7.2.	Objetivos específicos:	9
1.8.	Justificación	10
1.9.	Alcance	11
2.1.	Introducción	13
2.3.1.	Discapacidad	16
2.3.2.3.	Impacto de la discapacidad visual	20
2.3.3.	Discapacidad visual en el Ecuador	20
2.3.3.1.	Discapacidad visual por edad	21
2.3.3.2.	Discapacidad visual en Manabí	22
2.3.3.3.	Discapacidad visual en Manabí por género	22
2.3.4.	Modos de movilización para personas con discapacidad visual.	23
2.4.	Sensores	33
2.4.1.	Características de un sensor	33

2.4.2.	Tipos de Sensores.....	34
2.4.2.1.	Sensores de posición	34
2.4.2.2.	Sensores de movimiento	35
2.4.2.3.	Sensores de temperatura.....	37
2.4.2.4.	Sensores biométricos.....	39
2.4.3.	Sensor ultrasónico	41
2.4.3.1.	Funcionamiento del sensor ultrasónico	42
2.4.3.2.	Características y especificaciones del sensor ultrasónico	42
2.4.3.3.	Tipos de sensores ultrasónicos	43
2.5.	Microcontrolador	45
2.5.1.	Tipos de microcontroladores.....	46
2.5.1.1.	LoRa32.....	46
2.5.1.2.	Arduino	48
2.5.1.3.	Microcontrolador STM32	49
2.5.1.4.	ESP32 y ESP8266.....	50
2.6.	Modelo en cascada.....	51
2.7.	Conclusiones del marco teórico	52
3.1.	Introducción	54
3.2.	Tipo de investigación	54
3.3.	Métodos de investigación.....	55
3.4.	Fuente de información.....	56

3.4.1. Fuentes primarias	56
3.4.2. Fuentes secundarias	56
3.5. Mecanismos de la recolección de datos	57
3.5.1. Población	57
3.5.2. Segmentación	57
3.5.3. Técnica de muestreo	57
3.6. Análisis de las herramientas de recolección de datos	58
3.7. Análisis y presentación de resultados	60
3.8. Informe de los resultados	69
3.9. Conclusiones sobre los resultados de la encuesta	71
4.1. Introducción	73
4.2. Descripción de la propuesta	73
4.3. Determinación de recursos	74
4.3.1. Recursos humanos	74
4.3.2. Recursos tecnológicos	75
4.3.3. Recursos económicos	76
4.4. Etapas de la metodología de desarrollo	77
4.4.1. Recolección y análisis de requisitos	77
4.4.1.1. Requisitos funcionales	77
4.4.1.2. Requisitos no funcionales	79
4.4.2. Diseño del esquema del prototipo	80

4.4.3. Codificación	83
4.4.4. Diseño del prototipo	92
4.4.5. Pruebas	93
5.1. Introducción	100
5.2. Presentación y monitoreo de los resultados	100
5.2.1. Reconocimiento de obstáculos	100
5.2.1.1 Sensor ultrasónico HC	100
5.2.1.2. Método de notificación.....	101
5.2.2. Resultados de geolocalización	101
5.2.2.1. Modulo GPS.....	101
5.2.3. Resultados ritmo cardiaco	102
5.2.3.1. Sensor cardiaca oxímetro max30100	102
5.2.4. Resultado protocolo de comunicación	103
5.2.4.1. LoRa32	103
6.1. Conclusiones y recomendaciones.....	105
6.1.1. Conclusiones	105
6.1.2. Recomendaciones.....	106
7. Referencias bibliográficas	107
8. Anexos.....	115

Índice de tablas

Tabla 1. Preguntas de la encuesta.....	58
Tabla 2. Resultados de la pregunta 1.....	61
Tabla 3. Resultados de la pregunta 2.....	62
Tabla 4. Resultados de la pregunta 3.....	63
Tabla 5. Resultados de la pregunta 4.....	64
Tabla 6. Resultados de la pregunta 5.....	66
Tabla 7. Resultados de la pregunta 6.....	67
Tabla 8. Resultado de la pregunta 7.	68
Tabla 9. Informe final de los resultados obtenidos.	69
Tabla 10. Personal especializado participante en la creación del prototipo.	74
Tabla 11. Dispositivos usados para el prototipo.....	75
Tabla 12. Recursos económicos del proyecto.	76
Tabla 13. Requisitos funcionales del proyecto.....	78
Tabla 14. Requisitos no funcionales.....	79
Tabla 15. Prueba del reconocimiento de obstáculos.	94
Tabla 16. Prueba de notificación por voz y vibración.....	95
Tabla 17. Prueba del GPS y sensor ritmo cardiaco.	96
Tabla 18. Prueba de usabilidad.....	98
Tabla 19. Resultados del sensor ultrasónico.	100
Tabla 20. Evaluación del método de notificación.	101
Tabla 21. Resultados de geolocalización.	102
Tabla 22. Resultados ritmo cardiaco.	102
Tabla 23. Resultados del protocolo de comunicación.	103

Índice de figuras

Figura 1. Ubicación de la ciudad de Manta.....	6
Figura 2. Diagrama causa-efecto de la problemática.	8
Figura 3. Discapacidades en el Ecuador.	21
Figura 4. Discapacidad visual por edades.	21
Figura 5. Grados de discapacidad visual en la provincia de Manabí.	22
Figura 6. Discapacidad visual por género.	22
Figura 7. Guía para personas con pérdida de visión.	24
Figura 8. Técnica de rastreo para personas no videntes.....	25
Figura 9. Movilización por un bastón.	26
Figura 10. Perro guía para personas con discapacidad visual.....	27
Figura 11. Lentes ultrasónicos	29
Figura 12. Herramienta de un guante ultrasónico.	31
Figura 13. Batón ultrasónico inteligente.	32
Figura 14. Sensor potenciómetro.	34
Figura 15. Sensor encoders.	35
Figura 16. Sensor hall.	35
Figura 17. Sensor de movimiento: acelerómetro.	36
Figura 18. Sensor de movimiento: giroscopio.	36
Figura 19. Sensor de vibración.....	37
Figura 20. Sensor de temperatura: termopares.....	38
Figura 21. Sensor de temperatura: termistores.....	38
Figura 22. Sensor biométrico: huellas dactilares.	39
Figura 23. Sensor biométrico: ritmo cardíaco.....	40
Figura 24. Sensor biométrico: reconocimiento facial.	40

Figura 25. Sensor ultrasónico.....	41
Figura 26. Funcionamiento de un sensor ultrasónico.....	42
Figura 27. Sensor ultrasónico: cilíndrico.	43
Figura 28. Sensor ultrasónico: resistente a químicos.	44
Figura 29. Sensor ultrasónico: doble hoja.....	44
Figura 30. Sensor ultrasónico: higiene.....	45
Figura 31. Sensor LoRa32.....	47
Figura 32. Tecnologías inalámbricas IoT.....	47
Figura 33. Placa arduino.	48
Figura 34. Microcontrolador ESTM32.	49
Figura 35. Microcontrolador ESP32 y ESP8266	50
Figura 36. Fases del modelo en cascada.	51
Figura 37. Gráfico porcentual de la pregunta 1.....	61
Figura 38. Gráfico porcentual de la pregunta 2.....	62
Figura 39. Gráfico porcentual de la pregunta 3.....	64
Figura 40. Gráfico porcentual de la pregunta 4.....	65
Figura 41. Gráfico porcentual de la pregunta 5.....	66
Figura 42. Gráfico porcentual de la pregunta 6.....	67
Figura 43. Resultado de la pregunta 7.....	68
Figura 44. Esquema del prototipo.	80
Figura 45. Esquema de conexiones.	83
Figura 46. Definición de librerías.	84
Figura 47. Conexiones de red y base de datos.....	85
Figura 48. Inicializar instancias y definición de variables.	86
Figura 49. Iniciación de red y firebase.....	87

Figura 50.	Lectura de datos del módulo GPS y distancia	88
Figura 51.	Medición de distancia y configuración reproductor mp3.	89
Figura 52.	Configuración de pantalla y comunicaciones seriales.	90
Figura 53.	Lectura de datos y sensores.	91
Figura 54.	Lectura del sonido.....	91
Figura 55.	Actualización del sensor.	92
Figura 56.	Diseño final del prototipo.	92
Figura 57.	Utilización correcta del prototipo.	93
Figura 58.	Prueba de detección de obstáculos.	94
Figura 59.	Prueba de comando de voz pregrabado.	96
Figura 60.	Prueba de GPS.....	97
Figura 61.	Prueba de usabilidad.....	98

RESUMEN

El presente estudio consiste en el desarrollo de un guante inteligente ultrasónico destinado a mejorar la autonomía y seguridad de las personas con discapacidad visual. Equipado con sensores ultrasónicos, este dispositivo puede detectar obstáculos hasta a un metro de distancia, alertando al usuario mediante vibraciones y sonidos para facilitar una navegación segura.

Una innovación clave del guante es el reconocimiento de voz, que permite a los usuarios recibir información detallada sobre los objetos detectados y controlar el guante mediante comandos de voz, simplificando la interacción y mejorando la accesibilidad. Esto asegura una adaptación rápida y un uso eficaz en situaciones diarias.

El guante también incluye un sensor de ritmo cardíaco para monitorear la salud del usuario en tiempo real, vital para detectar situaciones de estrés o emergencias médicas y proporcionar alertas inmediatas que pueden prevenir complicaciones de salud. Así, el guante no solo mejora la movilidad, sino que también añade una capa adicional de seguridad personal.

El guante cuenta con un módulo GPS que ofrece asistencia de navegación en tiempo real, especialmente útil en entornos desconocidos. Esta funcionalidad proporciona direcciones detalladas y una orientación precisa, aumentando la independencia y facilitando desplazamientos más seguros. El GPS mejora significativamente la autonomía de las personas con discapacidad visual, permitiéndoles participar más activamente en la vida cotidiana.

Palabras claves: Discapacidad, guante, microcontrolador, sensores, tecnología, prototipo

ABSTRACT

The present study focuses on the development of an ultrasonic smart glove aimed at improving the autonomy and safety of visually impaired individuals. Equipped with ultrasonic sensors, this device can detect obstacles up to one meter away, alerting the user through vibrations and sounds to facilitate safe navigation.

A key innovation of the glove is voice recognition, which allows users to receive detailed information about detected objects and control the glove using voice commands, simplifying interaction and improving accessibility. This ensures quick adaptation and effective use in daily situations.

The glove also includes a heart rate sensor to monitor the user's health in real-time, vital for detecting stress situations or medical emergencies and providing immediate alerts that can prevent health complications. Thus, the glove not only improves mobility but also adds an extra layer of personal safety.

The glove features a GPS module that offers real-time navigation assistance, especially useful in unfamiliar environments. This functionality provides detailed directions and precise orientation, increasing independence and facilitating safer movements. GPS significantly enhances the autonomy of visually impaired individuals, allowing them to participate more actively in daily life.

Keywords: Disability, glove, microcontroller, sensors, technology, prototype

CAPÍTULO I

MARCO INTRODUCTORIO

1.1 Introducción

La discapacidad visual es una condición que afecta a una gran cantidad de personas en todo el mundo, y que puede tener un impacto significativo en la vida cotidiana. Es importante que se promueva la inclusión y el acceso a la tecnología de asistencia adecuada para mejorar la calidad de vida de las personas con discapacidad visual.

La discapacidad visual es una limitación que afecta a un gran número de personas en todo el mundo. Se refiere a la pérdida total o parcial de la capacidad visual, que puede ser congénita o adquirida a lo largo de la vida. La discapacidad visual puede ser una condición permanente o temporal, y puede variar en gravedad y alcance. En Ecuador en el año 2024, los datos del Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacidades existen un porcentaje de 11,62% de personas con discapacidad visual, siendo un número exacto de 56.644 habitantes que sufren con dicha deficiencia visual.

En la ciudad de Manta según los resultados de Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacidades, existen 1.103 personas con discapacidad visual, con la tecnología se puede ayudar a reducir muchas de las barreras con la cual, las persona con este tipo de discapacidad no videntes enfrenta en sus vidas. Ellos su mayor inconveniente es la movilidad al momento de viajar o salir de sus hogares ya que estas personas en su hogar saben la posición de los objetos, al no conocer el exterior pueden encontrarse con varios obstáculos al cual ellos no están acostumbrados.

Observando la realidad que enfrentan las personas no videntes se propone a diseñar un prototipo de guante ultrasónico para dicho problema de discapacidad visual, contiene sensores de distancia ultrasónicos que manifiesta ondas imperceptible al oído humano que al chocar con algún obstáculo permite detectar el eco reflejado y saber su proximidad, una vez conocida la distancia entre el obstáculo y la persona, un microcontrolador se encarga de evaluar si es necesario emitir alarma para prevenir a la persona sobre la proximidad de algún objeto

indicando a través de un mensaje de voz a que distancia se encuentra el objeto a lo largo de su camino.

1.2. Presentación del tema

La discapacidad visual presenta importantes desafíos en la movilidad y autonomía de quienes la experimentan. Ante esta realidad, surge la necesidad de crear herramientas tecnológicas que ofrezcan soluciones prácticas y efectivas. Este proyecto propone el desarrollo de un guante inteligente equipado con sensores ultrasónicos, diseñado para detectar objetos en el entorno y brindar retroalimentación háptica mediante vibraciones, facilitando el desplazamiento seguro de sus usuarios.

El prototipo integra tecnologías accesibles como sensores ultrasónicos y motores de vibración en un diseño ergonómico y portátil. El sistema detecta la proximidad de obstáculos y traduce esta información en vibraciones que alertan al usuario, permitiéndole navegar con mayor confianza en espacios interiores y exteriores. Este enfoque busca complementar las herramientas tradicionales como el bastón blanco, proporcionando una solución innovadora y discreta.

Se espera ayudar positivamente la vida de las personas con discapacidad visual, mejorando su percepción espacial y reduciendo riesgos asociados al desplazamiento. Al mismo tiempo, el proyecto refuerza la importancia de desarrollar tecnologías inclusivas que promuevan la igualdad de oportunidades y la autonomía en todos los aspectos de la vida diaria.

1.3. Ubicación y contextualización de la problemática

Este proyecto se centra en la ciudad de Manta, está ubicada en la región costera de Ecuador, en la provincia de Manabí. Se encuentra en la costa del Océano Pacífico y es uno de los principales puertos marítimos del país. Su posición geográfica la convierte en un importante centro comercial, turístico y pesquero. Además, está aproximadamente a 260 kilómetros al oeste de Quito, la capital de Ecuador.

A pesar de su destacada actividad económica y cultural, la ciudad enfrenta importantes desafíos, como la inclusión y el apoyo a las personas con discapacidad visual. Este proyecto, "Desarrollo de un Prototipo de Guante Inteligente Ultrasónico Detector de Objetos con Sensores para Personas con Discapacidad Visual", busca ofrecer una solución tecnológica innovadora que contribuya a mejorar la calidad de vida de este grupo, promoviendo su autonomía y seguridad en su entorno diario.

Figura 1.

Ubicación de la ciudad de Manta.



Nota. Esta figura muestra las coordenadas geográficas de la ciudad de Manta, en Ecuador, son aproximadamente Latitud: 0°57'00" S Longitud: 80°42'00" O, información obtenida de los servicios de Google Mapa, 2024.

1.4. Planteamiento del problema

1.4.1. Definición del problema

En el presente plan investigativo se busca examinar y comprender la realidad que viven las personas con discapacidad visual y los problemas que enfrentan en su diario vivir. El Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacidades (CONADIS), según sus datos estadísticos existen un total de 487.546 personas que enfrentan discapacidades de diversos tipos actualmente en el Ecuador, siendo un total de 210.941 personas del género femenino y 276.605 del género masculino (CONADIS, 2024).

En la ciudad de Manta según el (CONADIS, 2024), hay 1.103 personas que presentan discapacidad visual, el problema y dificultad de identificar o percibir obstáculos para las personas no videntes se torna una dificultad al momento del desplazamiento de un lugar a otro, la única herramienta de que los ayuda a su movilización son tradicionales bastones que los permiten detectar bajo la superficie en que caminan los objetos u obstáculos presentes, algo que no brinda su adecuada seguridad al momento de trasladarse de lugares diferentes.

En el Ecuador se estima que las cifras de personas que con discapacidad visual aumentan cada año de manera significativa, uno de los principales factores a lo que conlleva esta discapacidad es la falta de conocimiento de aquella o el no poder tener un tratamiento adecuado por parte económica de las personas que presentan dicha discapacidad, las discriminaciones que sufren estas personas no videntes es un factor crítico en la vida diaria de ellos, el no poder realizar sus tareas como personas normales videntes, por eso es muy importante realizar investigaciones que vincule a las personas no videntes para así conocer más de las dificultades que enfrentan en su día a día estas personas.

Para brindar solución a la problemática vigente con respecto a las personas con discapacidad visual se considera elaborar un prototipo de guante inteligente ultrasónico detector de objetos con sensores permitiendo a las personas no videntes poder detectar objetos

a distancias ya sea de 1m que se encuentre cualquier obstáculo, también incorporar la funcionalidad de medir el ritmo cardiaco para mantener en observación la frecuencia del cardio y que utilice geolocalización en caso de que tenga alguna dificultad poder enviar a algún familiar su ubicación exacta cuando lo amerite incorporando tecnología lora como modelo de comunicación del prototipo.

1.5. Formulación del problema

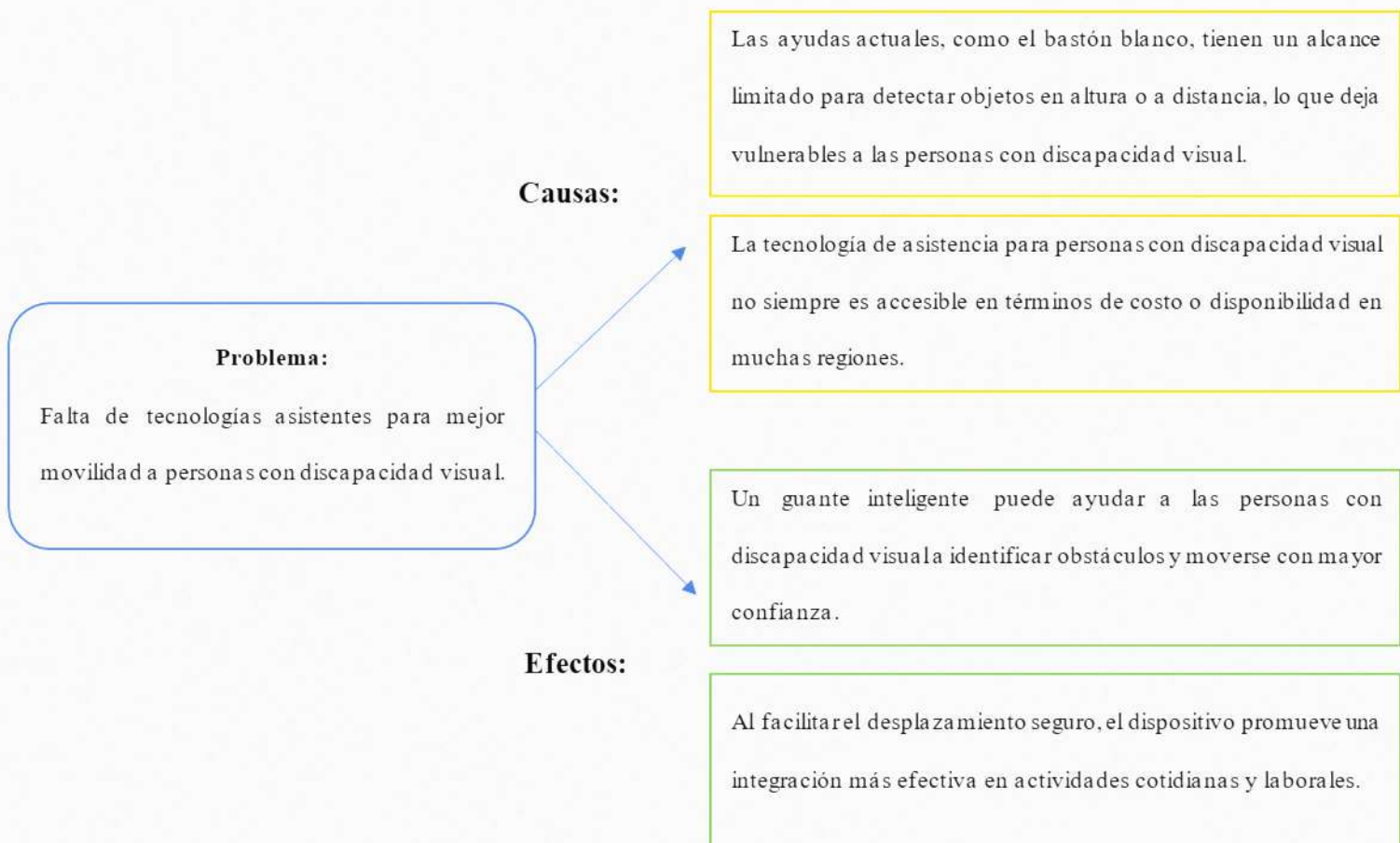
¿Qué componentes tecnológicos se deben estudiar para el desarrollo del prototipo del guante inteligente con sus características adicionales para las personas con discapacidad visual?

1.6. Diagrama causa – efecto del problema

La siguiente figura presenta el diagrama de Causa-Efecto que ilustra la problemática abordada en este trabajo.

Figura 2.

Diagrama causa-efecto de la problemática.



Nota. Este diagrama se desarrolló en base a la investigación con respecto a las personas con discapacidad y su necesidad a un prototipo que les ayude a una asistencia de movilidad cómoda y segura en su diario vivir.

1.7.Objetivos

1.7.1. Objetivo general:

Desarrollar un prototipo de guante inteligente ultrasónico detector de objetos con sensores para personas con discapacidad visual que utilice tecnología lora y medición del ritmo cardiaco con notificación GPS.

1.7.2. Objetivos específicos:

- Caracterizar las dificultades que presentan las personas con discapacidad visual.
- Diseñar un prototipo de guante inteligente para las personas con discapacidad visual.
- Incorporar funcionalidades de signos vitales y localización.
- Realizar pruebas de funcionamiento del prototipo con personas con discapacidad visual.

1.8. Justificación

Este proyecto a través de la investigación relacionada con las personas no videntes se busca desarrollar un prototipo que sea de utilidad para esta discapacidad, sabiendo que en la actualidad existen un porcentaje elevado de personas que presentan deficiencia visual, no siendo capaces de poder tener una autonomía propia al poder salir de sus hogares, teniendo como peligros el poder tropezar, sufrir accidentes al punto de causar heridas graves o incluso a perder la vida.

Estas razones justifican la utilidad de este proyecto, en el cual se pretende realizar una herramienta que ayude y brinde un mayor grado de seguridad para las personas con discapacidad visual que puedan tener autonomía propia al momento de desplazarse de un lugar a otro de una forma normal.

Este proyecto permitirá dar confianza a las personas no videntes al momento de trasladarse de manera independiente, sin necesidad de ayuda, todo esto dirige a investigar y desarrollar proyectos que ayuden a las personas que lo necesitan, adquiriendo conocimientos técnicos que ayuden desarrollar herramientas que pueda ser útil para dichos problemas de discapacidad

1.9. Alcance

En el siguiente trabajo final de grado se plantea desarrollar un guante inteligente para las personas con dificultad visual y así que la persona reciba una alerta al momento de desplazarse haciendo una detección de objetos y como resultado final, poder realizar un prototipo del guante con todas las características necesarias para realizar dicho propósito, los cuales sus alcances son:

- Investigar sobre los diferentes tipos de herramientas tecnológicas que existen para saber cuál sería la más factible en su implementación.
- Seleccionar los tipos de componentes que llevara el prototipo escogiendo los componentes que mejor se acoplen a la necesidad.
- Realizar un diseño que no incomode al momento de ser usado por parte de la persona que lo utilice.
- Realizar pruebas específicas donde el guante cumpla con las funciones establecidas y poder tener el prototipo completado de acuerdo con lo planificado.

