



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

CARRERA TELEMÁTICA

Trabajo de Integración
Curricular previa La obtención
del Grado Académico de
Ingeniera en Telemática.

Proyecto de Investigación:

**“DISPOSITIVO INTELIGENTE PARA LA ASISTENCIA DE PERSONAS CON
DISCAPACIDAD VISUAL”**

Autor:

EMILY TAMARA MIRANDA BRIONES

Director del Proyecto de Investigación:

ING. NÉSTOR RAFAEL SALINAS BUESTÁN, M. Sc.

Quevedo – Los Ríos – Ecuador

2024



DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **EMILY TAMARA MIRANDA BRIONES**, declaro que la investigación aquí descrita es de mi autoría; que no se ha presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas de este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este documento, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

EMILY TAMARA MIRANDA BRIONES

C.I:0504097114



CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El suscrito, **ING. NÉSTOR RAFAEL SALINAS BUESTÁN, MSc.** Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el estudiante **EMILY TAMARA MIRANDA BRIONES**, realizó el Proyecto de Investigación de grado titulado **“DISPOSITIVO INTELIGENTES PARA LA ASISTENCIA DE PERSONAS CON DISCAPACIDAD VISUAL”**, previo a la obtención del título de **INGENIERA EN TELEMÁTICA**, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Ing. Néstor Rafael Salinas Buestán, M. Sc.

DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO

El suscrito, **Néstor Rafael Salinas Buestán**, mediante el presente cumpla en presentar a usted, el informe de proyecto de Investigación titulado “Dispositivo inteligentes para la asistencia de personas con discapacidad visual”, Presentado por el estudiante **Emily Tamara Miranda Briones**, egresado de la Carrera de Telemática, que fue revisado bajo mi dirección según resolución del Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, que se ha desarrollado de acuerdo al Reglamento de la Unidad de Integración Curricular de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo y cumple con el requerimiento de análisis de COMPILATIO el cual avala los niveles de originalidad en un 98% y similitud 2%, del trabajo investigativo. Valido este documento para que el estudiante siga con los trámites pertinentes, de acuerdo como lo establece el Reglamento.

	CERTIFICADO DE ANÁLISIS Original
Miranda Briones Emily	
2% Textos sospechosos	
☒ No. Similitudes ☒ No. Similitudes con el texto original ☒ No. Similitudes con el texto original ☒ No. Similitudes con el texto original	
Nombre del documento: TEXTO EMILY TAMARA MIRANDA	Depositar: Emily Miranda
Extensión: 1.278 palabras	Fecha de depósito: 10/07/2024
Extensión del documento original: 1.278 palabras	Fecha de entrega: 10/07/2024
Autor: Emily Miranda	Fecha de fin de análisis: 10/07/2024
Número de palabras: 1.278 Número de caracteres: 1.57.825	
Ubicación de los similitudes en el documento	

Ing. Néstor Rafael Salinas Buestán, M. Sc.



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

CARRERA DE TELEMÁTICA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

**SISTEMA DE MONITOREO DE POLUCIÓN DE AIRE EN LOS PREDIOS DE LA
UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**

Presentado al Consejo Directivo de Facultad como requisito previo a la obtención del título de Ingeniería en Telemática

Aprobado por:

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Kenya Anmarit Guerrero Goyes. MSc.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Ángel Iván Torres Quijije. MSc.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Néstor Rafael Salinas Buestan. MSc.

QUEVEDO – LOS RIOS – ECUADOR

2024

Agradecimientos.

Expreso mi profundo agradecimiento al Creador de todas las cosas, a Dios, por brindarme la fuerza indispensable que me permitió perseverar en todo momento y seguir alcanzando éxitos a lo largo de mi trayectoria profesional.

Quiero destacar de manera especial la invaluable orientación de mi director de Tesis, el Ing. Néstor Salinas Buestán, cuyo asesoramiento desinteresado ha sido fundamental durante la elaboración de este proyecto de investigación. A pesar de los desafíos, hemos logrado cumplir con nuestro objetivo gracias a su guía constante.