El guante contará con un microcontrolador donde este será programado con una serie de instrucciones que permitirá determinar las señales al portador del guante y así manteniendo alerta al momento de movilizarse, además del microcontrolador también contará con sensores y elementos electrónicos que deberán ser correctamente conectados.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Introducción

En este segundo capítulo se llevó a cabo una revisión exhaustiva de investigaciones previas realizadas hasta la fecha, centradas en el desarrollo de prototipos tecnológicos que han contribuido a optimizar la movilidad y autonomía de las personas con discapacidad visual. Este análisis no solo identifica los avances más relevantes en el área, sino que también examina las limitaciones y retos enfrentados en dichos estudios.

Se abordó las bases teóricas que sustentan los principios conceptuales, científicos, tecnológicos y legales, los cuales son esenciales para respaldar el diseño y desarrollo de un prototipo innovador. Este prototipo tiene como objetivo principal no solo mejorar la movilidad, sino también incrementar la calidad de vida y promover la inclusión social de las personas con discapacidad visual en diversos contextos.

2.2. Investigaciones relacionadas

La autora (Baque, 2018), desarrolló un “Prototipo de guante ultrasónico para personas con discapacidad visual para el laboratorio de robótica de la carrera de ingeniería en computación y redes” que contenían sensores para determinar la distancia que tienen los objetos con el fin de mejorar el ajuste de las personas en el camino.

El autor (Collazos & Vera, 2015), realizó un “Mejoramiento de un dispositivo electrónico guía basado en hardware libre y el desarrollo de un software de geolocalización de ruta que se complementan entre sí, para personas en condición de discapacidad visual (bathand)” teniendo como objetivo principal de su proyecto, brindar apoyo a las personas con discapacidad visual. Durante su desarrollo, se tuvieron en cuenta varios factores que influyen en esta limitación, y se determinó que la tecnología podría desempeñar un papel importante en su mitigación. Por lo tanto, decidió crear un dispositivo electrónico utilizando hardware libre (ARDUINO) y complementarlo con una aplicación basada en Android.

El propósito de esta iniciativa fue facilitar el acceso a herramientas tecnológicas eficientes a un costo reducido, con el fin de hacerlas más accesibles para la población afectada.

Según los autores (Azaña & Vizuite, 2018), en su trabajo, implementaron un “Diseño y construcción de un prototipo de guante con orientación y localización para ayuda en la movilidad de personas invidentes”. El propósito de ese trabajo consistió en desarrollar y construir un prototipo de guante con funcionalidades de orientación y localización para personas con discapacidad visual. El sistema de orientación incluye dos sensores de ultrasonido y dos mini motores vibradores, mientras que el sistema de localización cuenta con un módulo GSM SIM900 y un módulo GPS NEO 6M. La operación del prototipo se controla mediante un módulo Arduino Uno. Cuando se detectan obstáculos, los sensores de ultrasonido miden la distancia y emiten vibraciones proporcionales a la cercanía del objeto, siendo más intensas a menor distancia y disminuyendo a medida que se aleja. Además, el sistema permite conocer la ubicación geográfica del usuario en todo momento.

De acuerdo con (Solís, 2019), de la Universidad de Guayaquil, “Diseño del prototipo de un guante controlado con Arduino que permite la detección de obstáculos por medio de sensores para mejorar el desplazamiento dentro del hogar a personas con bajos recursos que cuenten con discapacidad visual”. El objetivo de este proyecto de titulación es diseñar e implementar un prototipo de guante electrónico para ayudar a personas con discapacidad visual a mejorar su movilidad dentro y fuera del hogar. El guante utiliza un sensor ultrasónico para detectar obstáculos y proporcionar asistencia. Se logró implementar tecnología de bajo costo para que el prototipo sea accesible a personas con recursos limitados. El guante se diseñó de manera cómoda y portátil, asegurándose de que el usuario pueda llevarlo con facilidad y no perderlo durante sus actividades diarias.

Según con el autor (Ganchozo, 2018), en su investigación para la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí propuso el “Prototipo de dispositivo Tiflotecnológico para

identificación de objetos en personas no videntes”, el prototipo fue construido en base a dispositivos “Tiflotecnológico”, uno de sus principales funcionalidades es detectar los objetos que se vayan presentando a una distancia requerida de un metro emitiendo señales de vibración y sonido, también por medio de tecnología RFID (Identificación por Radiofrecuencias), objetos que están asignados por una tarjeta de identificación.

Los autores (Adrianzen y Puma, 2019), desarrollaron “Diseño y desarrollo de un sistema portable de proximidad para invidentes que permite el uso de ambas manos”, sus principales funcionalidades es detectar objetos u obstáculos a una distancia de un metro dependiendo la posesión del objeto usando sensores vibradores utilizando señales PWM en sensores de ultrasonido.

Según (Borja, 2023), propuso “Prototipo para la localización de secciones y productos por percha para personas con discapacidad visual.” Implementó un sistema que detecta cinco perchas de productos de un supermercado, construyó el prototipo con una tarjeta llamada “Jetson nano” que incluye una GPU, la funcionalidad de este proyecto es evidenciar mediante notificaciones de alerta por audio, permitiendo dar comodidad a los usuarios no videntes.

Conforme a lo que expresa (Maldonado et al., 2017), explica sobre un sistema interactivo que ayudará a conocer el estado de Aguascalientes en México fortaleciendo la memoria de la persona no vidente, esto generará un alto grado de interés e interactividad para dichas personas que presenten esta discapacidad, esto demuestra que la tecnología ayuda a mejorar interactuando en un entorno donde se pueda mejorar y dar soluciones a las personas en cualquier índole de enfermedad o discapacidad.

Según nos dicen los autores (Aguilar et al., 2016), afirman que es posible crear y manipular modelos adicionales tanto para objetos pequeños como grandes utilizando una técnica de entrada numérica para obtener un factor de amplificación que aumente las distancias

medidas efectivamente. Esto se logra mediante un guante con micro impulsos ultrasónicos, que reduce la fatiga del usuario y amplifica sus capacidades.

Los autores (Prieto, 2014), en su investigación, demostraron un sistema capaz de asistir a personas con discapacidad visual en la detección de espacios. Identificaron la necesidad de crear un sistema de prevención para solucionar los problemas que enfrentan las personas ciegas, permitiéndoles identificar los objetos a su alrededor sin necesidad de ayuda externa. Esto los llevó a la idea de desarrollar el dispositivo “Blind tact”.

Según las investigaciones relacionadas, no se ha encontrado un proyecto que ofrezca definiciones más precisas. Por ello, la propuesta de implementar un prototipo de guante ultrasónico para la detección de objetos, con tecnología LoRa y funcionalidades como localización GPS y monitoreo del ritmo cardíaco, representa una valiosa contribución para las personas con discapacidad visual.

2.3. Conceptos

2.3.1. Discapacidad

La discapacidad es una situación heterogénea que envuelve la interacción de una persona en sus dimensiones física o psíquica y los componentes de la sociedad en la que se desarrolla y vive. Incluye un sinnúmero de dificultades, desde problemas en la función o estructura del cuerpo, por ejemplo: parálisis, sordera, ceguera o sordoceguera, pasando por limitaciones en la actividad o en la realización de acciones o tareas, por ejemplo: dificultades suscitadas con problemas en la audición o la visión, hasta la restricción de un individuo con alguna limitación en la participación en situaciones de su vida cotidiana (Padilla, 2010).

Considerando el término “personas con discapacidad” hace referencia particularmente a cierto grupo de la población, trata de personas con una gama amplia de necesidades. Si dos

personas que presentan el mismo tipo de discapacidad pueden resultar afectados de diversas formas, la discapacidad puede estar oculta o no reflejarse con facilidad.

La discapacidad, a lo largo de la historia, ha sido presentada y entendida de diversas maneras. Posiblemente, el criterio más adecuado para diferenciarlas sea la actitud de la sociedad y la posición de las personas con discapacidad en el contexto social. Esta evolución puede describirse también de distintas formas: desde la ignorancia y la marginación hasta su inclusión y participación en la sociedad (Gil, 2018).

2.3.2. Discapacidad visual

La Organización Mundial de la Salud (OMS, 2023), se refiere a la condición en la cual una persona tiene dificultades para ver o es completamente ciega. Esta condición puede ser congénita o adquirida debido a diferentes factores, como enfermedades, lesiones o trastornos genéticos. Las personas con discapacidad visual enfrentan desafíos únicos en su vida diaria y requieren adaptaciones y apoyos específicos para desenvolverse en su entorno.

La ceguera se caracteriza por la falta de capacidad para percibir la luz. Este estado se produce cuando alguna de las estructuras responsables de la visión no funciona correctamente, lo cual afecta la transmisión y percepción de los estímulos luminosos en su recorrido hacia el cerebro. Como consecuencia, se experimenta una disminución visual o incluso una pérdida repentina de la capacidad visual.

La ceguera se define como la ausencia total de visión, mientras que la ceguera parcial implica una capacidad visual muy limitada. También se utiliza el término ceguera para referirse a la pérdida de la visión que no puede ser corregida mediante el uso de lentes de contacto o anteojos convencionales.

La ceguera completa según nos dice la revista (Lusby, 2019), se refiere a la incapacidad total de ver, lo cual implica la ausencia de cualquier percepción visual, incluida la luz. Cuando la mayoría de las personas utilizan el término "ceguera", generalmente se refieren a una pérdida

completa de la visión. En muchos estados de los Estados Unidos, se considera legalmente ciega a una persona cuya visión, incluso con el uso de gafas o lentes de contacto, es inferior a 20/200.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la información recopilada sobre personas con discapacidad visual, estas emplean diversas técnicas y herramientas para superar los desafíos que enfrentan. Algunos utilizan bastones para la movilidad, confiando en el sentido del tacto y el oído para orientarse en su entorno. Otros optan por perros guía altamente entrenados, los cuales les brindan asistencia en la navegación y evitan obstáculos. La tecnología desempeña un papel fundamental en el apoyo a las personas con discapacidad visual, ya que cuentan con dispositivos como lectores de pantalla y programas de voz que les permiten acceder a información escrita y utilizar dispositivos electrónicos.

2.3.2.1. Tipos de discapacidad visual

La página (Interimgrouphr, 2023) declara los siguientes conceptos sobre los tipos de discapacidad visual:

- **Ceguera total:** personas que no tienen ninguna capacidad para percibir la luz y carecen de visión funcional. Estas personas no pueden ver imágenes ni distinguir formas.
- **Ceguera legal:** Se considera cuando la visión de una persona, incluso con el uso de lentes o corrección visual, es inferior a 20/200 en el mejor ojo, o si su campo visual es inferior a 20 grados en su punto más amplio, incluso con la mejor corrección.
- **Ceguera adquirida:** Este tipo de ceguera se produce como resultado de una lesión, enfermedad o accidente a lo largo de la vida de una persona. Algunas condiciones que pueden causar ceguera adquirida incluyen la retinopatía diabética, el glaucoma avanzado, las lesiones oculares traumáticas, entre otras.
- **Baja visión:** Las personas con baja visión tienen una visión residual limitada, lo que significa que tienen una pérdida visual significativa pero aún poseen alguna capacidad

para ver y distinguir objetos. Pueden beneficiarse de ayudas visuales como lupas, lentes de aumento o dispositivos de aumento de pantalla.

- **Ceguera congénita:** Se refiere a la ceguera presente desde el nacimiento. Puede deberse a factores genéticos, infecciones maternas durante el embarazo o complicaciones en el desarrollo del feto. Las personas con ceguera congénita pueden no haber experimentado nunca la visión o haberla perdido poco después de nacer.

2.3.2.2. Causas de pérdida de visión

La pérdida súbita de visión en un ojo es un evento poco común, afectando aproximadamente a 5 a 10 personas de cada 10.000 al año según la página (VisionCore, 2019), sin embargo, cuando ocurre, puede ser indicativo de una condición ocular grave, lo cual genera gran preocupación y ansiedad en quienes la experimentan.

- **Enfermedades oculares:** Existen diferentes enfermedades oculares que pueden provocar ceguera, como el glaucoma, la degeneración macular relacionada con la edad, la retinopatía diabética, el desprendimiento de retina, las cataratas y la retinitis pigmentosa, entre otras. Estas enfermedades pueden afectar diferentes estructuras oculares y provocar la pérdida de la visión (Medlineplus, 2023)
- **Lesiones oculares:** Las lesiones en los ojos, ya sean traumáticas o no, pueden causar ceguera. Esto puede incluir accidentes, golpes, lesiones con objetos punzantes, exposición a productos químicos corrosivos o radiación dañina (Gudgel, 2023).
- **Condiciones genéticas:** Según el sitio web (Childrensmn, 2019), algunas condiciones genéticas pueden llevar a la ceguera, como el albinismo, el síndrome de Usher, la amaurosis congénita de Leber y la enfermedad de Stargardt. Estas condiciones afectan la estructura o el funcionamiento de los ojos y pueden resultar en una pérdida de visión significativa o total.

- **Enfermedades sistémicas:** El sitio web (Inforeuma, 2023), ciertas enfermedades sistémicas, como la diabetes, la hipertensión arterial, las enfermedades autoinmunes (como la artritis reumatoide y el lupus) y algunas infecciones (como la toxoplasmosis y la oncocercosis), pueden tener complicaciones oculares graves que pueden llevar a la ceguera si no se tratan adecuadamente.
- **Factores congénitos o prenatales:** Algunas personas pueden nacer con ceguera debido a anomalías o malformaciones congénitas en los ojos o el sistema visual. Además, ciertas infecciones maternas durante el embarazo, como la rubéola o la toxoplasmosis, pueden causar ceguera en el feto (Macías y Reyes, 2018).
- **Degeneración macular asociada a la edad:** La degeneración macular según (National Eye institute, 2021), asociada a la edad (DMAE), es la principal causa de pérdida de visión en países desarrollados y la principal causa de ceguera en personas mayores de 65 años. Aproximadamente el 20% de la población experimentará en mayor o menor grado esta condición al llegar a la edad de jubilación.

2.3.2.3. Impacto de la discapacidad visual.

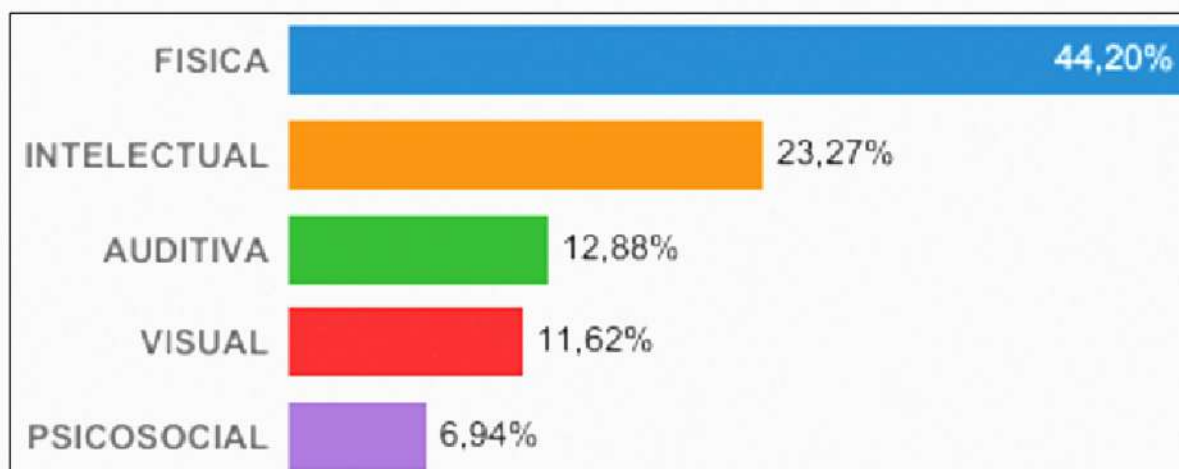
Según la (OMS, 2023), hay un total de 2.200 millones de personas en el mundo con deterioro en la visión cercana o distante. Además, que al menos casi la mitad de esa cantidad pudo haberse evitado o que no se aplicaron tratamientos, ósea un alrededor de 100 millones y de los cuales la mayoría las principales causas son los errores de refracción no corregidos y las cataratas, añadiendo que la mayoría son personas tienen una edad mayor a 50 años.

2.3.3. Discapacidad visual en el Ecuador

Según la página del Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacidades (CONADIS, 2024), a nivel provincial correspondientes, según las estadísticas emergentes sobre discapacidad visual existe un 11,62% con este tipo de discapacidad siendo un número de 54.397 personas totales con este problema de discapacidad.

Figura 3.

Discapacidades en el Ecuador.



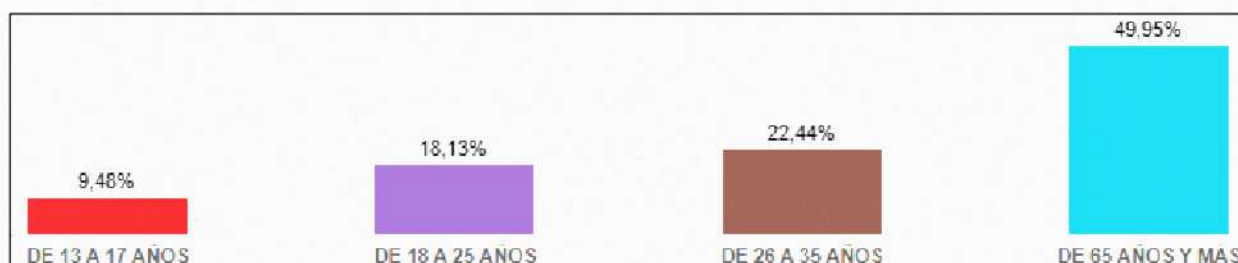
Nota: En la imagen se muestra los diferentes tipos de discapacidades en el Ecuador, donde la discapacidad visual alcanza un total de 11,62% de la población total. Tomado de (CONADIS, 2024).

2.3.3.1. Discapacidad visual por edad

En el Ecuador según los datos de la página del consejo Nacional para la igualdad de discapacidades (CONADIS, 2024), con respecto a la discapacidad visual, existe un mayor número de personas que rondan con dicha discapacidad, a continuación, se muestra el siguiente gráfico con los respectivos datos estadísticos:

Figura 4.

Discapacidad visual por edades.



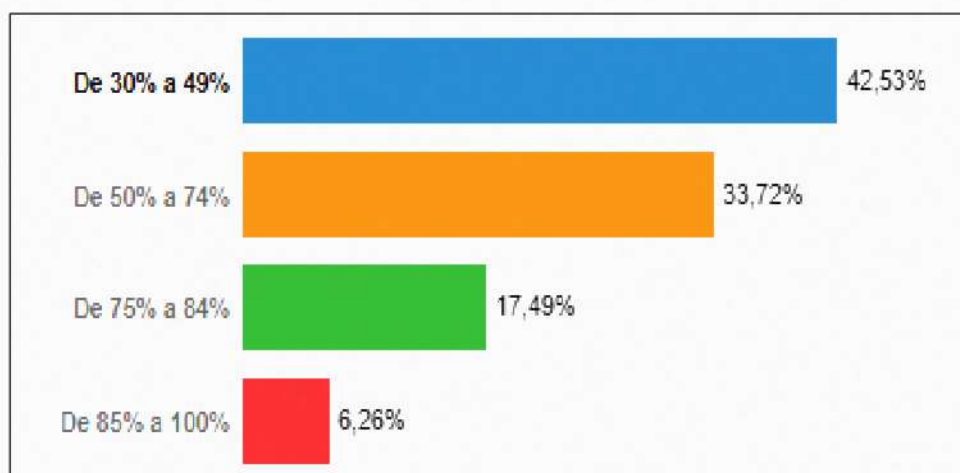
Nota: Esta imagen muestra en porcentajes la discapacidad visual en el Ecuador por diferentes grupos de edades, donde se estima que la mayor cantidad de personas con discapacidad son las personas con edad avanzada con un total de 12.856 personas. Tomado de (CONADIS, 2024)

2.3.3.2. Discapacidad visual en Manabí

En la provincia de Manabí correspondientes a los datos estadísticos existen niveles y grados de discapacidad visual según la página del (CONADIS, 2024), en el cual en el siguiente grafico se muestran los porcentajes estadísticos dentro de la provincia de Manabí.

Figura 5.

Grados de discapacidad visual en la provincia de Manabí.



Nota: Esta imagen muestra los porcentajes de discapacidad visual, dando un total de 3,389 personas con discapacidad visual en la provincia de Manabí. Tomado de (CONADIS, 2024).

2.3.3.3. Discapacidad visual en Manabí por género

En Manabí según los datos proporcionados por consejo Nacional para la igualdad de discapacidades (CONADIS, 2024), con respecto a la discapacidad visual se registra un total de 3.389 de personas con este problema, separándolos por género se registró un total de 1.462 femenino y 1.927 masculino.

Figura 6.

Discapacidad visual por género.

HOMBRE	2.147
MUJER	1.815

Nota: La imagen muestra el total de personas con discapacidad visual por genero de la provincia de Manabí con un total de 3.962 personas. Tomado de (CONADIS, 2024).

2.3.4. Modos de movilización para personas con discapacidad visual.

Según (García, 2017) la rehabilitación visual es otorgar a las personas con discapacidad visual la mayor autonomía posible, equipándolas con herramientas y estrategias que les permitan manejarse por sí mismas. Así, a través de la rehabilitación, se facilita que las personas con discapacidad visual se integren completamente en la sociedad.

Entre las capacidades que pueden mejorarse para fomentar esta autonomía e integración, el desplazamiento es esencial. Las personas con baja visión o ceguera a menudo tienden a aislarse, evitando desplazarse por miedo a caídas, perderse, o el estrés que esto les genera. Los factores visuales que afectan el desplazamiento incluyen el deslumbramiento, el contraste, el cálculo de distancias, la acumulación de estímulos y la localización, los cuales pueden presentarse tanto en casos de pérdida de visión central (principalmente pérdida de agudeza visual) como en la pérdida de visión periférica (principalmente reducción del campo visual).

2.3.4.1. Guía ayudante

Según la página (Apascide, 2023) el guía ofrece su brazo, y la persona ciega lo agarra ligeramente por encima del codo. El guía camina medio paso adelante, proporcionando indicaciones verbales y físicas sobre el entorno. Un guía para personas con discapacidad visual es alguien que ayuda a individuos con discapacidad visual a moverse de forma segura y efectiva en diferentes entornos. Estos guías pueden ser profesionales entrenados, voluntarios, amigos o familiares. Su objetivo principal es facilitar la movilidad y la independencia de las personas con pérdida de visión, enfrentando los retos que presentan su entorno físico y social.

Entre las funciones del guía se incluyen la orientación y la navegación, asegurándose de que la persona encuentre rutas seguras en calles, edificios y otros lugares. También brinda seguridad al prevenir accidentes, alertando sobre peligros como vehículos en movimiento,

obstáculos en el suelo, escaleras o bordes. Además, mantiene una comunicación constante, proporcionando instrucciones verbales claras sobre el entorno y los pasos a seguir. En actividades cotidianas, el guía ayuda con tareas como hacer compras o realizar trámites, asegurando que el entorno sea accesible y manejable.