Agradezco sinceramente a mis respetados catedráticos, quienes han compartido sus amplios conocimientos, especialmente en mi área de especialización. Sus enseñanzas han sido fundamentales para mi desarrollo profesional.

Mi gratitud se extiende a mis amigos y compañeros de carrera, quienes han hecho que la vida universitaria sea más llevadera gracias a su compañía y los momentos memorables compartidos.

Para aquellos a quienes inadvertidamente no menciono, mi omisión no responde a una falta de intención, sino a una limitación de memoria.

Expreso mi agradecimiento personal a la institución académica por acogerme en el intrigante ámbito del aprendizaje, presentándome cada oportunidad educativa que, hasta entonces, no había imaginado enfrentar. Cada desafío, sin importar su naturaleza, fue abordado con determinación, permitiéndome aprovechar al máximo estas experiencias que han moldeado mi trayectoria académica.

Un reconocimiento especial va dirigido a mis respetados profesores, quienes compartieron su sabiduría de manera imparcial. Su dedicación, paciencia y respeto han sido pilares fundamentales durante mi proceso de formación. A través de su arduo trabajo, guiaron mi camino y, con consideración, ofrecieron valiosos consejos que orientaron mis decisiones hacia el logro de esta importante meta académica.

En conclusión, agradezco sinceramente a todos quienes contribuyeron y acompañaron en momentos difíciles y felices durante esta investigación. Mis palabras son un reconocimiento a ustedes.

Dedicatorias.

Agradezco profundamente a mi madre por ser el pilar más importante en mi vida, demostrándome siempre su amor y apoyo incondicional a pesar de nuestras opiniones divergentes. Me he forjado buenos sentimientos, hábitos y valores gracias a su guía, lo que me ha ayudado a superar los momentos más difíciles.

Me gustaría expresar mi gratitud a mi padre por su apoyo en mi camino hacia la universidad. Aunque nos quedan muchas experiencias por vivir juntos, sé que este logro sería tan especial para él como para mí.

Agradezco a mis hermanos por su amor y enseñanzas, que me han ayudado avanzar, especialmente al Ingeniero Ariel Miranda Briones por su comprensión, preocupación por mi salud y por estar presente en este momento tan crucial de mi vida.

A mi familia en general, que incluye a mis abuelos, tíos y primos, les agradezco por ser el pilar más importante en mi vida, y les agradezco por brindarme carácter y apoyo incondicional. Hoy soy quien soy por sus constantes consejos.

Agradezco sinceramente a todas las personas especiales que, de diversas maneras, me han brindado apoyo, consejos y buenas vibras para lograr esta meta. Su ayuda ha sido invaluable en el desarrollo de mi carrera académica, brindándome alegrías, tristezas, satisfacciones y decepciones. Sus recuerdos serán una parte importante de mi desarrollo, como la savia que fortalece un árbol.

Y, por supuesto, agradezco a la vida por permitirme llegar a este punto. Concluyo una etapa más, pero inicio una nueva con mayor intensidad, llevando conmigo las experiencias.

Emily Tamara Miranda Briones

Resumen.

Este proyecto surge como respuesta a la creciente necesidad global de soluciones tecnológicas inclusivas destinadas a mejorar la calidad de vida de las personas con discapacidad visual. La motivación subyacente radica en abordar las barreras específicas que enfrentan estos individuos, con un enfoque particular en entornos universitarios en Ecuador. La investigación se lleva a cabo mediante la utilización de la infraestructura tecnológica de los campus Universitarios, proporcionando así un contexto relevante y aplicado. La metodología adoptada se centra en la convergencia de tecnologías de servicios web y comunicación en red, buscando promover la autonomía y seguridad de las personas con discapacidad visual. Un aspecto distintivo de este proyecto es la implementación de tecnología de bajo consumo de energía y largo alcance, marcando un enfoque pionero en este ámbito. Este enfoque innovador no solo aborda la necesidad inmediata de soluciones inclusivas, sino que también contribuye al avance tecnológico al introducir soluciones eficientes y de alcance prolongado. El proyecto ha identificado y superado barreras específicas, proporcionando así un marco sólido para futuras investigaciones y desarrollos en el campo de la tecnología asistida. La innovación clave reside en la eficaz convergencia de tecnologías, estableciendo un nuevo estándar para soluciones inclusivas y sostenibles. Es decir, este proyecto no solo responde a una necesidad imperante, sino que también marca un hito significativo en la mejora de la inclusión para las personas con discapacidad visual, destacando su relevancia a nivel local y contribuyendo al avance global en este campo crucial.