Figura 7.

Guía para personas con pérdida de visión.



Nota: En esta figura muestra uno de los modos usado para la movilización para las personas con pérdida de visión que son a través de un guía, que es quien ayuda a la persona no vidente a moverse de forma segura. Tomado de (National Eye Institute, 2024).

De acuerdo con la página (Apascide, 2023) sobre guías videntes define los siguientes métodos y funciones:

- **Método del brazo:** El guía coloca su brazo ligeramente doblado a la altura del codo. La persona no vidente agarra el brazo del guía por encima del codo. Este método permite que la persona no vidente siga al guía de manera fluida y natural.
- **Método del tacto:** En lugares muy concurridos o complejos, el guía puede usar un contacto más directo, como el agarre del brazo o la mano, para mantener una conexión constante.

- **Funciones del guía ayudante:**

- **Orientación y navegación:** Ayudan a la persona con pérdida de visión a encontrar su camino, evitando obstáculos y dirigiéndola a través de entornos complejos, como calles transitadas o edificios grandes.
- **Seguridad:** Aseguran que la persona no vidente esté a salvo al evitar peligros inmediatos, como tráfico u obstáculos en el suelo.
- **Comunicación:** Mantienen una comunicación constante para informar sobre cambios en el entorno, como la presencia de escalones, puertas, o giros necesarios.
- **Asistencia en la toma de decisiones:** Ayudan en situaciones que requieren una decisión rápida, como elegir la mejor ruta en una intersección o decidir si es seguro cruzar una calle.

2.3.4.2. Técnica de rastreo

Las técnicas de rastreo para personas con discapacidad visual son métodos que les permiten orientarse y moverse con mayor independencia y seguridad en su entorno. Una de las técnicas más comunes es el uso del tacto, que se emplea para detectar obstáculos en el camino, cambios en el terreno, y para identificar los objetos cercanos. Según el artículo propuesto por (Ciegos del Mundo, 2023).

Figura 8.

Técnica de rastreo para personas no videntes.



Nota: En esta imagen se muestra una técnica para las personas no videntes a través del tacto de las cosas y poder tener mayor independencia al momento de su movilización. Tomado de (Connect Center, 2024).

Según la página (Ciegos del Mundo, 2023) nos propone las siguientes funciones:

- **Detección de obstáculos:** El bastón blanco ayuda a identificar y evitar obstáculos en el camino, como bordes de aceras, escaleras, y objetos en el suelo.
- **Orientación espacial:** Las superficies táctiles, como los pavimentos podotáctiles, proporcionan información direccional y alertan sobre peligros cercanos.
- **Identificación de objetos:** El tacto permite a las personas con discapacidad visual reconocer y distinguir objetos en su entorno mediante la percepción directa.

2.3.4.2. Bastón blanco

Un bastón según el sitio web (Icqq, 2024) permite a una persona con discapacidad visual moverse en el espacio, detectando obstáculos en un radio de aproximadamente un metro y medio. Además, el bastón facilita el seguimiento y detección de obstáculos y previene colisiones con objetos y personas, aunque una de sus principales desventajas es que no puede detectar obstáculos por encima de la cintura.

Figura 9.

Movilización por un bastón.



Nota: En esta imagen se muestra el uso de un objeto tradicional para la personas no videntes o problemas de visión, el uso de un batón. Tomado de (Instituto Nacional Para Ciegos INCI, 2023).

El bastón blanco es una herramienta esencial para muchas personas ciegas o con discapacidad visual. Hay varios tipos de bastones según (Icgo, 2024):

- **Bastón largo:** Permite detectar obstáculos en el suelo y en el entorno inmediato. Su longitud varía según la altura del usuario.
- **Bastón plegable:** Es más práctico para llevar y almacenar, ya que se pliega en varias secciones.
- **Bastón de identificación:** Es más corto y se utiliza principalmente para identificar a la persona como no vidente.

2.3.4.3. Perro Guía

Los perros guía según la página (Zooplus, 2024), son entrenados rigurosamente para ayudar a sus dueños a moverse de manera segura. Los perros pasan por un entrenamiento extenso que incluye la obediencia básica y habilidades específicas como detenerse en los bordes de las aceras, evitar obstáculos y seguir rutas preestablecidas. Es crucial que el usuario y el perro desarrollen una relación de confianza y comunicación efectiva.

Figura 10.

Perro guía para personas con discapacidad visual.



Nota: Esta imagen muestra como las personas usan perros entrenados para ayudar a la movilización de su dueño, es una comunicación en confianza entre la mascota y el dueño.

Tomado de (Rex, 2026).

De acuerdo lo propuesto por (Zooplus, 2024) define los siguientes términos:

- **Navegación segura:** Ayudan a sus dueños a desplazarse de manera segura, evitando obstáculos y guiándolos por rutas conocidas y desconocidas.
- **Detección de peligros:** Detectan y paran en bordes de aceras, escaleras y otros puntos de peligro para evitar caídas y accidentes.
- **Asistencia en transporte público:** Ayudan a subir y bajar de autobuses, trenes y otros medios de transporte, y pueden encontrar asientos vacíos.

2.3.5. Dispositivos electrónicos

Los avances tecnológicos han permitido el desarrollo de numerosos dispositivos electrónicos diseñados para ayudar a las personas con pérdida de visión a moverse y realizar actividades diarias con mayor facilidad y autonomía.

Según (Peralta y Urmendiz, 2014), la tecnología ha desarrollado diversas herramientas para mejorar la orientación y movilidad de personas con discapacidad visual. Entre estas herramientas se encuentran los sistemas diseñados para identificar y localizar lugares o referencias de interés, así como los sistemas de orientación basados en posicionamiento satelital. Los sistemas de localización combinan diferentes tecnologías de posicionamiento para determinar la ubicación geográfica de objetos o personas, ya sean móviles o fijas. Existen dos tipos principales de sistemas: aquellos que utilizan satélites para el posicionamiento y aquellos que emplean tecnologías alternativas.

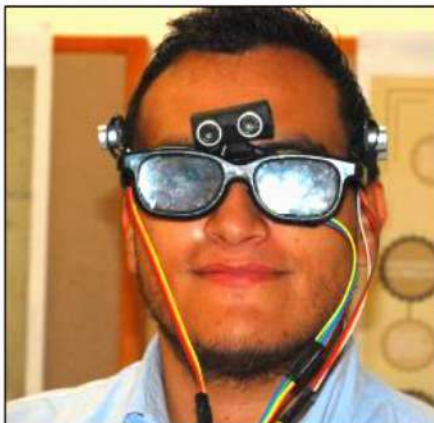
2.3.5.1. Lentes ultrasónicos

La emisora en su portal web (Caracol Radio, 2018), indica que estudiantes del programa de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Nacional, sede Manizales, han desarrollado un prototipo de gafas que emite una señal sonora para advertir al usuario sobre obstáculos de diversas formas, superficies y materiales en su camino. Estas gafas están equipadas con detectores que funcionan con aire, permitiendo la captación de señales en un ángulo de 180 grados simultáneamente.

Estos dispositivos pueden ser de gran ayuda para las personas con discapacidad visual, ya que alertan sobre la presencia de postes, paredes y otros obstáculos que podrían poner en riesgo su integridad física. El prototipo fue creado por Daniel Felipe Aragonés, Jesús David León y Andrés Mauricio Dávila, quienes explican que "cuando un obstáculo aparece a medio metro de distancia, las gafas emiten una señal sonora que alerta a la persona sobre la amenaza inminente".

Figura 11.

Lentes ultrasónicos



Nota: Esta imagen muestra una herramienta tecnología que contiene dispositivos electrónicos simulando unos lentes, para alertar ante posibles obstáculos midiendo la distancia de dichos objetos. Tomado de (Caracol Radio, 2018).

La página (Caracol Radio, 2018) define las siguientes características y funciones de los lentes ultrasónicos:

- Equipadas con **sensores ultrasónicos** que emiten ondas y detectan su rebote para identificar obstáculos en el entorno.
- Emite una **señal sonora** cuando se detectan obstáculos cercanos, alertando al usuario de posibles peligros.
- Identifican y alertan sobre **la presencia de obstáculos** como postes, paredes, personas y otros objetos en el camino del usuario.
- Facilitan el **desplazamiento seguro en entornos** conocidos y desconocidos, ayudando a evitar colisiones y accidentes.

2.3.5.2. Guante ultrasónico

Según lo publicado el diario acerca a una investigación (El Comercio, 2015), con la capacidad de detectar objetos a 50 centímetros de distancia desde la mano del usuario, el guante ultrasónico opera mediante una serie de sensores ubicados en la parte superior, que se activan al percibir algún obstáculo cercano. Esto desencadena un mecanismo de presión sobre la mano que alerta al usuario sobre la proximidad de los objetos.

El dispositivo, desarrollado por estudiantes del Departamento Académico de Sistemas Computacionales de la UABCS, actualmente funciona solo en interiores, ya que los componentes de su mecanismo no son adecuados para uso en exteriores. Sin embargo, están trabajando en una versión portátil con un mayor alcance.

Figura 12.

Herramienta de un guante ultrasónico.



Nota: En esta imagen muestra la creación de un guante ultrasónico para la detección de objetos por medio de sensores y dispositivos electrónicos, ubicado en la mano de la persona podrá alertar ante los posibles objetos. Tomado de (Informador.mx, 2016).

La página (El Comercio, 2015) nos define las siguientes características y funciones del guante ultrasónico:

- Equipado con **sensores ultrasónicos** en la parte superior que detectan la proximidad de objetos a una distancia de hasta 50 centímetros.
- Incluye un mecanismo que aplica presión sobre la mano del usuario para alertar sobre la **presencia de obstáculos** cercanos.
- En la actualidad el diseñado para **funcionar eficazmente en interiores**, donde las condiciones son más controladas y adecuadas para su tecnología.
- Identifica y alerta al usuario sobre la **proximidad de objetos** dentro de un rango de 50 centímetros, ayudando a evitar colisiones.
- Facilita **el desplazamiento seguro** en interiores, permitiendo a las personas con discapacidad visual navegar espacios sin necesidad de asistencia constante.

2.3.5.3. Bastón ultrasónico

Según la autora (Santamaría, 2023), unos ingenieros de la Universidad de Colorado con la ayuda de la inteligencia artificial la creación de un tipo bastón para las personas no videntes o que tengan problemas con su visión.

Los investigadores evidencian que su bastón "inteligente" podría, en el futuro, ayudar a las personas ciegas a realizar tareas en un entorno diseñado para personas videntes, como comprar una caja de cereal en el supermercado o encontrar un lugar privado en una cafetería concurrida.

El bastón desarrollado por el equipo es similar a los bastones blancos y rojos tradicionales, pero cuenta con mejoras significativas. Utiliza una cámara y tecnología de visión por computadora para mapear y catalogar el entorno circundante. Luego, proporciona orientación a los usuarios a través de vibraciones en el mango y de instrucciones habladas.

Figura 13.

Batón ultrasónico inteligente.



Nota: En esta imagen muestra la creación un batón ultrasónico, agregando elementos tecnológicos y así mejorando el uso de un bastón tradicional, mejorando la experiencia de movilización de las personas no videntes. Tomado de (El Debate, 2023).

Estas características y funciones son propuestas según el autor (Santamaría, 2023)

- Utiliza sensores ultrasónicos para medir la distancia entre el bastón y los obstáculos cercanos. Estos sensores emiten ondas ultrasónicas que se reflejan en los objetos y regresan al bastón.

- Muchos modelos permiten ajustar la sensibilidad de los sensores para adaptarse a diferentes entornos y necesidades del usuario.
- Algunos bastones ultrasónicos también incluyen indicadores visuales (como luces LED) o auditivos (como sonidos o tonos) para complementar la retroalimentación háptica.
- Detecta obstáculos a diferentes alturas y distancias, proporcionando información sobre la proximidad de objetos en el entorno inmediato, incluyendo objetos suspendidos y a nivel del suelo.

2.4. Sensores

Según (Martínez, 2017), el primer sensor conectado de la historia data de 1874, donde actuaron científicos franceses, en una montaña con la tecnología de onda corta.

Por otra parte (Grant, 2024), un sensor es un dispositivo diseñado para detectar acciones o estímulos externos y reaccionar de acuerdo con ellos. Estos dispositivos tienen la capacidad de convertir magnitudes físicas o químicas en señales eléctricas.

2.4.1. Características de un sensor

Estas características son propuesta según la página parte (Grant, 2024):

- **Sensibilidad:** La capacidad del sensor para detectar cambios en el estímulo o acción que mide. Una alta sensibilidad permite al sensor detectar cambios pequeños o débiles.
- **Precisión:** La capacidad del sensor para proporcionar lecturas exactas y consistentes en relación con el valor verdadero del estímulo. La precisión se refiere a la exactitud de las mediciones del sensor.
- **Rango:** El intervalo de valores que el sensor puede medir. Incluye el mínimo y el máximo estímulo que el sensor puede detectar y registrar de manera efectiva.
- **Exactitud:** La proximidad de las lecturas del sensor al valor verdadero del estímulo. La exactitud indica cuán cerca está la medición del sensor del valor real.

- **Calibración:** El proceso mediante el cual el sensor se ajusta para garantizar que sus lecturas sean precisas. La calibración puede ser necesaria periódicamente para mantener la precisión del sensor.

2.4.2. Tipos de Sensores

Existen un ciento de sensores, a continuación de mencionan los más comunes que son:

2.4.2.1. Sensores de posición

- **Potenciómetros:** Según (Smoot, 2023), miden la posición angular o lineal a través de la resistencia variable, estos dispositivos actúan como divisores de tensión, desempeñando una doble función, regular la salida de voltaje en un circuito y medir con precisión el potencial eléctrico, lo que les da el nombre de potenciómetros.

Figura 14.

Sensor potenciómetro.



Nota: En esta imagen nos muestra la forma física de un potenciómetro. Tomada de (DigiKey,2023).

- **Encoders:** El principal funcionamiento de este sensor, como nos indica la página (EducaOpen, 2023), consiste en identificar cambios en un patrón o marca, que el dispositivo traduce en señales eléctricas. Estos patrones pueden ser de naturaleza óptica, magnética, mecánica o capacitiva. En el caso de los encoders ópticos, un haz de luz atraviesa un disco que contiene un diseño de marcas oscuras y transparentes; al

interactuar con estas marcas, el sensor registra las variaciones y produce una señal digital equivalente.

Figura 15.

Sensor encoders.



Nota: Se muestra la figura de un sensor encoders. Tomada en (Amazon, 2023)

- **Sensores Hall:** Según (Peterson, 2024), los sensores digitales de efecto Hall identifican la presencia de un campo magnético y alteran su estado al llegar a su punto de activación. Cuando el campo magnético se reduce y el sensor alcanza su punto de liberación.

Figura 16.

Sensor hall.



Nota: Se muestra la figura de un sensor Hall. Tomada de (MouserElectronic, 2022).

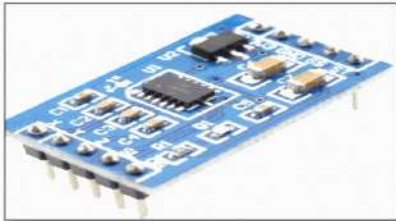
2.4.2.2. Sensores de movimiento

- **Sensor acelerómetros:** La página oficial (ElectronicComponents, 2021), los acelerómetros miden la fuerza de aceleración en unidades de g y pueden hacerlo en uno, dos o tres ejes. En la actualidad, los acelerómetros de tres ejes son los más comunes. Estos dispositivos están formados por un sistema que integra tres sensores

independientes, cada uno encargado de registrar la aceleración en una dirección específica, correspondiente a los planos X, Y y Z.

Figura 17.

Sensor de movimiento: acelerómetro.

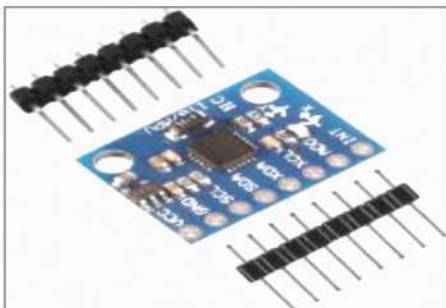


Nota: En esta imagen se muestra un acelerómetro con todos sus componentes. Tomada de (ElectronicComponents, 2022).

- **Sensor giroscopios:** Son dispositivos diseñados para medir o estabilizar el movimiento de rotación. Los giroscopios MEMS (sistemas microelectromecánicos) son sensores compactos y económicos que permiten registrar la velocidad angular. Esta se expresa en unidades como grados por segundo ($^{\circ}/s$) o revoluciones por segundo (RPS) y representa la rapidez con la que ocurre una rotación (Frías, 2023).

Figura 18.

Sensor de movimiento: giroscopio.

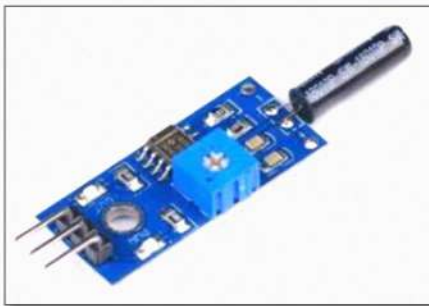


Nota: En esta figura se muestra como está conformado un sensor de movimiento giroscopio con todas sus funcionalidades. Esta imagen fue tomada en la página (HertzElectronica, 2023).

- **Sensores de vibración:** Los sensores de vibración están diseñados para medir la aceleración, la velocidad o el desplazamiento. Estos dispositivos, utilizados por profesionales para inspección y control, encuentran aplicaciones en diversos entornos industriales y de laboratorio. Debido a esta diversidad de usos, es fundamental que sean adaptables tanto al tipo de medición requerida como a las condiciones ambientales en las que operan (Morales, 2019).

Figura 19.

Sensor de vibración.



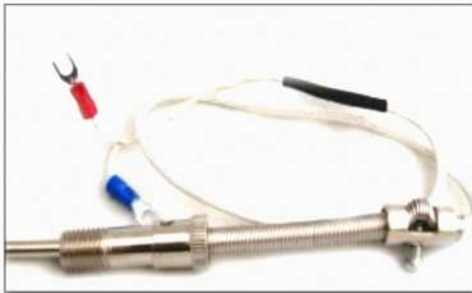
Nota: En esta figura se muestra un sensor de vibración que sirve para medir la aceleración, la velocidad o el desplazamiento. Imagen tomada en (eBay, 2024).

2.4.2.3. Sensores de temperatura

- **Sensor termopares:** Un termopar consiste en la unión de dos metales diferentes en un extremo. Al existir una diferencia de temperatura entre este punto y el otro extremo, se genera una señal eléctrica en forma de milivoltios, la cual se utiliza para medir la temperatura. Estos metales producen un voltaje mínimo que puede ser detectado e interpretado por un sistema de control. Además, cada metal está individualmente aislado y recubierto para asegurar una configuración bifilar precisa (Connectivity, 2024)

Figura 20.

Sensor de temperatura: termopares.



Nota: Se muestra sensor de temperatura termopares tomado de (Alibaba,2023).

- **Sensores termistores:** Según (GuilcorSensors, 2024), un termistor consiste en la unión de dos metales diferentes en un extremo. Al existir una diferencia de temperatura entre este punto y el otro extremo, se genera una señal eléctrica en forma de milivoltios, la cual se utiliza para medir la temperatura. Estos metales producen un voltaje mínimo que puede ser detectado e interpretado por un sistema de control. Además, cada metal está individualmente aislado y recubierto para asegurar una configuración bifilar precisa.

Figura 21.

Sensor de temperatura: termistores.



Nota: Se muestra la ilustración de los sensores de temperatura termistores información tomada de (Mecafenix, 2022).

2.4.2.4. Sensores biométricos

- **Sensores de huellas dactilares:** Según (Aratek, 2022), es un dispositivo biométrico diseñado para capturar, analizar y verificar las huellas dactilares de una persona. Este tipo de sensor utiliza las características únicas de las huellas, como los patrones de crestas y valles, para identificar o autenticar a un usuario.

Figura 22.

Sensor biométrico: huellas dactilares.



Nota: En la siguiente figura se muestra un sensor biométrico de huella dactilar.

Información tomada de la página (Aratek,2023).

- **Sensores de ritmo cardíaco:** El sensor de pulso es un dispositivo de medición de frecuencia cardíaca que se caracteriza por su facilidad de uso, gracias a su funcionalidad “plug-and-play” para plataformas como Arduino. Es ideal para estudiantes, artistas, deportistas, creadores y desarrolladores de juegos o aplicaciones móviles interesados en integrar datos de frecuencia cardíaca en tiempo real en sus proyectos de manera sencilla y eficiente (Avelectronics, 2024)

Figura 23.

Sensor biométrico: ritmo cardíaco.

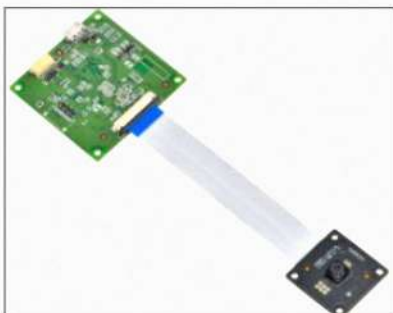


Nota: En esta figura se muestran los sensores de ritmo cardíaco. Tomado de (Avelectronics, 2024).

- **Sensores de reconocimiento facial:** Un sensor de reconocimiento facial es un dispositivo tecnológico diseñado para identificar o verificar la identidad de una persona mediante el análisis de las características únicas de su rostro. Este sensor utiliza algoritmos avanzados de procesamiento de imágenes e inteligencia artificial para capturar, comparar y procesar patrones faciales (Pallasco, 2024)

Figura 24.

Sensor biométrico: reconocimiento facial.



Nota: Se muestra la forma física del sensor de reconocimiento facial. Información tomada de (Rutronik24, 2023)

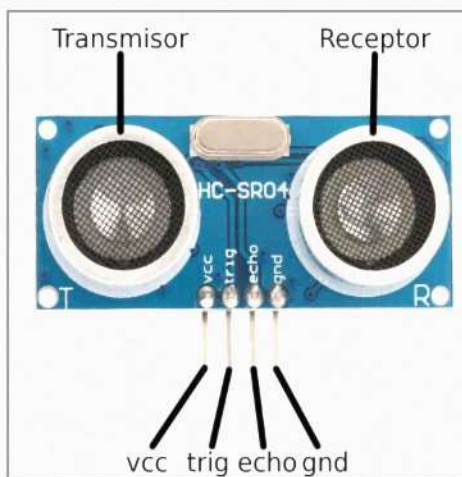
2.4.3. Sensor ultrasónico

Para (Industrias GSL, 2021), el sensor ultrasónico es un dispositivo capaz de medir la distancia a un objeto utilizando el sonido. Como su nombre sugiere, emplea ondas ultrasónicas para operar. El proceso consiste en que la onda ultrasónica impacta un objeto y rebota, permitiendo al dispositivo calcular la distancia a través de este rebote.

El sensor ultrasónico genera periódicamente un pulso acústico de alta frecuencia y breve duración. Este pulso se desplaza a la velocidad del sonido a través del aire. Cuando el pulso encuentra un objeto, se refleja y regresa como un eco al sensor ultrasónico. El sensor entonces determina la distancia al objeto midiendo el tiempo que transcurre desde la emisión de la señal acústica hasta la recepción del eco.

Figura 25.

Sensor ultrasónico.



Nota: En esta imagen se aprecia el diseño del sensor ultrasónico, su principal utilidad es la medición de la distancia de los objetos a través del sonido por medio de ondas ultrasónicas, ideal para la automatización de diferentes servicios. Tomado de (ParaArduino, 2023).

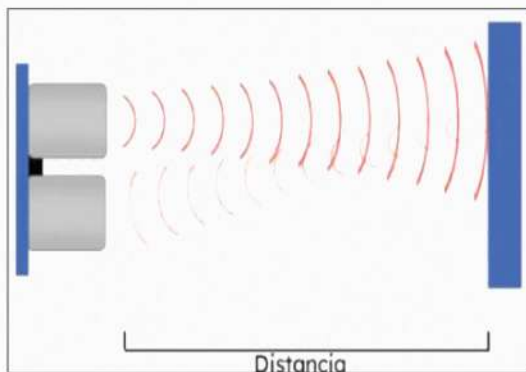
2.4.3.1. Funcionamiento del sensor ultrasónico

Estos sensores son valiosos para medir distancias y detectar obstáculos mediante el uso de ultrasonidos. Son ideales para robots, vehículos y autómatas, ayudándolos a evitar colisiones con objetos en su camino.

El funcionamiento de un sensor de distancia por ultrasonido es realizar la medición de un objeto sin la necesidad del tacto, donde se mide la distancia del sensor y el objeto de medición. De manera que el sensor emite una frecuencia a la velocidad del sonido y cuando esta señal incide con un objeto, esta señal es regresada al sensor, la sonda ultrasónica de manera interna calcula la distancia del recorrido del objeto y además del tiempo entre el envío (Keyence, 2024).

Figura 26.

Funcionamiento de un sensor ultrasónico.



Nota: En esta imagen se puede apreciar como es el funcionamiento de un sensor Ultrasónico, detecta el objeto por el sonido por medio de la frecuencia. Tomado de (Ingeniería Macafenix, 2021).

2.4.3.2. Características y especificaciones del sensor ultrasónico

El autor (Keyence, 2024) define las siguientes especificaciones y características del sensor ultrasónico.

- **Rango de medición**

- Definición: Intervalo de distancias que el sensor puede medir efectivamente.
- Valores Típicos: Desde unos pocos centímetros hasta varios metros (por ejemplo, 2 cm a 4 m).

- **Frecuencia de operación**

- Definición: Frecuencia de las ondas ultrasónicas emitidas.
- Valores Típicos: Generalmente entre 20 kHz y 40 kHz.

- **Ángulo de haz**

- Definición: Ángulo dentro del cual el sensor puede detectar objetos.
- Valores Típicos: Generalmente entre 15° y 30°.

- **Tiempo de respuesta**

- Definición: Tiempo requerido para que el sensor proporcione una lectura después de emitir un pulso.
- Valores Típicos: Desde 10 ms hasta varios cientos de ms.

2.4.3.3. Tipos de sensores ultrasónicos

- **Sensores cilíndricos:** Utilizados con mayor frecuencia en procesos higiénicos o con sustancias químicas, aunque también pueden funcionar en cualquier máquina que requiera su operación.

Figura 27.

Sensor ultrasónico: cilíndrico.



Nota: En esta imagen muestra el diseño del sensor cilíndrico de ultrasónico, mayormente utilizados para áreas higiénicas o la utilización de sustancias químicas. Tomado de (Pepperl+Fuchs, 2024).

- **Sensores ultrasónicos resistentes a químicos:** Poseen un sello impenetrable que evita la entrada de sustancias como ácidos y alcalinas, garantizando su funcionamiento en entornos químicos.

Figura 28.

Sensor ultrasónico: resistente a químicos.



Nota: En esta imagen muestra un sensor ultrasónico utilizado en operaciones químicas, creado para condiciones extremas que eviten la entrada a sustancias químicas. Tomado de (Micro Sonic, 2024)

- **Sensores ultrasónicos de doble hoja:** Generan seguridad en su aplicación, eliminan material inservible, y son muy utilizados en procesos que requieren control de etiquetas y uniones. Son óptimos para trabajos con hojas y láminas.

Figura 29.

Sensor ultrasónico: doble hoja.



Nota: En esta imagen muestra un sensor de doble hoja los cuales son eficaces para detectar material defectuoso, controlando de etiquetas y uniones. Tomado de (Pepperl+Fuchs, 2024).

- **Sensores ultrasónicos de higiene:** Su capacidad para evitar la entrada de líquidos y vapores los convierte en instrumentos confiables para procesos industriales en la fabricación de alimentos.

Figura 30.

Sensor ultrasónico: higiene.



Nota: En esta imagen muestra el sensor creado con acero inoxidable, certificados para la utilización con alimentos con alta resistencia en sus materiales. Tomado de (Interempresas, 2023).

2.5. Microcontrolador

Según nos informa la página (TecnoElite, 2014), la creación del microcontrolador fue en la década de los 70, y fue Intel quien creó el primer microcontrolador en 1971 y desde ese entonces diferentes compañías han creado diferentes tipos de microcontroladores más avanzados y con mayores capacidades.

En las últimas décadas, los avances tecnológicos han permitido la utilización de componentes más pequeños y eficientes en los circuitos, lo que ha hecho posible integrar todos estos componentes en un solo chip. Actualmente, los microcontroladores son muy populares debido a su tamaño reducido y bajo consumo de energía. Estos dispositivos tienen aplicaciones en numerosos campos, como la automoción, la robótica, la domótica y los sistemas integrados.

Para (Cedeno, 2020), inicialmente el microcontrolador consistía en un microprocesador con funciones de memoria, como RAM y ROM. Sin embargo, requería programación especializada y hardware para ser borrado, lo cual implicaba retirar el dispositivo del circuito, deteniendo el desarrollo de software y aumentando los costos. Una vez superada esta limitación, los microcontroladores pudieron ser programados y reprogramados sin necesidad de ser removidos del circuito.

2.5.1. Tipos de microcontroladores

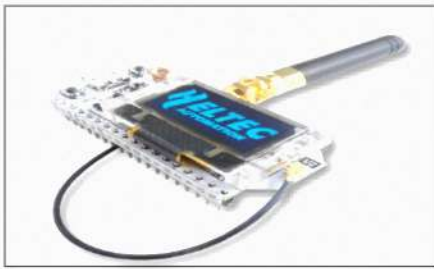
2.5.1.1. LoRa32

Se refiere a una combinación de tecnologías utilizadas en dispositivos de Internet de las Cosas (IoT) que integran según el autor (Semtech, 2024):

- **LoRa32:** LoRa32 es una placa de desarrollo que combina un microcontrolador ESP32 con un módulo LoRa, permitiendo comunicación de largo alcance y bajo consumo energético. Es ideal para aplicaciones de IoT que requieren conectividad inalámbrica a grandes distancias (Semtech, 2024)
- **Características y uso comunes del LoRa32**
 - Alcance de comunicación de hasta 10 km en entornos abiertos.
 - Banda de frecuencia, 433 MHz, 868 MHz o 915 MHz (según la región).
 - Bajo consumo de energía, ideal para dispositivos alimentados por baterías.
 - Memoria flash de 4 MB (puede variar según el modelo).
 - Compatibilidad con interfaces como I2C, SPI, UART, ADC, DAC y PWM.

Figura 31.

Sensor LoRa32.

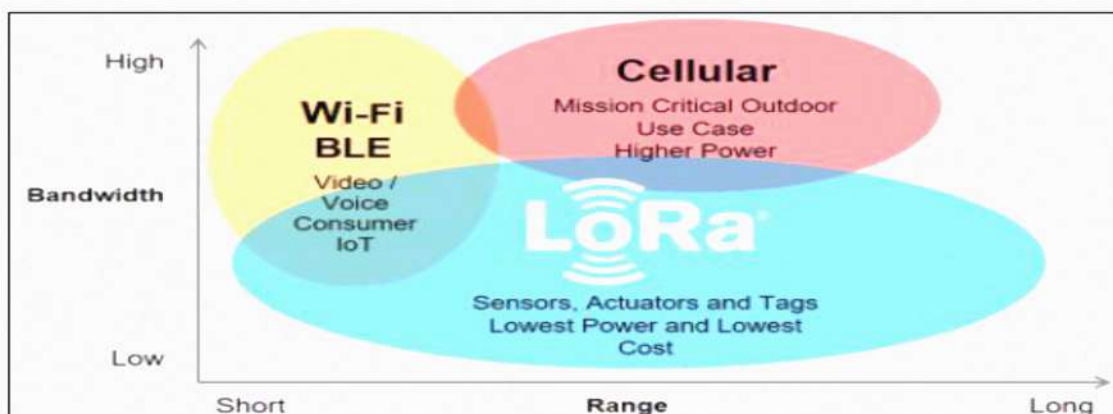


Nota: En la siguiente figura se muestra el sensor LoRa32, es una placa de desarrollo IoT que tiene muchos propósitos en los que podría ser usada, desde el monitoreo de plantaciones hasta el control de dispositivos. Tomado de (Mechatronic store, 2024).

LoRa32 se destaca frente a otras placas por su capacidad de comunicación de largo alcance gracias a la tecnología LoRa, lo que permite transmitir datos a varios kilómetros con bajo consumo de energía, combina las funcionalidades del microcontrolador ESP32, que ofrece Wi-Fi y Bluetooth, proporcionando mayor versatilidad en comparación con otras placas que solo permiten comunicación en distancias cortas o requieren más energía. Esto lo convierte en una opción ideal para proyectos de IoT en áreas amplias o rurales (Semtech, 2024).

Figura 32.

Tecnologías inalámbricas IoT.



Nota. En la siguiente figura se muestra el esquema grafico del funcionamiento de la tecnología LoRa32. Tomado de (Innovaciondigital,2024).

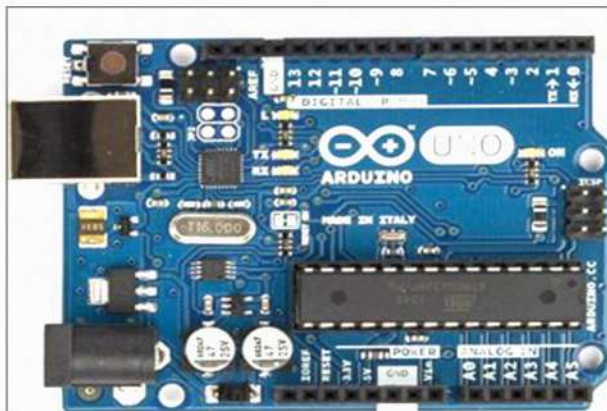
2.5.1.2. Arduino

Según (Rayte Electrónica, 2022), Arduino no es un microcontrolador específico, sino una plataforma de prototipado que utiliza diferentes microcontroladores en sus placas. Algunos de los microcontroladores más comunes en las placas Arduino incluyen:

- **ATmega328P: Usado en el arduino uno.** Es un microcontrolador de 8 bits con 32 KB de Flash, 2 KB de SRAM, y 1 KB de EEPROM.
- **ATmega2560: Usado en el arduino mega.** Es un microcontrolador de 8 bits con 256 KB de Flash, 8 KB de SRAM, y 4 KB de EEPROM.
- **ATmega32U4: Usado en el arduino leonardo y arduino micro.** Tiene capacidades adicionales como soporte para USB.

Figura 33.

Placa arduino.



Nota: Vista de la placa Arduino, se puede emplear para diferentes tipos de usos, basado en hardware y software libre. Tomado de (Rayte Electrónica, 2022).

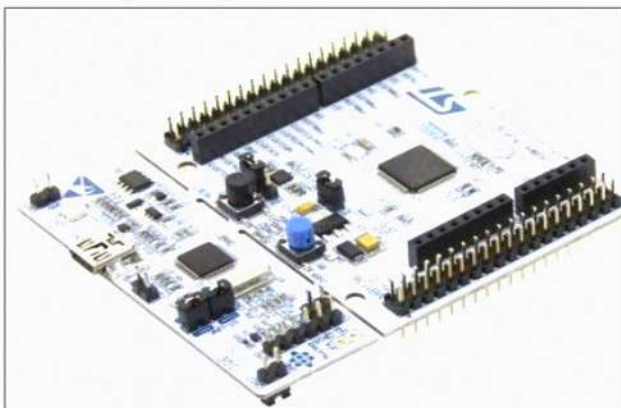
2.5.1.3. Microcontrolador STM32

La página (Profe Tolocka, 2022), nos dice que STM32 es una serie de microcontroladores de 32 bits fabricados por STMicroelectronics. Utilizan la arquitectura ARM Cortex-M y están disponibles en varias variantes, que varían en potencia, memoria y características. Algunos ejemplos incluyen:

- **STM32F103:** Parte de la serie STM32F1. Basado en el núcleo ARM Cortex-M3, con hasta 72 MHz de velocidad de reloj.
- **STM32F407:** Parte de la serie STM32F4. Basado en el núcleo ARM Cortex-M4, con hasta 168 MHz de velocidad de reloj, y ofrece características avanzadas como DACs y periféricos de comunicación más extensos.
- **STM32H743:** Parte de la serie STM32H7. Basado en el núcleo ARM Cortex-M7, con hasta 400 MHz de velocidad de reloj, y es muy potente para aplicaciones que requieren alto rendimiento.

Figura 34.

Microcontrolador ESTM32.



Nota: Vista del microcontrolador ESTM32 contiene diferentes tipos de familia de microcontroladores con características específicas, se caracteriza por tener costos accesibles.

Tomado de (Profe Tolocka, 2022).

2.5.1.4. ESP32 y ESP8266

El ESP32 es un microcontrolador de 32 bits desarrollado por Espressif Systems según (Maker Advisor, 2021), en el cual nos plantea las siguientes características de ambos microcontroladores:

- **Características comunes del ESP32:**

- **Conectividad integrada:** Wifi y Bluetooth, ideal para aplicaciones de IoT.
- **Alta potencia de procesamiento:** Núcleos duales con un rendimiento potente.
- **Flexibilidad:** Soporte para desarrollo en Arduino IDE y ESP-IDF.

El ESP8266 es otro microcontrolador de Espressif Systems, conocido por su conectividad Wifi-integrada. Sus características incluyen:

- **Características comunes del ESP8266:**

- **Conectividad Wifi:** Ideal para proyectos IoT y aplicaciones que solo requieren conectividad Wifi.
- **Costo:** Generalmente más económico que el ESP32.
- **Desarrollo fácil:** Compatible con Arduino IDE y otros entornos de desarrollo.

Figura 35.

Microcontrolador ESP32 y ESP8266



Nota: Vista del Microcontrolador ESP32 y Esp8266, ambos son microcontroladores muy completos pero el Esp32 es más potente que el Esp8266, en sus rendimiento y procesamiento y conectividad. Tomado de (Maker Advisor, 2021).

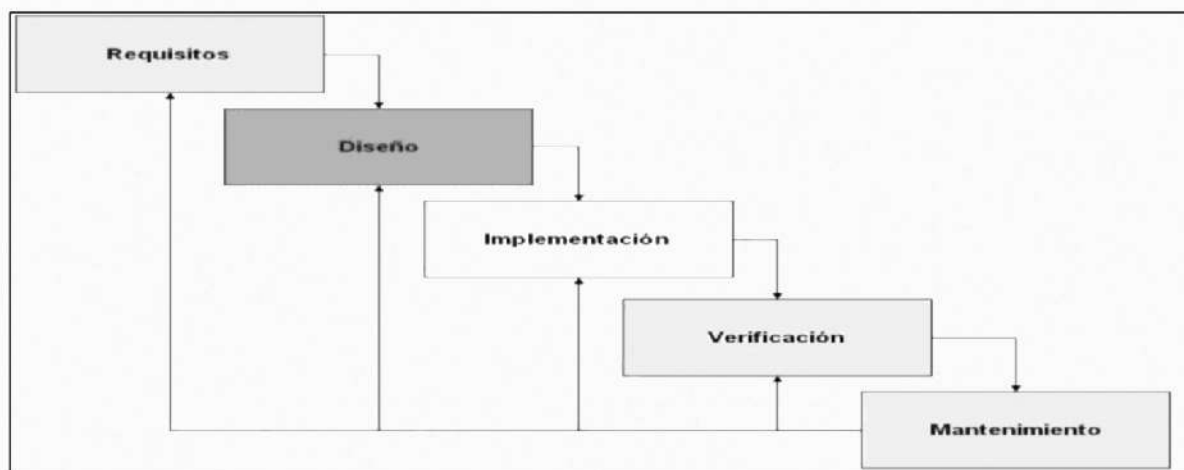
2.6. Modelo en cascada

Esta metodología se caracteriza por su enfoque simple y de constantes verificaciones, en el desarrollo de proyectos de ingeniería y software. La manera en que se realiza el proyecto es dividir el proceso en una serie de fases estructuradas y lineales que deben completarse en un orden específico, asegurando que cada etapa esté terminada antes de pasar a la siguiente.

Este modelo es especialmente útil en proyectos donde los requisitos están claramente definidos desde el inicio y no se esperan cambios significativos durante su desarrollo. Sin embargo, su naturaleza rígida puede ser una limitación en contextos donde se requiere flexibilidad o iteraciones (Pressman, 2020).

Figura 36.

Fases del modelo en cascada.



Nota: Esta imagen muestra las fases del modelo en cascada. Tomado de (Sommerville, 2005).

2.7. Conclusiones del marco teórico

El marco teórico permitió identificar que las tecnologías de uso asistido juegan un papel crucial en la mejora de la autonomía y calidad de vida de las personas con discapacidad visual.

Además, los componentes tecnológicos seleccionados, como el sensor ultrasónico HC-SR04, el módulo GPS Neo-6M, el sensor de ritmo cardíaco MAX30100 y el protocolo de comunicación LoRa, se presentan como piezas fundamentales en el desarrollo del prototipo.

Por otro lado, el análisis del modelo en cascada destacó su idoneidad para proyectos estructurados como el desarrollo del guante inteligente. Su enfoque secuencial permitió organizar el proyecto en fases claras: desde la definición de requisitos y diseño del sistema hasta su implementación y prueba, asegurando un desarrollo progresivo y controlado.

CAPÍTULO III

MARCO INVESTIGATIVO

3.1. Introducción

El diseñar e implementar un prototipo que sea capaz de cumplir con todas las necesidades de las personas con discapacidad visual no es un reto fácil de cumplir, se debe de seguir una metodología o una estandarización que pueda llegar a cumplir con el objetivo deseado que es asumir las necesidades de dicha discapacidad.

En este capítulo tratará acerca de las metodologías aplicadas para este proyecto, en el cual se basan en una serie de normativas, métodos y métricas a seguir en un enfoque aplicado a las necesidades requeridas de dicha investigación, en el cual está planteado tecnológicamente en un prototipo que servirá de ayuda para asistir a dicha discapacidad visual.

Se Implementará un diseño metodológico que cumple con técnicas y métodos como investigación documental ya que es importante mantener una revisión literaria en cuanto a nuevas tecnologías que asistan a la discapacidad visual, combinado de investigación cualitativa integrando encuestas y un enfoque basándose en necesidades de usuario en cuanto a tecnologías que asistan a dicha discapacidad.

3.2. Tipo de investigación

Para la realización de este proyecto se empleará una metodología que combinará enfoques cuantitativos y cualitativos para abordar de manera completa el desarrollo y evaluación del prototipo. Por parte del enfoque cuantitativo se utilizará para medir aspectos objetivos, como el rendimiento del guante, a través de pruebas en el rendimiento del prototipo. Por otra parte, el enfoque cualitativo permitirá conocer las experiencias y opiniones de los usuarios, explorando cómo se sienten al usar el prototipo y qué tan útil les resulta, de esta manera la investigación cuenta con las siguientes características:

- **Descriptiva:** Se utilizó describir las características de las personas con discapacidad visual, sus interacciones con dispositivos tecnológicos, obtener datos sobre las preferencias de los usuarios en cuanto a comodidad, eficacia y funcionalidad del

guante inteligente. Además, se podría analizar cómo las personas con discapacidad visual usan tecnologías de ayuda que están actualmente y qué desafíos enfrentan.

- **Exploratoria:** Se utilizó para obtener una comprensión preliminar del tema y poder identificar las necesidades específicas de las personas con discapacidad visual, las tecnologías existentes y las áreas de mejora en los dispositivos de asistencia.
- **Aplicada:** Este método se aplicó para poder identificar el problema y que el objetivo es desarrollar un prototipo de guante inteligente para personas con discapacidad visual, con el fin de mejorar su movilidad, con el fin de resolver problemas cotidianos que enfrentan las personas con discapacidad visual al interactuar con su entorno.
- **Estadístico:** Este método se utilizó para tabular y analizar los resultados obtenidos por medios de las técnicas empleadas, como las encuestas realizadas y obtener datos cuantificados para la investigación.

3.3. Métodos de investigación

- **Revisión documental:** Se realizará una revisión exhaustiva de la literatura existente sobre tecnologías de asistencia para personas con discapacidad visual, con especial atención a dispositivos que emplean sensores ultrasónicos. Las fuentes incluirán artículos científicos, libros, informes técnicos y revisiones de literatura. Esta fase permitirá identificar las características técnicas esenciales y las soluciones existentes en el campo.
- **Encuestas:** Para la recopilación de información a las personas con discapacidad visual para obtener información sobre sus necesidades, experiencias previas con tecnologías asistivas, y su disposición a utilizar el prototipo del guante inteligente a través de una serie de preguntas estructuradas.

- **Pruebas de rendimiento:** Para realizar una evaluación del funcionamiento del prototipo del guante inteligente ultrasónico en condiciones controladas y reales, la finalidad de estas pruebas fue garantizar que el prototipo cumpla con la calidad requerida para asistir a personas con discapacidad visual, optimizando su desempeño y funcionalidad.

3.4. Fuente de información

3.4.1. Fuentes primarias

Para la iniciar con la obtención de información se procedió primero a investigar e indagar sobre las adversidades que sufren las personas con discapacidad visual y su forma adaptativa de movilización que mantienen ante la sociedad ya sea por ayuda asistida o herramienta que los ayude a moverse, conociendo estos puntos se procedió con la investigación permitiente.

Se estableció vínculos con personas que fomentan la discapacidad visual y profesionales empapados del tema dentro de la ciudad de Manta y parte de la universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, con información recaudada se procedió a establecer una propuesta que ayude a dicha discapacidad utilizando tecnologías capaces de asumir un mejor estilo de vida.

Toda esta información fue fundamental para plantear las bases de este proyecto, con los testimonios y comentarios de los participantes que contribuyeron eficazmente para conocer los requerimientos importantes y esenciales para la realización del prototipo de guante ultrasónico detector de objetos para las personas con discapacidad visual.

3.4.2. Fuentes secundarias

Se llevó a cabo un análisis detallado de la literatura disponible sobre tecnologías de asistencia para personas con discapacidad visual, enfocándose particularmente en dispositivos que utilizan sensores ultrasónicos. Las fuentes consultadas abarcarán artículos académicos, libros, informes técnicos y revisiones especializadas.

3.5. Mecanismos de la recolección de datos

3.5.1. Población

Este proyecto está dirigido dentro de la provincia de Manabí, en donde hay un aproximado de 6.074 personas con discapacidad visual registradas según la página del (Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacidades (CONADIS, 2024). Para el proyecto se realizó el estudio en la Ciudad de Manta teniendo un total de 1.103 personas, pero ha sido dirigido a las personas con un grado de porcentaje del 75% al 100% el cual es un aproximado de 419 personas.