Palabras clave: Tecnologías inclusivas, Autonomía, Entornos universitarios, Servicios web, Redes LPWAN

Abstract.

This project arises in response to the growing global need for inclusive technological solutions aimed at improving the quality of life of people with visual impairments. The underlying motivation lies in addressing the specific barriers faced by these individuals, with a particular focus on university environments in Ecuador. The research is conducted using the technological infrastructure of university campuses, thus providing a relevant and applied context. The methodology adopted focuses on the convergence of web services and network communication technologies, seeking to promote the autonomy and safety of visually impaired people. A distinctive aspect of this project is the implementation of low power consumption and long-range technology, marking a pioneering approach in this field. This innovative approach not only addresses the immediate need for inclusive solutions, but also contributes to technological advancement by introducing efficient, long-range solutions. The project has identified and overcome specific barriers, thus providing a solid framework for future research and development in the field of assistive technology. The key innovation lies in the effective convergence of technologies, setting a new standard for inclusive and sustainable solutions. In other words, this project not only responds to a pressing need, but also marks a significant milestone in improving inclusion for the visually impaired, highlighting its relevance at the local level and contributing to global progress in this crucial field.

Keywords: Inclusive technologies, Autonomy, University environments, Web services, LPWAN networks.

TABLA DE CONTENIDO.

PORTADA.....	i
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS	ii
CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	iii
CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO	iv
CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	v
Agradecimientos.....	vi
Dedicatorias.....	vii
Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
TABLA DE CONTENIDO.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiv
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS	xv
CÓDIGO DUBLIN.....	xvi
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.1. Problema de investigación.....	4
1.1.1. Planteamiento del problema.....	4
1.2. Formulación del problema.....	7
1.3. Sistematización del problema.....	7
1.4. Objetivos.....	7
1.4.1. Objetivo general.....	7
1.4.2. Objetivos Específicos.....	7
1.5. Justificación.....	8
CAPÍTULO II FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN.....	9
2.1. Marco contextual.....	10
2.1.1. Internet de las cosas (IoT).....	10
2.1.2. Selección de la tecnología.....	11

2.1.2.2.	Tecnología LoRa	11
2.1.2.3.	LoRaWAN.....	12
2.1.3.	Descripción de tecnología.	15
2.1.3.1.	LoRa RA-02.	15
2.1.3.2.	GPS u-blox NEO-6M-0-0011.	16
2.1.3.3.	Raspberry Pi 4.	17
2.1.3.4.	ESP32 Lora.	17
2.1.3.5.	Cámara Raspberry Pi.....	18
2.1.3.6.	Sensor Ultrasónico e Inclinación.....	19
2.2.	Marco referencial.	19
2.3.	Marco legal.	21
CAPÍTULO III MÉTODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....		24
3.1.	Localización.....	25
3.1.1.	Ubicación Geográfica.....	25
3.2.	Relevancia del proyecto.....	25
3.2.1.	Demografía Actual del Campus	26
3.2.1.1.	Importancia de la Inclusión.	27
3.3.	Tipo de investigación.	27
3.3.1.	Investigación bibliográfica.	27
3.3.2.	Investigación aplicada.	28
3.4.	Método de investigación.	28
3.4.1.	Método deductivo.....	28
3.4.2.	Método analítico.....	28
3.5.	Fuentes de la recopilación de la información.	29
3.6.	Diseño de la investigación.	29
3.7.	Instrumentos de investigación.....	31
3.8.	Tratamiento de los datos.	31
3.9.	Recursos humanos y materiales.	32