3.5.2. Segmentación

La recolección de información para este proyecto integrador se llevó a cabo considerando a personas con discapacidad visual severa o total que residen en la ciudad de Manta. Sin embargo, se ha enfocado específicamente en aquellas con un grado de discapacidad del 75% al 100%, lo que representa un aproximado de 419 personas que podrían ser los principales beneficiarios de la herramienta propuesta.

3.5.3. Técnica de muestreo

La técnica de muestreo utilizada es una técnica aleatoria simple, en este estudio se refiere al proceso mediante el cual se seleccionaron los participantes para evaluar el prototipo del guante inteligente. Esta técnica asegura que la muestra representada sea adecuada para los objetivos de la investigación, permitiendo obtener resultados válidos y generalizables sobre la efectividad del dispositivo.

Valores

n = Tamaño total de la muestra

N = Tamaño de la población

Z = Equivalente al nivel de confianza del 1.96% que equivale al 95%

e = Error admisible (5%)

p= Variable positiva 0.5

q= Variable negativa 0.5

$$n = \frac{z^2 pqN}{Ne^2 + z^2 pq}$$

$$n = \frac{(1.96)^2 (0.5)(0.5)(398)}{(398)(0.05)^2 + (1.96)^2 (0.5)(0.5)}$$

$$n = \frac{3.8416 * (0.5)(0.5)(398)}{(398) * 0.0025 + 3.841 (0.5)(0.5)}$$

$$n = \frac{3.8416 * 99.5}{0.995 + 0.96025}$$

$$n = \frac{382.2392}{1.95525}$$

$$n = 195.49$$

La muestra de participantes en la investigación es de 195 personas que equivale al 49% de la población investigada.

3.6. Análisis de las herramientas de recolección de datos

La recolección de datos utilizada en esta investigación fue una encuesta estructurada, que permitió obtener datos sobre la experiencia de los usuarios con el guante inteligente ultrasónico. La encuesta incluyó preguntas de opciones múltiples para evaluar la facilidad de uso, la efectividad, el confort y la percepción de los participantes sobre el dispositivo. Los resultados serán analizados para identificar patrones y áreas de mejora en el prototipo.

Tabla 1.

Preguntas de la encuesta.

Preguntas / Respuestas	Objetivo de la pregunta
------------------------	-------------------------

1.Cuál es el grado de discapacidad visual que Enfrenta? a) 25% b) 50% c) 75% d) 100%	Determinar el nivel de discapacidad.
2. ¿Utiliza en la actualidad alguna herramienta que le ayude en su vida diaria debido a su discapacidad visual? a) Perro guía b) Bastón c) Ayuda asistida c) dispositivo tecnológico d) Ninguno	Identificar las herramientas de movilidad que utiliza para desplazarse.
3. ¿Ha utilizado anteriormente algún dispositivo o tecnología creada para apoyar a personas con discapacidad visual? a) Si b) No	Evaluar la experiencia previa de los usuarios con dispositivos tecnológicos sobre la discapacidad visual.
4. ¿Consideraría útil el desarrollo de un dispositivo, como un guante, para la detección de obstáculos en el entorno de personas con discapacidad visual? a) Si b) No	Medir el interés y la percepción de los usuarios sobre la idea de un guante inteligente como herramienta para detectar obstáculos

5. ¿Piensa que el guante ultrasónico debería ser fácil de usar y accesible para personas con diferentes niveles de habilidad técnica? a) Si b) No	Evaluar la importancia de la facilidad de uso y la accesibilidad del guante
6. Cuando se detecte un obstáculo, ¿de qué forma preferiría ser notificado? a) Notificaciones por audio. b) Vibración. c) Señales táctiles.	Identificar las preferencias de los usuarios sobre el tipo de retroalimentación que les gustaría recibir cuando se detecte un obstáculo.
7. Cree usted que el prototipo de guante inteligente mejoraría la capacidad de detectar obstáculos? a) sí, mejoraría b) sí, tal vez c) no, no estoy seguro d) no, para nada.	Medir las expectativas de los usuarios sobre la efectividad del guante en la detección de obstáculos.

Nota. En esta tabla se presentan todas las preguntas de la entrevista que van dirigidas a los participantes que fomentan dicha discapacidad, en el cual los resultados servirán para un análisis previo a la realización de un prototipo de guante inteligente detector de objetos.

3.7. Análisis y presentación de resultados

➤ Resultados correspondientes de la Pregunta #1:

Pregunta: ¿Cuál es el grado de discapacidad visual que Enfrenta?

Tabla 2.
Resultados de la pregunta 1.

Grado de discapacidad visual	Número de participantes	Porcentaje
25%	1	2%
50%	15	21%
75%	15	21%
100%	39	56%
TOTAL	70	100%

Nota. Esta tabla presenta los porcentajes relativos al grado de discapacidad declarado por los encuestados.

Figura 37.

Gráfico porcentual de la pregunta 1.



Nota. Este gráfico ilustra los porcentajes correspondientes al grado de discapacidad reportado por los encuestados.

Los resultados obtenidos de la pregunta 1 según los encuestados sobre su grado de discapacidad, nos demuestra un 2% sobre el equivalente de discapacidad de 25%, entre 50% y 75% un porcentaje del 21% Para ambos, un 56% que fomentan la discapacidad con un grado

de 100%, con estos resultados obtenidos podemos saber que tenemos un número amplio de personas que mantienen la discapacidad con un grado mayor.

➤ **Resultado correspondiente a la Pregunta #2:**

Pregunta: ¿Utiliza en la actualidad alguna herramienta que le ayude en su vida diaria debido a su discapacidad visual?

Tabla 3.

Resultados de la pregunta 2.

Herramientas asistivas	Número de participantes	Porcentaje
Perro guía	10	14%
Bastón	15	21%
Ayuda asistida	20	28%
Dispositivo tecnológico	1	2%
Ninguno	25	35%
TOTAL	70	100%

Nota. La tabla muestra la proporción de personas que actualmente utilizan dispositivos o herramientas de apoyo para facilitar su vida diaria debido a su discapacidad visual.

Figura 38.

Gráfico porcentual de la pregunta 2.



Nota. El gráfico muestra el porcentaje de personas que emplean dispositivos o herramientas de asistencia en su vida cotidiana debido a su discapacidad visual.

Según los datos, el 14% usa perros guías, el 21% usa bastón, el 28% recibe ayuda de familiares, el 2% utiliza dispositivos tecnológicos y el 35% no usa ninguna herramienta de asistencia. Esto indica que la mayoría no emplea tecnología o dispositivos electrónicos para mejorar su asistencia.

➤ **Resultados correspondientes de la Pregunta #3:**

Pregunta: ¿Ha utilizado anteriormente algún dispositivo o tecnología creada para apoyar a personas con discapacidad visual?

Tabla 4.

Resultados de la pregunta 3.

Herramientas Tecnológica	Número de participantes	Porcentaje
SI	5	7%
NO	65	93%
TOTAL	70	100%

Nota. La tabla presenta el porcentaje de personas que han utilizado previamente algún dispositivo o tecnología diseñada para apoyar a personas con discapacidad visual.

Figura 39.

Gráfico porcentual de la pregunta 3.



Nota. El gráfico refleja el porcentaje de personas que han tenido experiencia previa con dispositivos o tecnologías destinadas a apoyar a personas con discapacidad visual.

El 7% de los encuestados ha utilizado herramientas tecnológicas, mientras que el 93% no, lo que indica que la mayoría aún depende de métodos tradicionales de asistencia en su vida cotidiana.

➤ **Resultados correspondientes de la Pregunta #4:**

Pregunta: ¿Consideraría útil el desarrollo de un dispositivo, como un guante, para la detección de obstáculos en el entorno de personas con discapacidad visual?

Tabla 5.

Resultados de la pregunta 4

Grado de interés	Número de participantes	Porcentaje
SI	55	21%
NO	15	79%
TOTAL	70	100%

Nota. La tabla muestra las respuestas de los encuestados sobre la utilidad percibida del desarrollo de un dispositivo, como un guante, para la detección de obstáculos en el entorno de personas con discapacidad visual.

Figura 40.

Gráfico porcentual de la pregunta 4.



Nota. El gráfico representa las opiniones de los encuestados sobre la utilidad de desarrollar un dispositivo, como un guante, para detectar obstáculos en el entorno de personas con discapacidad visual.

El 79% de los encuestados apoya la creación de un guante para ayudar a personas con discapacidad visual a detectar obstáculos, destacando su potencial para mejorar la movilidad y seguridad. El 21% restante muestra dudas sobre su efectividad o aplicabilidad, posiblemente debido a preocupaciones sobre la integración del dispositivo en la vida diaria o la viabilidad de su diseño y tecnología.

➤ **Resultados correspondientes de la Pregunta #5:**

Pregunta: ¿Piensa que el guante ultrasónico debería ser fácil de usar y accesible para personas con diferentes niveles de habilidad técnica?

Tabla 6.

Resultados de la pregunta 5.

Importancia de su uso	Número de participantes	Porcentaje
SI	66	94%
NO	4	6%
TOTAL	70	100%

Nota. La tabla muestra las opiniones de los encuestados sobre la importancia de que el guante ultrasónico sea fácil de usar y accesible para personas con distintos niveles de habilidad

Figura 41.

Gráfico porcentual de la pregunta 5.

técnica.



Nota. El gráfico presenta las percepciones de los encuestados sobre la relevancia de que el guante ultrasónico sea intuitivo y accesible para personas con diversos niveles de habilidad técnica.

El 94% de los encuestados valora la usabilidad del guante ultrasónico, enfatizando la necesidad de un diseño fácil de usar y accesible para todos, sin importar el nivel técnico. El 6% restante considera que la funcionalidad avanzada puede justificar cierta complejidad en su uso.

➤ **Resultados correspondientes de la Pregunta #6:**

Pregunta: Cuando se detecte un obstáculo, ¿de qué forma preferiría ser notificado?

Tabla 7.

Resultados de la pregunta 6.

Tipo de retroalimentación	Número de participantes	Porcentaje
Notificaciones por audio.	35	50%
Vibración.	25	36%
Señales táctiles.	10	14%
TOTAL	70	100%

Nota. La tabla muestra las preferencias de los encuestados sobre el método de notificación al detectar un obstáculo.

Figura 42.

Gráfico porcentual de la pregunta 6.



Nota. El gráfico ilustra las preferencias de los encuestados respecto a la forma de notificación al detectar un obstáculo.

Los resultados muestran que el 50% de los encuestados prefiere notificaciones por audio, seguido por la vibración con un 36%, mientras que las señales táctiles fueron menos

populares con un 14% Esto sugiere que un dispositivo como el guante ultrasónico debería priorizar las notificaciones auditivas, complementándolas con vibración, dejando las señales táctiles como una opción secundaria.

- **Resultados correspondientes de la Pregunta #7:**

Pregunta: ¿Cree usted que el prototipo de guante inteligente mejoraría la capacidad de detectar obstáculos?

Tabla 8.

Expectativa del guante	Número de participantes	Porcentaje
sí, mejoraría	40	57%
sí, tal vez	10	14%
no, no estoy seguro	15	22%
no, para nada.	5	7%
TOTAL	70	100%

Resultado de la pregunta 7.

Nota. La tabla muestra las respuestas de los encuestados sobre si creen que el prototipo de guante inteligente mejoraría la capacidad de detectar obstáculos.

Figura 43.

Resultado de la pregunta 7.



Nota. El gráfico presenta las respuestas de los encuestados sobre si consideran que el prototipo de guante inteligente mejoraría la capacidad de detectar obstáculos.

El 57% de los encuestados creen que el guante mejoraría la detección de obstáculos, mientras que el 14% tiene dudas sobre su efectividad. Un 22% está inseguro y un 7% no cree en su eficacia. Estos resultados indican que, aunque la mayoría confía en el prototipo, algunos requieren más pruebas para estar convencidos.

3.8. Informe de los resultados

Los resultados de esta encuesta ofrecen datos importantes que orientarán el diseño y desarrollo del prototipo de gafas inteligentes, garantizando que el producto final cumpla de manera efectiva con las necesidades y preferencias de los posibles usuarios. A continuación, se exponen los hallazgos más relevantes de la encuesta:

Tabla 9.

Informe final de los resultados obtenidos.

Criterio	Observación
Porcentaje de discapacidad	Según los resultados obtenidos de la pregunta 1 sobre el bajo grado de discapacidad, un 56% que fomentan la discapacidad con un grado de pérdida total de visión, esta investigación tiene como resultado un número amplio de personas que mantienen la discapacidad con un grado elevado.

Herramientas asistidas	Sobre las herramientas asistidas por parte de los participantes tenemos, un 14% utiliza perros guías, un 21% manejan bastón, 28% mantienen ayuda asistida por parte de algún familiar o alguna persona que contribuya a sus necesidades visuales, un 2% manejan dispositivos tecnológicos y el 35% ninguna herramienta de ayuda.
Utilización de herramientas	Se obtuvo como resultado, que el 7% de los encuestados si han utilizado alguna herramienta tecnológica mientras que el 93% no utiliza.
Dispositivo tecnológico	El 79% sugiere un fuerte interés y apoyo hacia la creación de un dispositivo como un guante para ayudar a las personas con discapacidad visual, 21% de los encuestados que no considera útil el desarrollo del dispositivo.
Facilidad en uso de dispositivo tecnológico	El 94% de los encuestados indican que un dispositivo tecnológico como guante sería fácil de utilizar en su desplazamiento mientras, 6% de los encuestados no considera necesario que el guante sea fácil de usar y accesible para diferentes niveles de habilidad.

Preferencia de notificación de dispositivo tecnológico	El 50% de los participantes prefiere notificaciones por audio, un 36% por vibración, mientras que las señales táctiles fueron menos populares con un 14%.
Expectativa de dispositivo tecnológico	Un 57% de los encuestados cree que sí mejoraría incorporar un dispositivo tecnológico, un 14% considera que podría mejorar, pero no están completamente seguros, mientras que el 22% tiene dudas sobre su efectividad. Solo un 7% cree que el guante no mejoraría la capacidad de detección de obstáculos.

Nota. Esta tabla ilustra un resumen de los resultados finales por parte de los encuestados.

3.9. Conclusiones sobre los resultados de la encuesta

La aplicación de la encuesta permitió obtener información esencial para el desarrollo y continuidad de este proyecto bajo la selección del elenco participante por parte de la encuesta donde se llevó a cabo un porcentaje de preguntas con el objetivo de emplear una herramienta tecnológica que sea capaz de cumplir con sus necesidades bajo su discapacidad visual.

Se identificaron necesidades de personas con discapacidad visual y se propuso un guante ultrasónico. La encuesta mostró resultados satisfactorios.

CAPÍTULO IV

MARCO PROPOSITIVO

4.1. Introducción

En esta parte del proyecto se expone la propuesta desarrollada, fundamentada en los datos obtenidos a través de la recopilación de información. Además, se describen los diferentes recursos utilizados para llevar a cabo la iniciativa. Para la ejecución de este proyecto, se aplicó la metodología en cascada, caracterizada por una serie de etapas consecutivas que abarcan investigación y desarrollo, combinando enfoques cuantitativos y cualitativos. Inicialmente, se realizó una investigación preliminar y un análisis de necesidades basado en las opiniones del grupo potencialmente beneficiado. Con los requisitos recopilados, se procedió a elaborar un diseño conceptual y técnico que dio paso a la implementación y pruebas del prototipo.

4.2. Descripción de la propuesta

En este presente trabajo tenemos como objetivo principal brindar y mejorar la calidad de vida de las personas que fomentan discapacidad visual, en el cual se propone un prototipo de guante ultrasónico detector de objetos para personas con discapacidad visual este dispositivo innovador será capaz de brindar mayor autonomía y seguridad en la movilidad diaria.

Este guante estará equipado con sensores ultrasónicos que detectan la presencia de obstáculos en el entorno, generando alertas mediante vibraciones o señales auditivas según la proximidad. El diseño será liviano y que garantice la comodidad durante su uso prolongado, contará con batería recargable para asegurar su funcionamiento continuo.

Las funcionalidades como el reconocimiento de voz incrementan la accesibilidad del dispositivo. A través de comandos de voz, los usuarios pueden obtener información específica sobre los objetos detectados y su proximidad, lo que es esencial para una navegación segura en entornos complejos.

Se integrará un sensor de ritmo cardíaco en el cual se podrá monitorear el estado de salud del usuario en tiempo real, alertando sobre posibles situaciones de estrés o emergencias médicas, añadiendo una capa extra de seguridad y cuidado personal, se incorporará como modelo de comunicación tecnología Lora que servirá en la transferencia de datos para mantener al dispositivo enlazado ya sea a más de 2 kilómetros sin necesidad de conexión a internet, se podrá tener un seguimiento en tiempo real incorporando un sensor de GPS para conocer las distancia de los usuarios.

Este desarrollo representa un paso hacia la inclusión tecnológica, ofreciendo a las personas con discapacidad visual una herramienta práctica y accesible para enfrentar los desafíos del día a día.

4.3. Determinación de recursos

4.3.1. Recursos humanos

A continuación, se muestra a través de la siguiente tabla el personal involucrado en el desarrollo del proyecto, se presenta sus nombre y funciones que los vincula dentro de las actividades de realización del proyecto integrador.

Tabla 10.

Personal especializado participante en la creación del prototipo.

Nombres	Funciones
William Steven Parrales Cruzatti Pin Piloze Jean Pierre	Autores del Proyecto integrador
Ing. Jorge Herrera	Director del Proyecto integrador
Participantes del proyecto	Utilización del prototipo guante ultrasónico en un enfoque de gestión de pruebas y rendimiento.

Nota. En esta tabla se presenta el personal involucrado en el desarrollo del proyecto sobre el prototipo de guante ultrasónico para personas con discapacidad visual.

4.3.2. Recursos tecnológicos

En la siguiente información se mostrará la descripción y detalles de los recursos tecnológicos que se utilizaron para el desarrollo del proyecto.

Tabla 11.

Dispositivos usados para el prototipo.

Dispositivos	Descripción
• Microcontrolador LoRa32	Permite la comunicación inalámbrica de largo alcance mediante tecnología LoRa.
• Módulo GPS NEO-6M	Dispositivo para obtener coordenadas de ubicación en tiempo real.
• DFPlayer Mini	Módulo de reproducción de audio que permite emitir comandos de voz.
• Sensor Ultrasónico HC-SR04	Sensor que mide distancias detectando obstáculos.
• Baterías Rakieta 120000mAh 3.7v	Fuente de energía recargable para alimentar el prototipo.
• Case Batería conector 3.7v	Soporte para alojar la batería y conectar el sistema de alimentación.
• Cable Puente	Elementos de conexión para establecer circuitos eléctricos en el prototipo.
• Placa PCB	Placa base utilizada para montar y conectar los componentes electrónicos del prototipo.

Sensor De Frecuencia Cardiaca Oxímetro Max30100	Sensor óptico para medir la frecuencia cardíaca y la saturación de oxígeno en la sangre (SpO2).
Módulo de carga tp4056	Módulo de carga para baterías de litio, utilizado para cargar baterías de 3.7V mediante micro USB.
Convertidor de voltaje mt3608	Convertidor de voltaje DC-DC que aumenta la tensión de entrada a un nivel más alto.
Interruptor Encendido/Apagado	Dispositivo para controlar el flujo de corriente eléctrica, activando o desactivando el circuito.
Conector Jack 3.5mm hembra	Conector de audio para transmitir señales de audio, comúnmente utilizado para auriculares o dispositivos de audio.

Nota: En esta tabla se enumeran los dispositivos utilizados para la creación del prototipo.

4.3.3. Recursos económicos

En la siguiente tabla se muestra los valores económicos de los componentes a utilizar para el desarrollo del prototipo de guante inteligente detector de objetos.

Tabla 12.

Recursos económicos del proyecto.

No:	Componentes	Cantidad	Costo Individual	Valor
1	Microcontrolador LoRa32	2	\$40.0	\$80.0
2	Módulo gps neo-6m	1	\$20.0	\$20.0
3	DFPlayer mini	1	\$7.50	\$7.50
4	Sensor ultrasónico HC-SR04	2	\$3.50	\$7.0

5	Baterías rakieta 120000mah 3.7v	2	\$8.00	\$16.00
6	Case batería conector 3.7v	1	\$3.5	\$3.5
7	Cable puente pack 40ud.	1	\$4.0	\$4.0
8	Sensor frecuencia cardiaco max30100	1	\$8.0	\$8.0
9	Módulo de carga tp4056	1	\$5.0	\$5.0
10	Resistencia 1K OHM	1	\$0.25	\$0.25
12	Placa circuito integrado pcb impresa	1	\$15.0	\$15.0
13	Convertidor de voltaje mt3608	1	\$5.0	\$5.0
14	Interruptor encendido/apagado	1	\$1.0	\$1.0
15	Conector jack 3.5mm hembra	1	\$2.0	\$2.0
	Valores totales		Total	\$174.25

Nota. En esta tabla se muestra los valores económicos de cada componente que utiliza el dispositivo guante ultrasónico detector de objetos.

4.4. Etapas de la metodología de desarrollo

4.4.1. Recolección y análisis de requisitos

4.4.1.1. Requisitos funcionales

Los requisitos funcionales son esenciales en el desarrollo del prototipo porque definen claramente qué debe hacer el guante, como detectar obstáculos, medir ritmo cardíaco y rastrear ubicación GPS, asegurando que cumpla con las necesidades del usuario, orientan el diseño, facilitan la validación del sistema, mejoran la comunicación entre el equipo y los interesados, y garantizan que el producto sea útil, seguro y eficiente, contribuyendo a mejorar la calidad de vida de las personas con discapacidad visual.

Tabla 13.
Requisitos funcionales del proyecto

Código RF	Requisito funcional	Caso de uso
RF-01	El prototipo debe detectar objetos en un rango determinado.	➤ El guante detecta un objeto a 0.5 metros y genera una vibración intensa para alertar al usuario. ➤ Mientras el usuario se desplace dentro de un espacio cerrado, como su hogar, el prototipo debe ser capaz de identificar objetos ubicados a la altura de las manos, garantizando un recorrido seguro.
RF-02	El prototipo mide el ritmo cardíaco y alerta anomalías y transmitir vía LoRa32.	El prototipo debe ser capaz de medir el ritmo cardíaco dentro del rango establecido del LoRa.
RF-03	El guante debe rastrear la ubicación del usuario mediante GPS y transmitirla en tiempo real a través de LoRa32.	El guante obtiene las coordenadas GPS y las transmite al receptor en tiempo real.
RF-04	El guante debe transmitir los datos de ritmo cardíaco y	La aplicación muestra al usuario los datos de ritmo cardíaco y ubicación recibidos del guante.

	ubicación GPS a una aplicación móvil en tiempo real.	
--	--	--

Nota. Esta tabla muestra los requisitos funcionales para el desarrollo del proyecto

4.4.1.2. Requisitos no funcionales

Los requisitos no funcionales especifican características y condiciones que el prototipo debe cumplir para garantizar su desempeño, calidad y facilidad de uso, más allá de las funciones principales para las que fue diseñado. En el caso del guante inteligente ultrasónico, estos requisitos abarcan aspectos como la eficiencia energética, la ergonomía, la confiabilidad en diversos entornos y la usabilidad para personas con discapacidad visual y que se explican a continuación:

Tabla 14.

Requisitos no funcionales.