3.9.1. Recursos Humanos:.....	32
3.9.2. Recursos Materiales:	33
3.9.2.1. Hardware.	33
3.9.2.2. Recursos de software.	34
3.9.2.3. Materiales de campo.	34
3.9.2.4. Materiales de Oficina.....	34
3.9.3. Recursos financieros.	34
CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN	36
4.1. Resultados.....	37
4.2. Análisis de las tecnologías para la comunicación efectiva de largo alcance y bajo Consumo bajo energético.....	37
4.3. Diseño de la arquitectura de red y del sistema embebido destinado a la detección de objetos y la geolocalización.	39
4.3.1. Potencia de Procesamiento	39
4.3.1.1. Comparativa Ampliada de Comunicación Inalámbrica y Sensores.	40
4.3.1.2. Procesamiento de Librerías	42
4.3.2. Arquitectura de la Red.....	43
4.3.2.1. Nodos de Detección:	44
4.3.2.2. Comunicación Inalámbrica:	44
4.3.2.3. Gateway LoRaWAN:.....	44
4.3.2.4. Servidor de Red:.....	44
4.3.2.5. Servidor de Aplicación:	44
4.3.2.6. Aplicación:	45
4.3.3. Arquitectura del sistema embebido.	45
4.3.3.1. Unidad de Procesamiento:.....	45
4.3.3.2. Sensores Integrados:.....	46
4.3.3.3. Algoritmo de Detección (OpenCV):	46
4.3.3.4. Conexión con LoRaWAN:	46
4.3.3.5. Conexión con Servidor Web y Base de Datos:.....	46
4.3.3.6. Conexión con WebSockets y Aplicación:	46

4.4.	Análisis del Rendimiento: Confianza, Robustez y Consistencia.	47
4.4.1.	Descripción de los Escenarios de Prueba.	47
4.4.2.	Resultados del Dispositivo.	49
4.5.	Discusión.....	50
CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		53
5.1.	Conclusiones.....	54
5.2.	Recomendaciones.	55
CAPÍTULO VI BIBLIOGRAFÍA		56
6.1.	Bibliografía.....	57
CAPÍTULO VII ANEXOS.....		59

ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura 1. Arquitectura IoT	10
Figura 2. Estructura de Red LoRaWAN	13
Figura 3. Clases de los Dispositivos Finales	15
Figura 4. Ubicación Geográfica del proyecto Campus "La Central"	25
Figura 5. Grafica de dispersión de los datos de estudiantes con discapacidad visual	26
Figura 6. Arquitectura de la Red LoRaWAN.....	43
Figura 7. Arquitectura del Sistema Embebido.....	45

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1. Frecuencias para las regiones	12
Tabla 2. Dispositivos de Red Lora.....	13
Tabla 3. Especificaciones generales de LoRa RA-02	16
Tabla 4. Especificaciones detalladas Raspberry Pi 4.....	17
Tabla 5. Recursos de Hardware	33
Tabla 6. Recursos de Software	34
Tabla 7. Recursos Financieros	35
Tabla 8. Análisis de las tecnologías	37
Tabla 9. Comparativa de Procesadores.....	39
Tabla 10. Comparativa de Sensores y conexiones Inalámbricas	40
Tabla 11. Comparativa Librerías	42
Tabla 12. Cuadro de evaluación del primer Prototipo de asistencia.....	47
Tabla 13. Resultados del Dispositivo de asistencia	49

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Datos del SGA de los estudiantes con discapacidad visual	60
Anexo 2. Código en Python: Librerías a utilizar en el proyecto	61
Anexo 3. Código en Python: Configuración del ultrasónico.....	62
Anexo 4. Código en Python: Configuración de la cámara	63
Anexo 5. Aplicación Móvil: Inicio de sesión y registro de usuario	64
Anexo 6. Aplicación Móvil: Registro del dispositivo	65
Anexo 7. Aplicación Móvil: Alertas de colisión y Ubicación del Dispositivo	66

CÓDIGO DUBLIN

Título:	Dispositivo inteligente para la asistencia de personas con discapacidad visual				
Autor:	Emily Tamara Miranda Briones				
Palabras claves:	Tecnologías inclusivas	Autonomía	Entornos universitarios	Servicios web	Redes LPWAN
Fecha de publicación:	Mayo 2024				
Editorial:	Quevedo- UTEQ “La María”, 2024				
Resumen: (hasta 300 palabras)	Este proyecto surge como respuesta a la creciente necesidad global de soluciones tecnológicas inclusivas destinadas a mejorar la calidad de vida de las personas con discapacidad visual. La motivación subyacente radica en abordar las barreras específicas que enfrentan estos individuos, con un enfoque particular en entornos universitarios en Ecuador. La investigación se lleva a cabo mediante la utilización de la infraestructura tecnológica de los campus Universitarios, proporcionando así un contexto relevante y aplicado. La metodología adoptada se centra en la convergencia de tecnologías de servicios web y comunicación en red, buscando promover la autonomía y seguridad de las personas con discapacidad visual. Un aspecto distintivo de este proyecto es la implementación de tecnología de bajo consumo de energía y largo alcance, marcando un enfoque pionero en este ámbito. Este enfoque innovador no solo aborda la necesidad inmediata de soluciones inclusivas, sino que también contribuye al avance tecnológico al introducir soluciones eficientes y de alcance prolongado. El proyecto ha identificado y superado barreras específicas, proporcionando así un marco sólido para futuras investigaciones y desarrollos en el campo de la tecnología asistida. La innovación clave reside en la eficaz convergencia de tecnologías, estableciendo un nuevo estándar para soluciones inclusivas y sostenibles. Es decir, este proyecto no solo responde a una necesidad imperante, sino que también marca un hito significativo en la mejora de la inclusión para las personas con discapacidad visual, destacando su relevancia a nivel local y contribuyendo al avance global en este campo crucial.				
Abstract: (hasta 300 palabras)	This project arises in response to the growing global need for inclusive technological solutions aimed at improving the quality of life of people with visual impairments. The underlying motivation lies in addressing the specific barriers faced by these individuals, with a particular focus on university environments in Ecuador. The research is conducted using the technological infrastructure of university campuses, thus providing a relevant and applied context. The methodology adopted focuses on the convergence of web services and network communication technologies, seeking to promote the autonomy and safety of visually impaired people. A distinctive aspect of this project is the implementation of low power consumption and long-range technology, marking a pioneering approach in this field. This innovative approach not only addresses the immediate need for inclusive solutions, but also contributes to technological advancement by introducing efficient, long-range solutions. The project has identified and overcome specific barriers, thus providing a solid framework for future research and development in the field of assistive technology. The key innovation lies in the effective convergence of technologies, setting a new standard for inclusive and sustainable solutions. In other words, this project not only responds to a pressing need, but also marks a significant milestone in improving inclusion for the visually impaired, highlighting its relevance at the local level and contributing to global progress in this crucial field.				
Descripción:	82 hojas: dimensiones, 29 x 21 cm + CD-ROM 6162				
URI:					

INTRODUCCIÓN

En el contexto global, este proyecto surge como respuesta a la creciente demanda de soluciones tecnológicas inclusivas destinadas a mejorar la calidad de vida de las personas con discapacidad visual. Según datos de la Organización Mundial de la Salud (OMS), se estima que más de 1000 millones de personas viven con discapacidad, alrededor del 15 % de la población mundial, de las cuales unos 314 millones tienen deficiencias visuales por condiciones oculares o errores de refracción sin corregir, de esa cifra, 45 millones son ciegos. Este número subraya la urgencia de abordar las necesidades específicas de este grupo de la población a través de soluciones innovadoras [1].

A nivel mundial, existe un reconocimiento creciente de la importancia de la tecnología para fomentar la autonomía y la seguridad de las personas con discapacidad visual. Según el informe de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), más del 90% de las personas con discapacidades visuales viven en países de ingresos bajos y medianos, lo que destaca la necesidad de soluciones accesibles y asequibles [2].

En el contexto particular de Ecuador, se calcula que aproximadamente 480,776 personas presentan alguna forma de discapacidad, según la información del Registro Nacional de Discapacidad. De este grupo, 55,478 individuos encuentran dificultades en su rutina diaria a causa de problemas visuales. Por ende, este proyecto tiene como objetivo hacer una aportación considerable al entorno ecuatoriano, donde la inclusión y la accesibilidad son elementos de suma importancia y necesidad [3].