Código RNF	Requisito No Funcional	Descripción
RNF-01	Compatibilidad ergonómica	El diseño del guante debe ser cómodo y ajustable para adaptarse a diferentes tamaños de manos. Los componentes electrónicos deben estar distribuidos de manera que no interfieran con los movimientos del usuario ni causen molestias durante el uso prolongado.
RNF-02	Durabilidad del material	El guante debe estar fabricado con materiales resistentes al uso diario. Además, debe soportar el peso de los componentes electrónicos sin

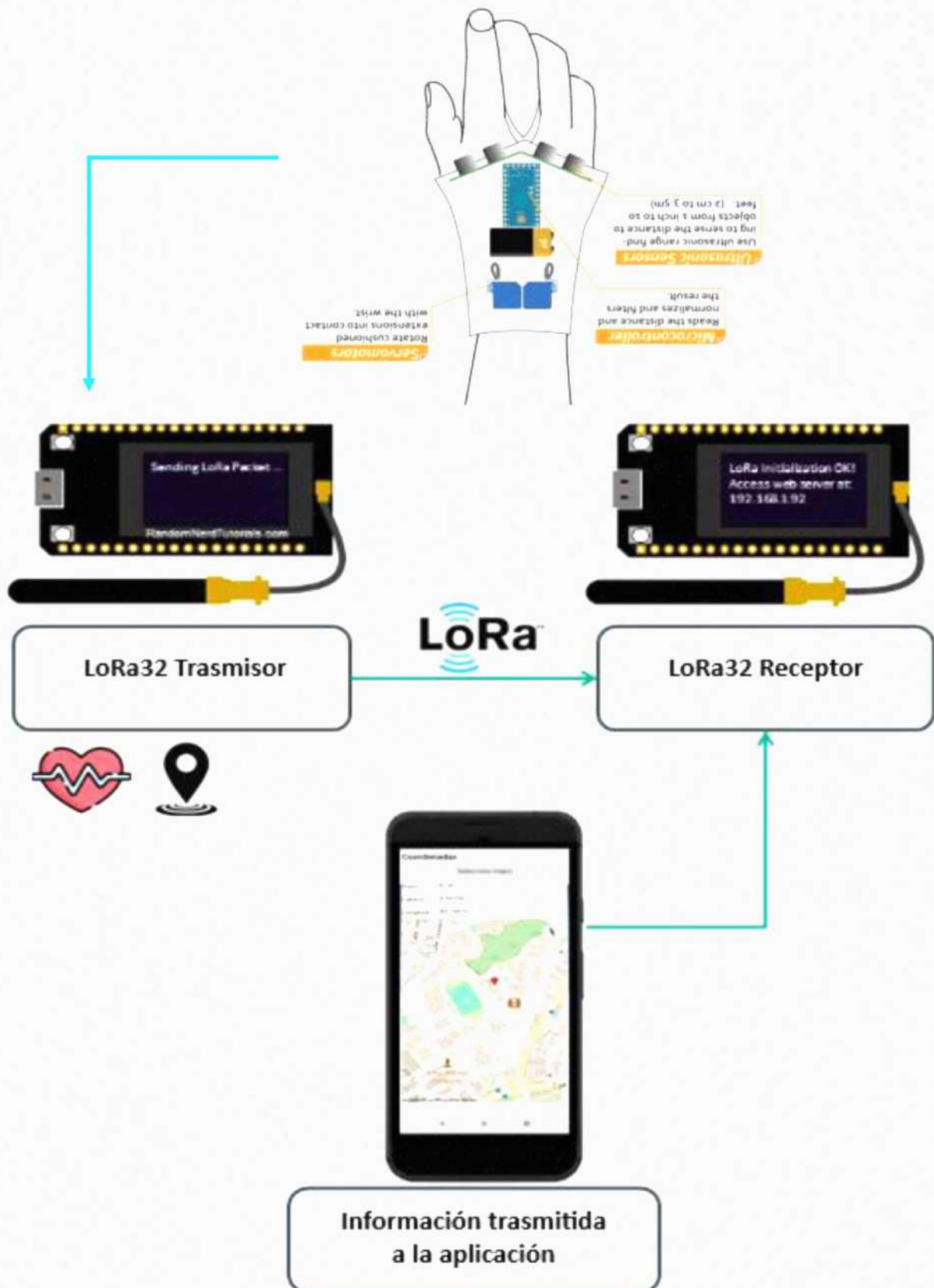
		comprometer su funcionalidad ni la comodidad del usuario.
RNF-03	Eficiencia energética	El prototipo debe tener un consumo energético bajo para garantizar que la batería este a disposición de un uso continuo. Una autonomía adecuada es crucial para su uso prolongado y confiable.
RNF-04	Facilidad de aprendizaje	El guante debe ser fácil de aprender, de forma que cualquier persona pueda entender sus funcionalidades básicas. Esto incluye la comprensión de los patrones de vibración o sonido y las acciones necesarias para configurarlo.
RNF-05	Facilidad de mantenimiento	El diseño debe permitir que los componentes del guante, como sensores, baterías o actuadores, puedan reemplazarse fácilmente en caso de fallas. Esto implica usar conexiones estándar y un diseño modular que reduzca el costo, prolongando la utilidad del dispositivo.

Nota: Esta tabla se describen los requisitos no funcionales para el desarrollo del prototipo.

4.4.2. Diseño del esquema del prototipo

Figura 44.

Esquema del prototipo.



Nota. En la siguiente figura se muestra el esquema del prototipo. Elaborado por los autores.

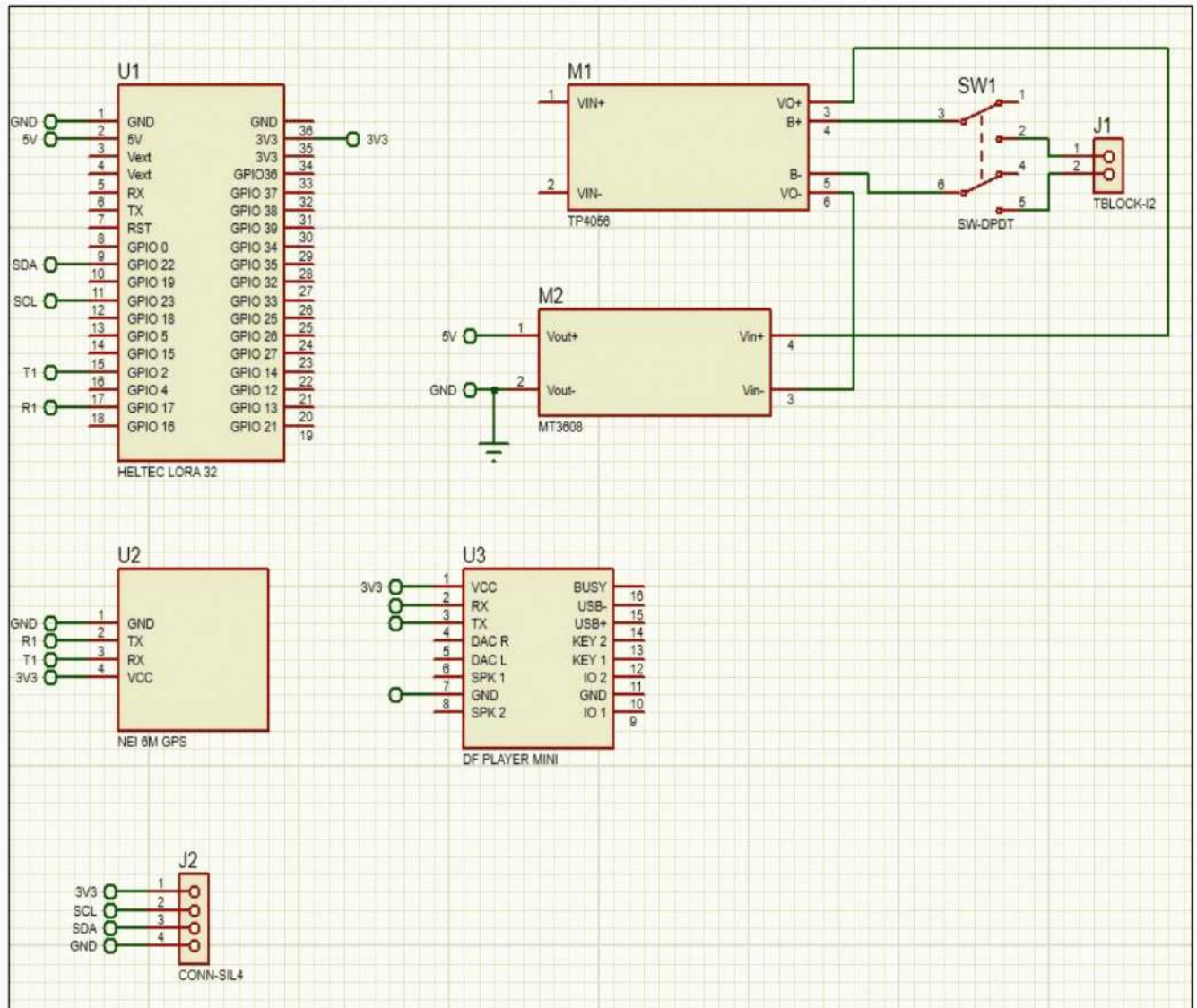
El siguiente diagrama muestra el esquema del prototipo con todas sus conexiones comenzando con su fuente energética que alimentará al prototipo, seguido del microcontrolador LoRa32 en el cual este elemento funcionará para procesar la información de los sensores encargados de cumplir con el objetivo del dispositivo y su tecnología LoRa incorporada como protocolo de comunicación.

Los sensores ultrasónicos detectan los objetos dependiendo la distancia establecida esta información se procesa bajo el microcontrolador, el DFplayer se encargará de transmitir los datos de los sensores ultrasónicos convirtiendo la salida en vibraciones y comandos de voz que se transmitirán en un parlante con el objetivo de alertar al usuario de la cercanía de los objetos.

El módulo GPS y el sensor del ritmo cardiaco se conecta con el microcontrolador transmisor esta información es procesada y transmitida con su tecnología lora a microcontrolador receptor en donde los datos se mostrarán en una aplicación.

Figura 45.

Esquema de conexiones.



Nota: La figura representa el esquema de las conexiones del prototipo del guante para las personas no videntes.

4.4.3. Codificación

A continuación, se describe la codificación del microcontrolador con los componentes que son partes del prototipo a utilizar, para la creación del guante inteligente.

- Cada librería tiene un propósito específico: **heltec.h** nos permitió manejar dispositivos **Heltec WiFi LoRa** con LoRa y OLED.
- **Arduino.h** ofrece funciones básicas de hardware **images.h** facilita el uso de imágenes para pantallas.
- **WiFi.h** gestiona conexiones WiFi **Firestore_ESP_Client.h** , junto con **TokenHelper.h** y **RTDBHelper.h** conecta y simplifica las interacciones con Firebase
- **TinyGPS++.h** procesa datos GPS
- **DFRobotDFPlayerMini.h** controla el módulo DFPlayer Mini para reproducir audio
- **MAX30100_PulseOximeter.h** mide el oxígeno en sangre y ritmo cardíaco.

Figura 46.

Definición de librerías.



```
transmisora.ino  images.h
1  #include "heltec.h"
2  #include "Arduino.h"
3  #include "images.h"
4  #include <WiFi.h>
5  #include <Firestore_ESP_Client.h>
6  #include <addons/TokenHelper.h>
7  #include <addons/RTDBHelper.h>
8  #include <TinyGPS++.h>
9  #include "DFRobotDFPlayerMini.h"
10 #include "MAX30100_PulseOximeter.h"
```

Nota. En esta imagen se definen las librerías a utilizar

- Este código establece varias configuraciones clave para el funcionamiento del dispositivo. Las primeras líneas configuran la conexión WiFi mediante el nombre de la red (SSID) y la contraseña, lo que permite al dispositivo conectarse a internet. También se define una clave API y la URL de una base de datos en tiempo real de Firebase, lo que habilita al dispositivo para interactuar con esta base de datos, como almacenar y recuperar datos relevantes.

- El código configura la frecuencia de operación para el módulo LoRa en 915 MHz, adecuada para comunicaciones en América, y define un período de reporte de 1000 milisegundos, es decir, 1 segundo, para el envío de datos. También incluye valores para la velocidad del sonido y pines específicos para manejar sensores ultrasónicos (trgr1, echo1, trgr2, echo2), necesarios para medir distancias mediante ondas de sonido.

Figura 47.

Conexiones de red y base de datos.

```

12 #define WIFI_SSID "TUBAY."
13 #define WIFI_PASSWORD "Alexander2727D"
14 #define API_KEY "AIzaSyDMOa7oiB212HBERGcdzPCvgdSRV42_IeY"
15 #define DATABASE_URL "https://lora32-gps-default-rtdb.firebaseio.com/"
16 #define BAND 915E6 //you can set band here directly, e.g. 868E6, 915E6
17 #define REPORTING_PERIOD_MS 1000
18 #define SOUND_SPEED 0.034
19 #define trgr1 12
20 #define echo1 25
21 #define trgr2 21
22 #define echo2 13

```

- Este fragmento de código inicializa varias instancias de clases y variables necesarias para el funcionamiento del proyecto. TinyGPSPlus gps se utiliza para procesar datos del módulo GPS, mientras que FirebaseData fbdo, FirebaseAuth auth y FirebaseConfig config se encargan de gestionar la conexión y autenticación con Firebase. La instancia DFRobotDFPlayerMini myDFPlayer permite controlar un reproductor de audio, y PulseOximeter pox se emplea para medir el ritmo cardíaco y la saturación de oxígeno en sangre.
- También se definen variables como duration y distance para cálculos de sensores ultrasónicos, así como cadenas de texto (fecha, hora, LAT, LON) para almacenar datos de ubicación, tiempo y ritmo cardíaco. Los booleanos signupOK y up controlan estados de conexión y procesos, mientras que tsLastReport gestiona el tiempo de los reportes.

Finalmente, TaskHandle_t Task1 prepara la estructura para manejar tareas en paralelo, facilitando la ejecución simultánea de procesos en el microcontrolador.

Figura 48.

Inicializar instancias y definición de variables.

```
24 TinyGPSPlus gps;  
25 FirebaseData fbdo;  
26 FirebaseAuth auth;  
27 FirebaseConfig config;  
28 DFRobotDFPlayerMini myDFPlayer;  
29 PulseOximeter pox;  
30  
31 long duration;  
32 float distance;  
33 float s1, s2, s11;  
34 String fecha, hora, lora_msg, LAT = "0", LON = "0", pulso = "0";  
35 bool signupOK = false, up = 0;  
36 uint32_t tsLastReport = 0;  
37 TaskHandle_t Task1;
```

- La función wifiConect se encarga de iniciar la conexión WiFi utilizando el SSID y la contraseña definidos previamente. Usa WiFi.begin para conectar el dispositivo a la red WiFi y luego entra en un bucle while que verifica el estado de la conexión con WiFi.status. Si el dispositivo no está conectado, imprime un punto en la consola cada 300 ms para indicar que sigue intentando conectarse. Una vez conectado, imprime la dirección IP asignada al dispositivo.
- La función firebaseConfig configura la conexión con Firebase, utilizando la clave API y la URL de la base de datos proporcionada. Dentro de esta función, se realiza un intento de registro con Firebase.signUp. Si el registro es exitoso, imprime "ok" y marca la variable signupOK como verdadera. Si falla, se imprime el mensaje de error. También se establece un token_status_callback para manejar el estado del token y luego se inicializa Firebase con Firebase.begin, asegurando que la conexión a Firebase se mantenga activa incluso si la conexión WiFi se pierde, mediante Firebase.reconnectWiFi(true).

Figura 49.

Iniciación de red y firebase.

```
40 void wifiConnect() {  
41     WiFi.begin(WIFI_SSID, WIFI_PASSWORD);  
42     while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {  
43         Serial.print(".");  
44         delay(300);  
45     }  
46     Serial.println();  
47     Serial.print("Connected with IP: ");  
48     Serial.println(WiFi.localIP());  
49     Serial.println();  
50 }  
51  
52 void firebaseConfig() {  
53     config.api_key = API_KEY;  
54     config.database_url = DATABASE_URL;  
55     if (Firebase.signUp(&config, &auth, "", "")) {  
56         Serial.println("ok");  
57         signupOK = true;  
58     } else {  
59         Serial.printf("%s\n", config.signer.signupError.message.c_str());  
60     }  
61     config.token_status_callback = tokenStatusCallback;  
62     Firebase.begin(&config, &auth);  
63     Firebase.reconnectWiFi(true);  
64 }
```

- El código contiene dos funciones principales: `getGPS` y `getDistance`. La función `getGPS` se encarga de leer los datos del módulo GPS conectado a `Serial1`. Si hay una actualización en la ubicación, se obtiene la latitud y longitud y se almacenan en las variables `LAT` y `LON`, con una precisión de 6 decimales. Las líneas para obtener la fecha y hora están comentadas y no se utilizan en este momento.
- La función `getDistance` mide la distancia utilizando un sensor ultrasónico. Configura los pines del sensor (`trigger` y `echo`), emite un pulso y mide el tiempo que tarda en regresar la señal con la función `pulseIn`. Con el tiempo medido, calcula la distancia utilizando la velocidad del sonido y devuelve el valor calculado.

Figura 50.

Lectura de datos del módulo GPS y distancia

```
65 void getGPS() {
66   while (Serial1.available() > 0) {
67     gps.encode(Serial1.read());
68     if (gps.location.isUpdated()) {
69       LAT = String(gps.location.lat(), 6);
70       LON = String(gps.location.lng(), 6);
71       //fecha = String(gps.date.year()) + "/" + String(gps.date.month()) + "/" + String(gps.date.day()) + "\t";
72       //hora = String(gps.time.hour()) + ":" + String(gps.time.minute()) + "\n";
73       //Serial.print(LAT + "\t" + LON + "\n");
74     }
75   }
76 }
77
78
79 float getDistance(int x, int y) {
80   digitalWrite(x, 0);
81   delayMicroseconds(2);
82   digitalWrite(x, 1);
83   delayMicroseconds(10);
84   digitalWrite(x, 0);
85   duration = pulseIn(y, HIGH);
86   distance = duration * SOUND_SPEED / 2;
87   return distance;
88 }
```

- La función `getDistance` mide la distancia utilizando un sensor ultrasónico. Configura el pin `x` como el trigger, emite un pulso y mide el tiempo que tarda el sonido en regresar utilizando la función `pulseIn`. Luego, calcula la distancia con la fórmula adecuada, utilizando la velocidad del sonido y devuelve el valor de la distancia medida.
- La función `mp3Config` configura el reproductor de MP3 utilizando el módulo DFPlayer Mini. Si el reproductor no se inicia correctamente, muestra un mensaje de error en la pantalla OLED y entra en un bucle infinito. Si la inicialización es exitosa, muestra un mensaje de éxito y ajusta el volumen del reproductor a 20. La comunicación con el reproductor se realiza a través de `Serial2` utilizando un puerto serial para la comunicación.

Figura 51.

Medición de distancia y configuración reproductor mp3.

```

79  float getDistance(int x, int y) {
80      digitalWrite(x, 0);
81      delayMicroseconds(2);
82      digitalWrite(x, 1);
83      delayMicroseconds(10);
84      digitalWrite(x, 0);
85      duration = pulseIn(y, HIGH);
86      distance = duration * SOUND_SPEED / 2;
87      return distance;
88  }
89
90  void mp3Config() {
91      if (!myDFPlayer.begin(Serial2)) { //Use softwareSerial to communicate with mp3.
92          Heltec.display->drawString(0, 20, "mp3  error");
93          Heltec.display->display();
94      while (true) {
95          delay(0); // Code to compatible with ESP8266 watch dog.
96      }
97      Heltec.display->drawString(0, 20, "mp3  ok");
98      Heltec.display->display();
99      myDFPlayer.volume(20);
100
101  }

```

- En la función setup, se inicializan varios componentes del dispositivo. Primero, se configuran la pantalla OLED, LoRa, la comunicación serial y el incremento de voltaje. Luego, se inicializan las comunicaciones seriales para el GPS y el MP3, y se muestra en la pantalla que están listos. Después, se configura el reproductor de MP3 y los pines de los sensores ultrasónicos, se conecta el dispositivo a WiFi y se indica en la pantalla que la conexión está establecida. A continuación, se configura Firebase y se crea una tarea en un núcleo separado para manejar procesos en paralelo. Finalmente, se limpia la pantalla antes de utilizar la configuración.

Figura 52.

Configuración de pantalla y comunicaciones seriales.

```

117 void setup() {
118   Heltec.begin(true, true, true, true, BAND); //oled,lor,serial,boost,lor band
119   screenBegin();
120   logo();
121   delay(2500);
122   Serial1.begin(9600, SERIAL_8N1, 17, 2); //rx tx gps
123   Serial2.begin(9600, SERIAL_8N1, 23, 22); //rx tx mp3
124   Heltec.display->clear();
125   Heltec.display->drawString(0, 0, "OLED   ok");
126   Heltec.display->drawString(0, 10, "LoRa   ok");
127   Heltec.display->display();
128   mp3Config();
129   pinMode(trgr1, OUTPUT);
130   pinMode(echo1, INPUT);
131   pinMode(trgr2, OUTPUT);
132   pinMode(echo2, INPUT);
133   wifiConect();
134   Heltec.display->drawString(0, 30, "wifi ok");
135   Heltec.display->display();
136   firebaseConfig();
137   xTaskCreatePinnedToCore(codeForTask1, "Task_1", 10000, NULL, 1, &Task1, 0);
138   delay(50);
139   Heltec.display->clear();
140   Heltec.display->display();
141 }

```

- En la función loop, el dispositivo lee continuamente los datos del GPS y los sensores ultrasónicos para obtener la latitud, longitud y distancias. La pantalla OLED se actualiza con la latitud, longitud y el pulso. Si ha pasado el tiempo de reporte configurado (definido por REPORTING_PERIOD_MS), el dispositivo envía un mensaje LoRa con la latitud, longitud y el pulso del usuario, y también actualiza los datos en Firebase. La función millis() se utiliza para determinar el tiempo transcurrido desde el último reporte y asegura que los datos se envíen periódicamente.

Figura 53.

Lectura de datos y sensores.

```

143 void loop() {
144   getGPS();
145   s1 = getDistance(trgr1, echo1);
146   s2 = getDistance(trgr2, echo2);
147   Heltec.display->clear();
148   Heltec.display->drawString(0, 0, LAT);
149   Heltec.display->drawString(0, 15, LON);
150   Heltec.display->drawString(0, 30, pulso);
151   Heltec.display->display();
152   if (millis() - tsLastReport > REPORTING_PERIOD_MS) {
153     up = 1;
154     //pulso = String(pox.getHeartRate());
155     //lora
156     lora_msg = LAT + "\t" + LON + "\t" + pulso + "\t";
157     LoRa.beginPacket();
158     LoRa.setTxPower(14, RF_PACONFIG_PASELECT_PABOOST);
159     LoRa.print(lora_msg);
160     LoRa.endPacket();
161     //firebase
162     if (Firebase.ready()) {
163       Firebase.RTDB.setString(&fbdo, F("/transmisora/LAT"), LAT);
164       Firebase.RTDB.setString(&fbdo, F("/transmisora/LON"), LON);
165       Firebase.RTDB.setString(&fbdo, F("/transmisora/BPM"), pulso);
166     }
167     tsLastReport = millis();
168   }

```

- Este código reproduce sonidos según las distancias medidas por los sensores ultrasónicos. Si la distancia de s2 es menor a 25, reproduce el sonido 7. Para s1, se reproducen diferentes sonidos basados en intervalos de distancia y se actualiza la variable s11 para evitar repeticiones del mismo sonido en el mismo rango de distancia.

Figura 54.

Lectura del sonido.

```

169 if (s2 < 25) {
170   myDFPlayer.play(7);
171   delay(250);
172 }
173 if (s1 <= 5 && s11 != 5) {
174   myDFPlayer.play(1);
175   s11 = 5;
176 } else if (s1 > 5 && s1 <= 10 && s11 != 10) {
177   myDFPlayer.play(2);
178   s11 = 10;
179 } else if (s1 > 10 && s1 <= 15 && s11 != 15) {
180   myDFPlayer.play(3);
181   s11 = 15;
182 } else if (s1 > 15 && s1 <= 20 && s11 != 20) {
183   myDFPlayer.play(4);
184   s11 = 20;
185 } else if (s1 > 20 && s1 <= 25 && s11 != 25) {
186   myDFPlayer.play(5);
187   s11 = 25;
188 } else if (s1 > 25 && s11 != 30) {
189   myDFPlayer.play(6);
190   s11 = 30;
191 }
192

```

- Esta función codeForTask1 inicializa y actualiza el sensor de ritmo cardíaco pox en un bucle infinito. Dentro del bucle, el sensor se actualiza constantemente con pox.update(). Si la variable up es igual a 1, se obtiene el ritmo cardíaco con pox.getHeartRate() y se guarda en la variable pulso. Luego, se restablece la variable up a 0 para evitar que el valor del ritmo cardíaco se actualice hasta que up vuelva a ser 1.

Figura 55.

Actualización del sensor.

```

194 void codeForTask1(void* parameter) {
195     pox.begin();
196     for (;;) {
197         pox.update();
198         if (up == 1) {
199             pulso = String(pox.getHeartRate());
200             up = 0;
201         }

```

4.4.4. Diseño del prototipo

El diseño final del prototipo se centró en la ergonomía y la comodidad del usuario, buscando que el dispositivo fuera lo más ligero posible para evitar incomodidad durante su uso prolongado. La mayor parte del peso y los componentes del prototipo se distribuyeron en el antebrazo, ya que es una parte del cuerpo que ofrece más estabilidad y menos esfuerzo muscular en comparación con las manos o los dedos.

Figura 56.

Diseño final del prototipo.



Esto también permite que el guante se mantenga liviano y flexible en la zona de la mano, lo cual es crucial para no restringir el movimiento natural del usuario. Además, al concentrar la carga en el antebrazo, se facilita el ajuste y el balance del prototipo, asegurando que sea cómodo y práctico para personas con discapacidad visual, sin comprometer la funcionalidad ni la seguridad.

Figura 57.

Utilización correcta del prototipo.



4.4.5. Pruebas

En esta parte se detalla las respectivas pruebas se evalúan tanto los aspectos técnicos del prototipo, como la precisión de los sensores y en la detección de obstáculos, y las respuestas de los sensores, como también la usabilidad y experiencia del usuario final. Las pruebas incluyen ensayos funcionales, donde se analiza el funcionamiento del prototipo bajo diferentes condiciones, y pruebas con usuarios, para recoger retroalimentación sobre su comodidad y practicidad.

- **Reconocimiento de obstáculos**

La prueba evaluó el desempeño del prototipo de guante ultrasónico para personas con discapacidad visual en la detección de objetos en distintos entornos. Se midieron parámetros como precisión, rango de detección y tiempo de respuesta, utilizando obstáculos en diversos ángulos, tamaños y ubicaciones.

Los participantes realizaron recorridos en escenarios simulados, analizando la efectividad del guante y la claridad de sus alertas (vibraciones o sonidos). Los resultados permitieron identificar ajustes necesarios para optimizar el diseño y funcionalidad del dispositivo.

Tabla 15.

Prueba del reconocimiento de obstáculos.

Prueba	Objetivo	Resultado
Reconocimiento de Obstáculos	Evaluar el funcionamiento de los sensores ultrasónicos	Se obtuvo una presión exacta en las mediciones de distancia de los ultrasónicos teniendo como resultado 30cm de detección cercana y un distanciamiento amplio de 1m.

Nota: En esta tabla se muestra la efectividad de las pruebas realizadas en cuanto reconocimiento de Obstáculos.

Figura 58.

Prueba de detección de obstáculos.



- **Notificación por comando de voz y vibraciones**

Se evaluó la efectividad del sistema de alertas del prototipo, utilizando tanto señales sonoras como vibraciones para notificar al usuario sobre obstáculos. Se verificó la claridad, volumen y precisión de las notificaciones por comando de voz, así como la intensidad y duración de las vibraciones, asegurándose de que fueran fácilmente perceptibles para personas con discapacidad visual.

Los participantes interactuaron con el guante en diferentes escenarios, realizando tareas específicas mientras recibían las alertas. La prueba permitió medir la capacidad del sistema para brindar información útil y en tiempo real, y cómo los usuarios respondían a las notificaciones, facilitando ajustes para mejorar la experiencia del usuario.

Tabla 16.

Prueba de notificación por voz y vibración

Prueba	Objetivo	Resultado
Notificación por comando de voz y vibraciones	Verificar la efectividad de las notificaciones por comando de voz y vibraciones.	Se realizó pruebas de audición a diferentes usuarios en donde se tuvo una efectividad de 95% de reconocimiento en comandos de voz y vibraciones por parte del prototipo.

Nota: en esta tabla se muestra los resultados de las evaluaciones y pruebas de notificación por voz y vibración.

Figura 59.

Prueba de comando de voz pregrabado.



- **GPS y ritmo cardiaco**

Se busco evaluar la integración de tecnologías de geolocalización y monitoreo de salud en el prototipo del guante. El sistema GPS permitió verificar la precisión en la ubicación del usuario en tiempo real, mientras que el sensor de ritmo cardiaco midió la frecuencia cardíaca durante el uso del dispositivo, brindando datos sobre el estado físico del usuario.

Los participantes realizaron caminatas y actividades en diferentes entornos, y se monitorearon ambos sistemas simultáneamente. La prueba permitió evaluar la efectividad de estas funcionalidades para proporcionar una experiencia más completa y segura, alertando al usuario sobre su ubicación y condiciones físicas, y proporcionando datos para posibles mejoras en el diseño y la utilidad del prototipo.

Tabla 17.

Prueba del GPS y sensor ritmo cardiaco.

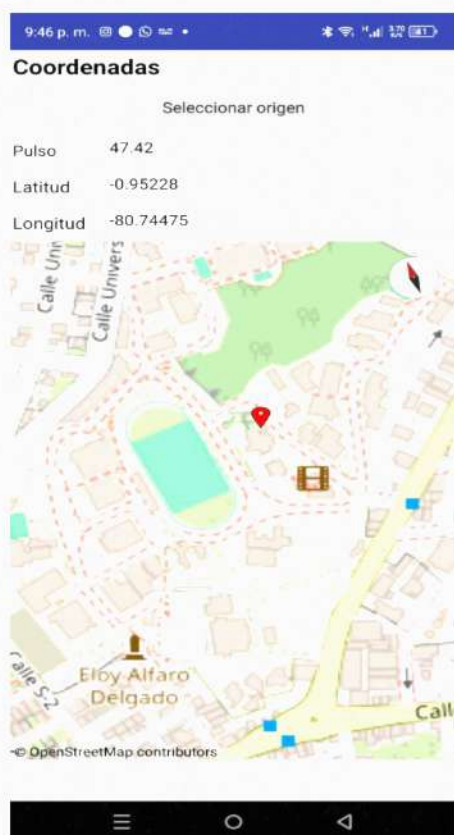
Prueba	Objetivo	Resultado

GPS y Ritmo Cardíaco	Evaluar la precisión del GPS para ubicar al usuario y la efectividad del monitoreo del ritmo cardíaco.	Los resultados mostraron que el sistema GPS ofreció ubicaciones precisas, ayudando a los usuarios a orientarse, mientras que el monitoreo del ritmo cardíaco fue efectivo para rastrear la frecuencia durante las actividades. Estos datos se mostraron en una app que presentó en tiempo real la ubicación en un mapa y la frecuencia cardíaca.
----------------------	--	--

Nota: En esta tabla se muestra las pruebas realizadas por parte del módulo GPS y sensor de ritmo cardíaco hacia los usuarios.

Figura 60.

Prueba de GPS.



- **Prueba de usabilidad**

La prueba de usabilidad se evaluó cómo interactúan los usuarios con el prototipo del guante inteligente ultrasónico, asegurando que sea intuitivo, cómodo y efectivo en su uso cotidiano. Esta prueba analizó los aspectos como la facilidad para comprender las alertas (vibraciones, comandos de voz), la ergonomía del guante, y su adecuación a las necesidades específicas de las personas con discapacidad visual.

Tabla 18.

Prueba de usabilidad.

Prueba	Objetivo	Resultado
Simplicidad de manejo	Evaluar la comodidad y la accesibilidad en su uso.	Los usuarios muestran una conformidad con el diseño del prototipo debido a que su principal carga se establecerá en el ante brazo manteniendo al guante ligero y libre de peso.

Nota: En esta tabla se presenta la prueba de usabilidad realizada por parte de los usuarios.

Figura 61.

Prueba de usabilidad.



CAPITULO V

EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS

5.1. Introducción

En esta etapa del proyecto se presentan la evolución de los resultados obtenidos sobre el proyecto desarrollado de guante ultrasónico para personas con discapacidad visual, se describirán los métodos utilizados para el monitoreo, se analizarán los datos obtenidos y se valorará la eficacia del prototipo en función de los objetivos establecidos. El análisis se enfocará en la eficacia, eficiencia y viabilidad del prototipo, con el objetivo de confirmar su funcionalidad y su utilidad práctica para optimizar la movilidad y la geolocalización de los usuarios.

5.2. Presentación y monitoreo de los resultados

5.2.1. Reconocimiento de obstáculos

En esta sección, se detalla cómo el prototipo identifica obstáculos y notifica al usuario, abarcando desde la tecnología utilizada hasta los resultados obtenidos durante las pruebas.

5.2.1.1 Sensor ultrasónico HC

El sensor ultrasónico HC-SR04 fue evaluado en diferentes escenarios con obstáculos y distancias variadas. Los resultados indicaron una excelente capacidad de detección, acompañada de un margen de error muy reducido. Se presenta un resumen del desempeño del sensor:

Tabla 19.

Resultados del sensor ultrasónico.

Evaluados	Eficacia Alerta	Respuesta	Precisión	Rango Detección (m)
1	ALTA	0.2 segundos	ALTA	1m
2	MEDIA	1.5 segundos	MEDIA	0.5m
3	ALTA	0.6 segundos	ALTA	1.5m
4	ALTA	0.2 segundos	ALTA	1m

Análisis de resultados:

- La detección mostró una precisión consistente, con un rango adecuado para la mayoría de los obstáculos analizados.
- El tiempo de respuesta del sensor presentó ligeras variaciones entre los usuarios, se mantuvo dentro de un margen satisfactorio para garantizar una alerta temprana frente a obstáculos.

5.2.1.2. Método de notificación

Por medio de mensajes pregrabados informan al usuario sobre la proximidad del obstáculo, el método fue evaluado por medio de la intensidad y claridad de los comandos por voz.

Tabla 20.

Evaluación del método de notificación.

Método de alerta	Intensidad del sonido	Claridad del sonido
Bocina	ALTA	CLARA
Conector Jack	ALTA	CLARA

Análisis de los resultados:

- Se logró una presión considerable por parte de los participantes utilizando métodos de notificación basados en bocinas y conectores jack.
- Estos sistemas de alerta demostraron ser efectivos al proporcionar señales auditivas claras y precisas, lo que facilitó la identificación de obstáculos en tiempo real.

5.2.2. Resultados de geolocalización

5.2.2.1. Módulo GPS

El módulo GPS se seleccionó por su bajo consumo energético, capacidad de conectividad global y precisión en exteriores. Este dispositivo opera mediante la recepción de

señales satelitales para calcular la posición del usuario, entregando coordenadas geográficas con actualizaciones periódicas.

Tabla 21.

Resultados de geolocalización.

Evaluados	Intensidad de señal	Tiempo de respuesta (s)
1	ALTA	10s
2	ALTA	12s
3	MEDIA	11s
4	ALTA	10s

Análisis de resultados:

- El módulo GPS logró una precisión considerable en los resultados de geolocalización, lo cual representa un avance significativo para el prototipo del guante ultrasónico.
- Este nivel de exactitud mejora la capacidad del sistema para ofrecer información confiable sobre la ubicación del usuario, aumentando así su utilidad en escenarios de movilidad y orientación para personas con discapacidad visual.

5.2.3. Resultados ritmo cardiaco

5.2.3.1. Sensor cardiaca oxímetro max30100

Se utilizó para monitorear las constantes vitales del usuario en tiempo real, con el objetivo de garantizar su seguridad durante el uso prolongado del guante.

Tabla 22.

Resultados ritmo cardiaco.

Evaluados	Frecuencia promedio (BPM)	Tiempo de respuesta (s)	Eficacia
1	ALTA	2s	Muy bueno

2	MEDIO	11s	Bueno
3	ALTA	1s	Muy bueno
4	MEDIO	10s	Bueno

Análisis de resultados:

- Estos resultados indican que el sensor es funcional y bien recibido por los usuarios, pero también sugieren una oportunidad para optimizarlo aún más, ya sea en términos de precisión, facilidad de uso o integración con otras funciones del dispositivo.

5.2.4. Resultado protocolo de comunicación

5.2.4.1. LoRa32

En este prototipo, el módulo LoRa32 se utilizó para transmitir datos del guante (como ubicaciones GPS y ritmo cardíaco) hacia un dispositivo receptor.

Tabla 23.

Resultados del protocolo de comunicación.

Evaluated	Alcance (km)	Tiempo de respuesta (s)	Eficacia
1	1 km	1s	MUY BUENO
2	0.1 k	7s	BUENO
3	1.2 km	3s	MUY BUENO
4	1 km	1.5s	MUY BUENO

Análisis de resultados:

- Se logró una conexión estable en un rango considerable, asegurando que la comunicación entre dispositivos sea efectiva incluso a distancias mayores.
- Las pruebas mostraron que el protocolo mantiene una tasa de transferencia de datos constante y confiable, sin interrupciones significativas.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones y recomendaciones

6.1.1. Conclusiones

Una vez realizado el presente estudio, se llegaron a conclusiones claves que reflejan los hallazgos principales y sus implicaciones, sirviendo de base para futuras investigaciones y mejoras:

- Se reconocieron las dificultades de las personas con discapacidad visual, resultando esencial para desarrollar soluciones efectivas que mejoran su movilidad, autonomía y calidad de vida. A través de los resultados obtenidos facilitan la creación de tecnologías adaptadas a sus desafíos cotidianos, asegurando que las innovaciones son útiles y generan un impacto positivo en su vida.
- Como parte del diseño se identificaron los dispositivos electrónicos para el prototipo del guante inteligente que resultó esencial para asegurar su funcionalidad y eficacia. Se seleccionaron componentes adecuados, como sensores ultrasónicos y módulos de GPS, el cuál garantizó que el guante cumpla con los requisitos técnicos.
- Una aplicación móvil integró las funciones de geolocalización y monitoreo del ritmo cardíaco. La app recibe y muestra las coordenadas de ubicación proporcionadas por el módulo GPS, además de las lecturas del ritmo cardíaco obtenidas del sensor.
- La realización de pruebas del prototipo con personas con discapacidad visual resultó esencial para evaluar su desempeño en situaciones reales y verificar que cumple con las necesidades específicas de los usuarios. Estas pruebas ofrecieron retroalimentación crucial sobre el funcionamiento del guante, lo que permite realizar ajustes y mejoras basadas en la experiencia directa de los usuarios.
- El desarrollo del prototipo se llevo a cabo de manera exitosa, de acuerdo con lo planteado con requerimiento y siendo demostrado por medio de las diferentes pruebas y resultados obtenidos, validando su funcionalidad y correcto desempeño.

6.1.2. Recomendaciones

- Se recomienda optimizar los sensores ultrasónicos utilizados. Durante las pruebas, se observó que estos sensores tenían limitaciones en la precisión y el rango de detección de objetos a largas distancias. Mejorar estos sensores permitirá una detección más precisa y una mejor funcionalidad en diferentes situaciones del entorno.
- Realizar ajustes en el diseño del guante para mejorar su ergonomía y confort. Las pruebas de usuario revelaron que el diseño actual no se adapta adecuadamente a diferentes tamaños de manos, lo que afecta la comodidad y efectividad del dispositivo.
- Mejorar la ergonomía del guante permitirá una mejor aceptación por parte de los usuarios. Modificar el diseño del guante para incluir elementos ajustables o adaptables, como correas o paneles de ajuste.
- Se debe desarrollar un programa de capacitación para los usuarios finales del guante inteligente, que explique detalladamente el uso y mantenimiento del dispositivo. Además, proporcionar información accesible ayudará a resolver cualquier problema que los usuarios puedan enfrentar. La capacitación adecuada aumentará la efectividad del guante y facilitará su uso.

7. Referencias bibliográficas

- Adrianzen, R., y Puma, G. (12 de Junio de 2019). *Diseño y desarrollo de un sistema portable de proximidad para invidentes que permite el uso de ambas manos*.
https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/2181/Rodolfo%20Adrianzen_Giancarlos%20Puma_Trabajo%20de%20Investigacion_Bachiller_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Aguilar, A., Vivas, A., y Sabater, J. (13 de Diciembre de 2016). *Una aproximación a la realidad aumentada y sus aplicaciones quirúrgicas*.
<http://www.scielo.org.co/pdf/ecei/v12n24/1909-8367-ecei-12-24-00015.pdf>
- Apascide. (2023). *La técnica de guía*. https://apascide.org/presentacion/curso_tema09/
- Aratek. (2 de Junio de 2022). *El archivo de huellas dactilares: 4 tipos de sensores de huellas dactilares*. Qué es una huella digital óptica ¿Sensor?:
<https://www.aratek.co/es/news/the-4-fingerprint-sensor-types>
- Avelectronics. (2 de Enero de 2024). *Sensor Pulso*. <https://avelectronics.cc/producto/sensor-pulso/?srsltid=AfmBOoq8zlG71LqfUMdhP19qLGHMxqJtnwets5z9nvwIc1MULBm5znPg>
- Azaña, R., y Vizuite, C. (14 de febrero de 2018). *Diseño y Construcción de un Prototipo de Guante con Orientación y Localización para Ayuda en la Movilidad de Personas Invidentes*. <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/19180/1/CD-8564.pdf>
- Baque, R. (2018). *DESARROLLO DE UN PROTOTIPO DE GUANTE ULTRASÓNICO PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD VISUAL PARA EL LABORATORIO DE ROBÓTICA DE LA CARRERA DE INGENIERÍA EN COMPUTACIÓN Y REDES*.
<https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/1470/1/UNESUM-ECU-REDES-2017-02.pdf>

Borja, C. (12 de marzo de 2023). *Prototipo para la localización de secciones y productos por percha para personas con discapacidad visual.*

<https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/13785/2/04%20MEC%20462%20TRABAJO%20GRADO.pdf>

Caracol Radio. (09 de Junio de 2018). *Estudiantes en Manizales diseñan gafas para personas con discapacidad visual.* CARACOL RADIO:

https://caracol.com.co/emisora/2016/06/09/manizales/1465469074_211339.html

Cedeno, E. (14 de Agosto de 2020). *HISTORIA DE LOS MICROCONTROLADORES Y SUS FABRICANTES.* HISTORIA DE LOS MICROCONTROLADORES:

<http://vistronica.com/blog/post/historia-de-los-microcontroladores-y-sus-fabricantes>

CHANCHI, Gabriel OSPINA, Manuel Pérez . (9 de Julio de 2020). *Sistema IoT para la monitorización de la variabilidad del ritmo cardiaco en pruebas de usabilidad.*

Revista espacios: <https://es.revistaespacios.com/a20v41n25/a20v41n25p07.pdf>

Childrensmn. (2019). *Enfermedades genéticas.* ¿Qué es una enfermedad genética?:

<https://www.childrensmn.org/educationmaterials/childrensmn/article/16992/enfermedades-geneticas/>

Ciegos del Mundo. (2023). *Orientación y Movilidad.* <https://ciegosdelmundo.net/orientacion-y-movilidad/>

Collazos, H., y Vera, J. (12 de Junio de 2015). *mejoramiento de un dispositivo electrónico guía basado en hardware libre y el desarrollo de un software de geo - localización de ruta que se complementan entre sí, para personas en condición de discapacidad visual (bathand).*

<https://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/5936/PROYECTO%20BATHAND.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

CONADIS. (17 de Octubre de 2024). *Estadísticas de Discapacidad*.

<https://www.consejodiscapacidades.gob.ec/estadisticas-de-discapacidad/>

Connectivity. (12 de enero de 2024). *Termopares*. Características del termopar:

<https://www.te.com/es/products/sensors/temperature-sensors/thermocouple-sensors.html?tab=pgp-story>

dr. Carlos h. García c. Rafael Zelaya m. dr. Nelson Velásquez g. dr. Samuel f. García o.

(2001). *ULTRASONIDO EN GINECOLOGÍA Y OBSTETRICIA*. Honduras: Consejo editorial .

EducaOpen. (12 de abril de 2023). *Encoder*. ¿Qué es un encoder? ¿Cómo funciona un

encoder?: <https://www.educaopen.com/digital-lab/metaterminos/e/encoder>

El Comercio. (12 de Diciembre de 2015). *Crean guante ultrasónico para personas con*

discapacidad visual. El comercio: <https://elcomercio.pe/tecnologia/inventos/crean-guante-ultrasonico-personas-discapacidad-visual-250948-noticia/>

ElectronicComponents. (6 de febrero de 2021). *¿Cómo funciona y qué hace el acelerómetro?*

¿Qué es un acelerómetro?: <https://www.tme.eu/es/news/library-articles/page/22568/Como-funciona-y-que-hace-el-acelerometro/>

Feinberg, T. E. (2003). *Neurología del Comportamiento y Neuropsicología*. New York:

McGraw-Hill.