La implementación de este dispositivo se centra exclusivamente en los campus universitarios, demostrando una adaptación cuidadosa a las necesidades específicas de las personas con discapacidad visual dentro del entorno académico. Este enfoque regional responde a la urgente realidad local, considerando que en las provincias de los Ríos 154 de estas personas enfrentan una discapacidad visual que va del 85% al 100%. Esta estrategia se alinea con la búsqueda en Ecuador de integrar tecnologías innovadoras para mejorar la experiencia educativa y la movilidad de aquellos con discapacidad visual en el ámbito universitario.

El papel crucial de la tecnología en este proyecto no solo se limita a la comunicación eficiente entre el dispositivo y la nube, sino que también se inserta en un marco global de avances tecnológicos que buscan cerrar brechas de accesibilidad y promover la inclusión. Al abordar de

manera específica las necesidades en los campus universitarios, se espera que este dispositivo ofrezca beneficios tangibles, proporcionando información visual precisa y promoviendo la autonomía y seguridad durante los desplazamientos de las personas con discapacidad visual en estos espacios educativos. En última instancia, este proyecto busca no solo cumplir con las demandas actuales, sino también innovar y aportar de manera significativa al bienestar de las personas con discapacidad visual a nivel regional.

CAPÍTULO I
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problema de investigación.

La realidad de las personas con discapacidad visual en Ecuador revela desafíos significativos que afectan su acceso a la información, movilidad independiente y capacidad de reconocimiento facial de personas cercanas. A pesar de los avances en la inclusión educativa, persiste una brecha crucial en la vida diaria y la autonomía de este grupo. En particular, la provincia de Los Ríos, con Quevedo como epicentro, alberga a 2236 individuos afectados, quienes, a pesar de depender de asistencias tradicionales como perros guía o bastones, carecen de soluciones tecnológicas integrales para abordar sus necesidades específicas [3].

El problema central de esta investigación radica en la carencia de un dispositivo inteligente basado en IoT diseñado para proporcionar asistencia efectiva a las personas con discapacidad visual en Quevedo. Aunque se reconoce la utilidad potencial de la tecnología IoT para superar barreras en movilidad y detección de obstáculos, hasta la fecha, no se ha implementado una solución integral en la provincia. Esta laguna tecnológica impide que las personas con discapacidad visual aprovechen plenamente los beneficios de las innovaciones actuales, dejándolos en una situación de vulnerabilidad que afecta su autonomía y seguridad en las actividades cotidianas.

Por lo tanto, la investigación se centra en abordar esta deficiencia, proponiendo el desarrollo e implementación de un dispositivo inteligente basado en IoT que responda a las necesidades específicas de movilidad y detección de obstáculos para las personas con discapacidad visual en Quevedo. Esta iniciativa se presenta como una tarea imperativa para mejorar la calidad de vida de este grupo y promover su inclusión plena en la sociedad, al proporcionar una solución tecnológica adaptada a sus desafíos únicos.

1.1.1. Planteamiento del problema.

La carencia de asistencia adecuada para las personas con discapacidad visual se manifiesta como una realidad innegable, respaldada por datos de la CONADIS. En la provincia de Los Ríos, Ecuador, hay 23.576 individuos con discapacidad, y en la ciudad de Quevedo, 4.638, representan 402 personas, experimentan discapacidad visual. En este grupo, en los 19 a 35 años, 30 personas enfrentan un grado de discapacidad visual de entre el 30% y el 49 %, 10 tienen entre el 50% y el 74 %, 14 personas presentan entre el 75% y el 84 % y 2 individuos afrontan entre el 85 % y el 100% de discapacidad visual. Estos individuos han enfrentado desafíos persistentes en

términos de movilidad y detección de obstáculos, a menudo dependiendo de asistencias externas como perros guía o bastones. La falta de apoyo ha generado una urgente necesidad de explorar nuevas tecnologías que puedan mejorar la movilidad y seguridad para este segmento específico de la población [3].