Frías, R. (4 de Junio de 2023). *Introducción al giroscopio*. ¿Cómo funciona un girómetro?..:

https://www.5hertz.com/index.php?route=tutoriales/tutorial&tutorial_id=13

Ganchozo, E. (09 de Julio de 2018). *PROTOTIPO DE DISPOSITIVO*

TIFLOTECNOLÓGICO PARA LA IDENTIFICACIÓN DE OBJETOS EN PERSONAS

NO VIDENTES. Revista Científica de Informática ENCRIPtar - ISSN: 2737-6389:

<https://publicacionescd.uleam.edu.ec/index.php/encriptar/article/view/88/181>

- García, V. (12 de Junio de 2017). *Universidad de Valladolid*. Auxiliares de movilidad en la discapacidad visual. Terapia asistida por perros: perros guía.:
<https://acortar.link/WUaP03>
- Gil, I. (14 de Noviembre de 2018). *¿Qué es la discapacidad? Evolución histórica y cultural*.
El blog : <https://fundacionadecco.org/blog/que-es-la-discapacidad-evolucion-historica/>
- GIRNI. (2014). *IDE Arduino con HELTEC ESP32+LoRa*. 1. HELTEC ESP32+LoRa –
Incluir entre las tarjetas del IDE: <https://blog.espol.edu.ec/girni/ide-arduino-con-heltec-esp32lora/>
- Gómez, R. (2010). *Sistema de Posicionamiento Global (GPS): Principios y Aplicaciones*.
Madrid: Editorial Marcombo.
- Grant, S. (21 de Noviembre de 2024). *¿Qué es un sensor y qué hace? Sensor*:
<https://dewesoft.com/es/blog/que-es-un-sensor>
- Gudgel, D. T. (10 de Abril de 2023). *Cómo reconocer y tratar las lesiones oculares*. lesiones oculares: <https://www.aaof.org/salud-ocular/consejos/reconociendo-las-lesiones>
- GuilcorSensors. (5 de enero de 2024). *Sensor de temperatura del termistor*. Todo saber:
<https://n9.cl/34fvwc>
- Icqq. (12 de enero de 2024). *Descubre la importancia del bastón blanco en la vida de personas con ceguera*. <https://icqq.org/2023/10/11/importancia-baston-blanco-personas-con-ceguera/>
- Industrias GSL. (4 de Julio de 2021). *GSL Industrias*. SENSOR ULTRASÓNICO:
<https://industriasgsl.com/blogs/automatizacion/sensor-ultrasonico>
- Inforeuma. (2023). *Enfermedades Autoinmunes Sistémicas (EAS)*. ¿Qué son las enfermedades autoinmunes sistémicas?: <https://inforeuma.com/enfermedades-reumaticas/enfermedades-autoinmunes-sistemicas-eas/>

- Interimgrouphr. (2013 de Noviembre de 2023). *Tipos de discapacidad visual*.
<https://interimgrouphr.com/blog/tipos-discapacidad-visual/>
- Keyence. (2024). *¿Qué es un sensor ultrasónico?* <https://acortar.link/fEInDC>
- Lusby, F. (12 de Abril de 2019). *Ceguera y pérdida de la visión*. Ceguera y pérdida de la visión: <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/003040.htm>
- Macías, S., y Reyes, P. (15 de Junio de 2018). *Patología congénita ocular*.
<https://www.pediatriaintegral.es/publicacion-2018-01/patologia-congenita-ocular/>
- Maldonado, A., Fuentes, L., Álvarez, F., y Benítez, E. (8 de Diciembre de 2017). *Desarrollo y evaluación de un sistema interactivo para personas con discapacidad visual*.
TecnoLógicas: <http://www.scielo.org.co/pdf/teclo/v21n41/v21n41a10.pdf>
- Martínez, M. (23 de Agosto de 2017). *NOBBOT*. ¿Sabes cuál fue el primer sensor conectado de la historia?: <https://acortar.link/NituEc>
- Mecafenix, I. (2022). *Termistores*.
https://www.ingmecafenix.com/automatizacion/sensores/termistor-sensor-temperatura/#google_vignette
- Medlineplus. (2023). *Enfermedades de los ojos*. Otros nombres: Enfermedades oculares:
<https://medlineplus.gov/spanish/eyediseases.html>
- Morales, J. (23 de Marzo de 2019). *Sensores de vibración*. Sensores de vibración triaxial:
<https://www.pce-iberica.es/instrumentos-de-medida/sistemas/sensores-vibracion.htm>
- Moreno, J. (2013). *Microcontroladores y Sistemas Embebidos: Principios y Aplicaciones*.
Barcelona: Ediciones UPC.
- National Eye institute. (22 de junio de 2021). *Degeneración macular relacionada con la edad*. <https://goo.su/zTGC6m>

OMS. (10 de Agosto de 2023). *Ceguera y discapacidad visual*. Organización Mundial de la salud : <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/blindness-and-visual-impairment>

OMS. (10 de Agosto de 2023). *Ceguera y discapacidad visual*. OMS: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/blindness-and-visual-impairment>

Padilla, A. (2010). *Discapacidad: contexto, conceptos y modelos*. Pontificia Universidad Javeriana Colombia: <https://www.redalyc.org/pdf/824/82420041012.pdf>

Pallás Areny, R. (2006). *Sensores y Actuadores*. Madrid: Marcombo.

Pallasco, V. (23 de Marzo de 2024). *¿CÓMO FUNCIONA UN SENSOR DE RECONOCIMIENTO FACIAL? ¿EN QUE CONSISTE LA BIOMETRÍA FISIOLÓGICA?*: <https://atiempo.com.ec/como-funciona-un-sensor-de-reconocimiento-facial/>

Patricia, Z. C. (2014). *BIOSEGURIDAD EN ODONTOLOGIA*. Revista de Actualización: <https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/1470/1/UNESUM-ECU-REDES-2017-02.pdf>

Patrício, C. A. (21 de Junio de 2010). *Sensores*. Guía de sensores: <https://acortar.link/0I8BeJ>

Peralta, M., y Urmendiz, J. (Agosto de 8 de 2014). *UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE. SISTEMA DE ASISTENCIA Y GUÍA PARA PERSONAS INVIDENTES*: <https://red.uao.edu.co/server/api/core/bitstreams/efb47c99-dfa9-42ca-965b-ddfc764de2a3/content>

Peterson, Z. (16 de octubre de 2024). *Dominando el magnetismo: sensores de efecto Hall y sus aplicaciones para PCB*. <https://resources.altium.com/es/p/mastering-magnetism-hall-effect-sensors-and-applications-pcbs>

- Pressman, R. S. (2020). *Software engineering: A practitioner's approach* . McGraw-Hill Education.
- Prieto, D. (2014). *Sistema de Detección de Objetos para las Personas con Discapacidad Visual*.
<https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/16505/PrietoAcevedoDavidFelipe2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rodríguez, C. C. (Octubre de 1 de 2010). *Sobre el concepto de discapacidad. Una revisión de las propuestas de la OMS*. AUDITIO:
<https://www.journal.auditio.com/auditio/article/view/30/136>
- Rutronik24. (2023). *Sensero de reconocimiento facial*.
<https://www.rutronik24.com/product/omron/b5t007001010/8237834.html>
- Santamaría, P. (29 de Enero de 2023). *El Debate* . Salud + Bienestar:
https://eldebate.com/salud-y-bienestar/salud/20230129/baston-inteligente-ciegos-puedan-compra-sentarse_87557.html
- Semtech. (19 de Noviembre de 2024). *ESP32 LoRa con servidor web (comunicación de larga distancia)*. <https://www.semtech.com/lora>
- Smoot, J. (31 de Mayo de 2023). *Guía completa de potenciómetros*. Conceptos básicos sobre potenciómetros: <https://www.digikey.es/es/articles/the-complete-guide-to-potentiometers?srltid=AfmBOoq4mYRVWkj2i2XyGVF7kJwmfmwirB2OlGnuXr6pRur9Mq-5I-0G>
- Solís, C. (Octubre de 2019). *Diseño del prototipo de un guante controlado con arduino que permite la detección de obstáculos por medio de sensores para mejorar el desplazamiento dentro del hogar a personas con bajos recursos que cuenten con discapacidad visual*. Repositorio UG: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/44797>

TecnoElite. (2014). *El microcontrolador*. <https://tecnoelite.co/que-es-un-microcontrolador-tipos-usos-y-historia/>

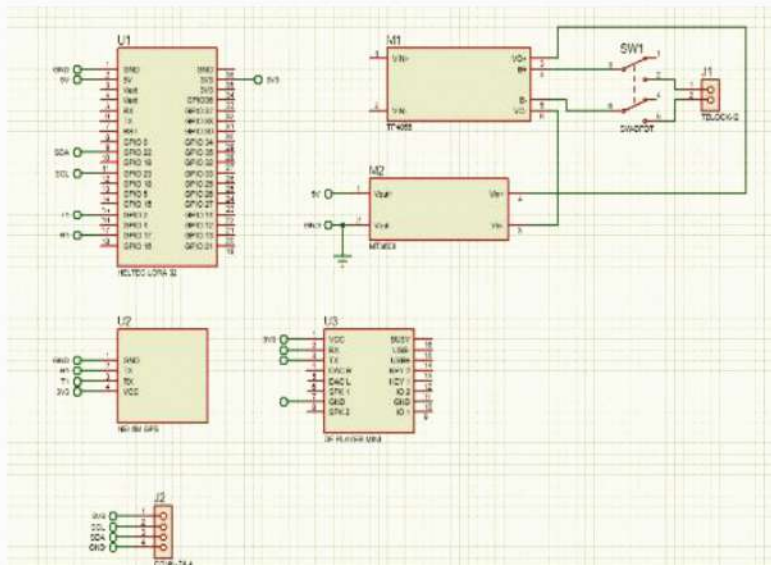
VisionCore. (2 de Febrero de 2019). *Pérdida brusca de visión: posibles causas*. VisionCore: <https://visioncore.es/perdida-brusca-de-vision-posibles-causas/>

Zambrano, M. (26 de Enero de 2017). *Las nuevas políticas sobre discapacidad: la contribución de Mike Oliver*. la contribución de Mike Oliver: <https://acortar.link/qgThfS>

Zooplus. (28 de Mayo de 2024). *Perro guía*. ¿Qué perros pueden convertirse en perros guía?: <https://www.zooplus.es/magazine/perros/adiestramiento-canino/perros-guia>

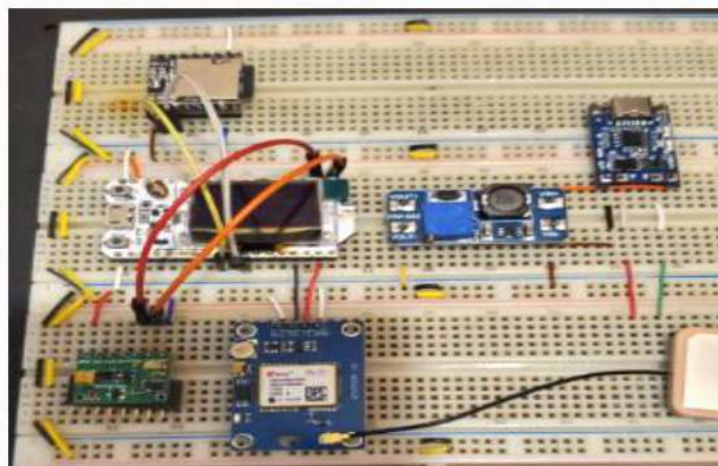
8. ANEXOS

Anexo 1. Diseño y simulación de circuitos



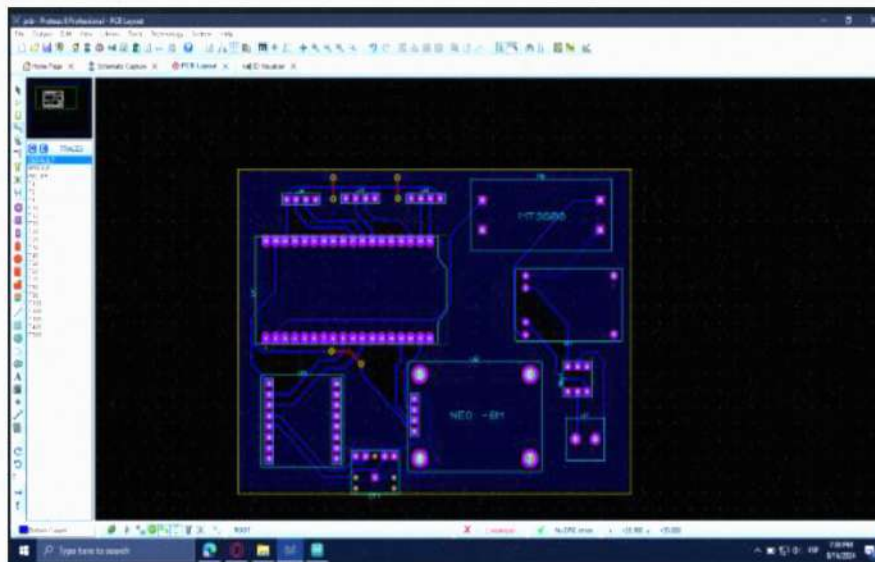
En esta imagen se utilizó el software Proteus para crear, simular y verificar el diseño del circuito electrónico, asegurando su correcto funcionamiento antes de la construcción física.

Anexo 2. Pruebas con el protoboard y componentes esenciales.



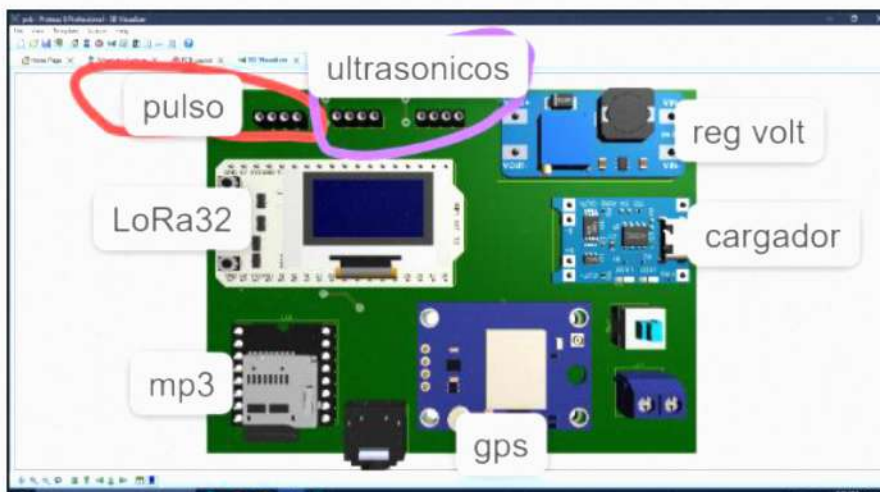
Esta imagen se demuestra cómo se realizó el prototipado electrónico funcional, etapa en la que se realizaron pruebas experimentales en un protoboard para validar el diseño y funcionamiento de un circuito antes de su implementación final.

Anexo 3. Diseño circuito PCB



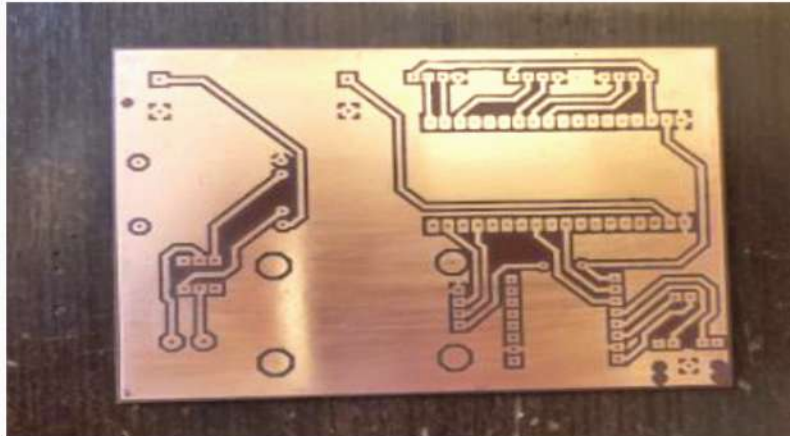
Esta imagen se muestra la creación y el diseño del circuito electrónico que sirvió para una placa de circuito impreso, definiendo la disposición de los componentes y las conexiones eléctricas.

Anexo 4. Diseño del circuito



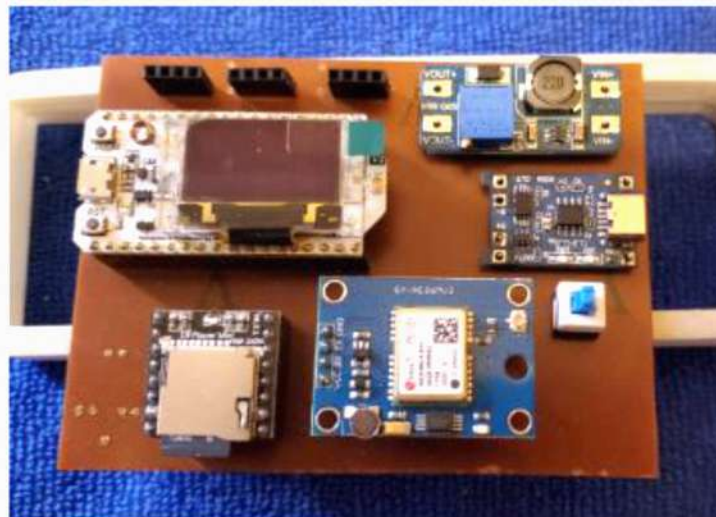
Esta ilustración se muestra la realización del diseño y distribución de los componentes montados gráficamente.

Anexo 5. Placa PCB impresa.



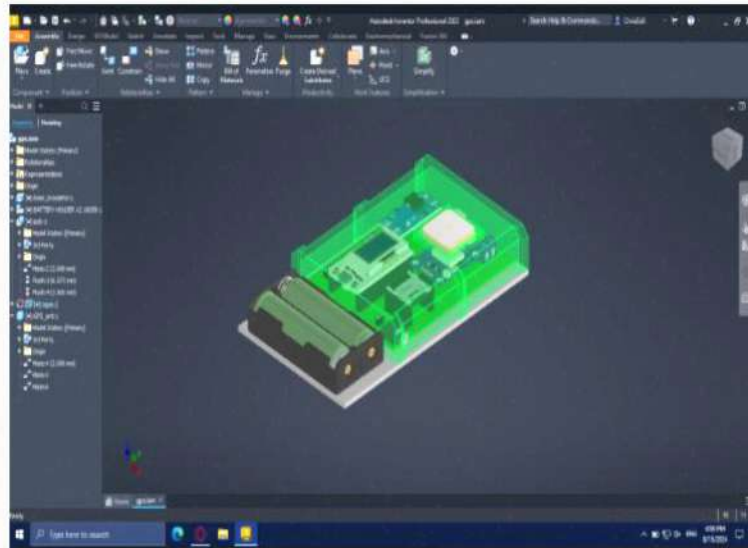
Esta placa nos sirvió para ensamblar los componentes electrónicos de manera más profesional.

Anexo 6. Ensamblaje de los componentes en la placa PCB



Se montaron todos los dispositivos a utilizar en la placa PCB y se procedió a realizar pruebas de su funcionamiento.

Anexo 7. Diseño estructuras y soportes del dispositivo



Se diseñó las estructuras y se imprimieron las piezas en 3D

Anexo 8. Utilización del dispositivo



Manual de usuario del guante con sensor ultrasónico para personas con discapacidad visual.



Autores:

- **Parrales Cruzatti William Steven**
- **Pin Piloze Jean Pierre**

1. Presentación

Este informe se centra en el manual de usuario para un guante ultrasónico diseñado para personas con discapacidad visual. El manual explica su funcionamiento, características y cuidados, facilitando el uso del dispositivo, que detecta objetos mediante sensores ultrasónicos y alerta con vibraciones. Su estructura es clara, accesible y práctica, garantizando un uso autónomo y seguro.

2. Objetivo del documento

El objetivo principal es detallar las instrucciones de uso del dispositivo, destacando sus características, funcionamiento y cuidados necesarios para garantizar su efectividad y durabilidad.

3. Introducción

El Guante Inteligente Ultrasónico es un dispositivo innovador diseñado para asistir a las personas con discapacidad visual en su movilidad diaria. Equipado con sensores ultrasónicos para la detección de obstáculos, un módulo GPS para la localización geográfica, un sensor de ritmo cardíaco para el monitoreo de la salud y un sistema de notificaciones por voz, este guante garantiza una experiencia de usuario segura y eficiente.

4. Descripción del dispositivo

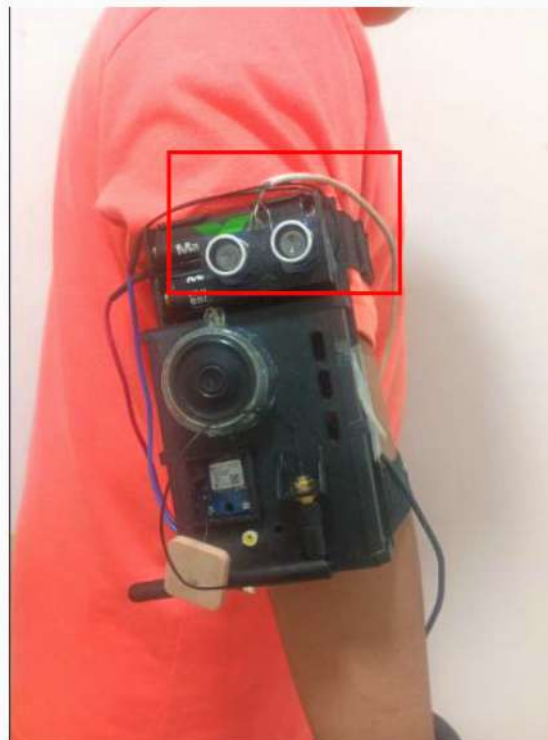
4.1. Componentes

- **Sensores ultrasónicos:**

-Sensor frontal: Este sensor está ubicado en el guante y determinará las distancias frontales en donde se ubique un objeto emitiendo una voz pregrabada en el cual indicará la distancia exacta del obstáculo.



-Sensor lateral del brazo: Este sensor está ubicado en la parte lateral del brazo y determinará las distancias emitiendo un sonido dependiendo del diámetro donde se encuentre el objeto.



- **Modulo GPS Neo 6m:** Facilita identificar la ubicación del usuario. Esta ubicación será reflejada en la app.
- **Sensor de ritmo cardiaco MAX 30100:** Permite conocer las pulsaciones de ritmo cardiaco que mantienen los usuarios, estos datos serán reflejados en la app.

- **LoRa32:** Nos permitirá mantener monitoreado al usuario en un rango de 2 kilómetros.
- **Bocina:** Permitirá transmitir las grabaciones pregrabadas para dar a conocer las distancias de los objetos.

5. Instrucciones de uso del prototipo

5.1. Colocación del guante

1. Se debe colocar primero el soporte en la parte lateral del brazo, seguido del guante que va en la mano del usuario.
2. Colocarse de manera opcional los audífonos que también emite el sonido de las alertas.

5.2. Encendido del dispositivo

1. Para encender el dispositivo el usuario deberá accionar el interruptor, que se encuentra en el soporte lateral del brazo.
2. Una vez encendido el Microcontrolador LoRa32 se encenderá y por medio de este se podrá verificar que el dispositivo se ha encendido.

5.3 Carga del dispositivo

- Para cargar el dispositivo se debe conectar con un cable USB Tipo C al puerto de carga.

6. Mantenimiento

- **Limpieza regular:** Limpiar el guante y los sensores ultrasónicos con un paño suave y seco para evitar la acumulación de polvo o suciedad que pueda afectar su funcionamiento.
- **Revisión de conexiones:** Inspeccionar periódicamente las conexiones eléctricas y asegurar que no haya cables sueltos o dañados.

- **Pruebas de funcionalidad:** Realizar pruebas frecuentes para verificar que los sensores ultrasónicos detecten objetos correctamente y que las vibraciones se activen según lo esperado.

7. Resolución de problemas

- En caso de que el dispositivo se encienda y se apague continuamente, es posible que necesite ser cargado, caso contrario revisar las baterías.
- Si los sensores ultrasónicos no generan una lectura exacta de los objetos reiniciar el dispositivo en el botón reset y volver a intentarlo.
- Si no se tiene una lectura por parte del sensor de ritmo cardíaco, revisar las conexiones y proceder a conectarlas correctamente.

8. Advertencias

- Mantener el dispositivo cargado para no tener fallas con el prototipo al momento de usar.
- No mantener conectado más de 30 minutos el dispositivo a la fuente de carga podría generar sobrecarga y dañar a los componentes electrónicos.
- No usar el dispositivo en un día lluvioso podría mojar los componentes electrónicos.
- Cuidar el dispositivo y evitar golpes que podrían dañar los componentes.

9. Contacto y soporte técnico

- Para soporte o información adicional, contáctenos:

- **Correos electrónicos**

- estiven1cruzatty@gmail.com

- pinpilozojean10@gmail.com

- **Números de teléfonos**

- 096 896 2577

- 099 646 4442