En este contexto, se ha vuelto necesario el desarrollo de nuevas tecnologías que permitan mejorar la capacidad de asistencia y seguridad de las personas con discapacidad visual. Sugieren que el uso de dispositivos IoT emerge como una solución prometedora para abordar estas necesidades específicas. En este sentido, el presente estudio tiene como objetivo la implementación de un dispositivo IoT para la asistencia de personas con discapacidad visual. El dispositivo propuesto busca superar las limitaciones históricas al aprovechar la tecnología. Según, esta tecnología permite una comunicación de larga distancia con bajo consumo de energía, posibilitando la creación de un sistema de asistencia inteligente que abarque tanto la movilidad como la detección de obstáculos, mejorando significativamente la autonomía y seguridad de las personas con discapacidad visual.

El propósito fundamental de esta investigación es contribuir al desarrollo de soluciones tecnológicas innovadoras que no solo satisfagan las necesidades actuales de las personas con discapacidad visual, sino que también fomenten su plena integración en la sociedad. Esto se logrará proporcionando herramientas efectivas para superar los desafíos diarios que han enfrentado a lo largo del tiempo. Este enfoque está alineado con principios fundamentales, como la dignidad de las personas consagrada en los derechos humanos, los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas, y la aspiración de vivir en armonía [4].

Además, se busca activamente promover el respeto y la igualdad de oportunidades. Estas soluciones no solo están diseñadas para abordar las necesidades tecnológicas, sino que también aspiran a contribuir a la construcción de una sociedad más inclusiva y justa. La importancia de la inclusión, la igualdad de oportunidades y el respeto en la sociedad es innegable [4].

Al promover la educación para el desarrollo sostenible (EDS) y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), se reconoce la necesidad de empoderar a las personas para contribuir al desarrollo sostenible y promover un cambio positivo en sus comunidades y en el mundo en general. La dignidad de las personas está intrínsecamente ligada a la promoción de la igualdad de oportunidades, la justicia, la inclusión y el respeto por los derechos humanos la

implementación exitosa de un dispositivo IoT puede representar un avance significativo en la mejora continua de la calidad de vida de este segmento de la población [4].

Diagnóstico:

El diagnóstico de la situación actual revela una carencia significativa de asistencia adecuada para las personas con discapacidad visual en la provincia de Los Ríos, específicamente en Quevedo, Ecuador. La población afectada por esta discapacidad se enfrenta a desafíos persistentes en términos de movilidad y detección de obstáculos, lo que afecta su autonomía y seguridad en las actividades cotidianas. A pesar de los avances en la inclusión educativa, persiste una brecha crucial en su vida diaria y autonomía, y las soluciones tecnológicas integrales son escasas.

La falta de apoyo ha generado una urgente necesidad de explorar nuevas tecnologías que puedan mejorar la movilidad y seguridad para este segmento específico de la población. En este contexto, el uso de dispositivos IoT emerge como una solución prometedora para abordar estas necesidades específicas, ofreciendo comunicación de larga distancia con bajo consumo de energía, lo que permite la creación de un sistema de asistencia inteligente que abarque tanto la movilidad como la detección de obstáculos.

Pronóstico:

El pronóstico indica un potencial significativo para el desarrollo e implementación de un dispositivo IoT que pueda mejorar la calidad de vida de las personas con discapacidad visual en Quevedo. Al abordar la falta de asistencia adecuada, este dispositivo tiene el potencial de mejorar la movilidad, la detección de obstáculos y la interacción con el entorno para este grupo específico.

Se espera que el dispositivo propuesto no solo satisfaga las necesidades tecnológicas inmediatas de las personas con discapacidad visual, sino que también promueva su plena integración en la sociedad. Al proporcionar herramientas efectivas para superar los desafíos diarios, se contribuirá al desarrollo de una sociedad más inclusiva y justa.

Sin embargo, el éxito del proyecto dependerá de varios factores, incluida la selección adecuada de tecnologías para la comunicación de largo alcance y bajo consumo, el diseño eficiente de la arquitectura de red y el sistema embebido, así como la verificación del rendimiento del dispositivo en situaciones del mundo real para garantizar su confiabilidad y consistencia.

1.2. Formulación del problema.

El problema que se plantea es:

¿Cómo desarrollar un dispositivo IoT de comunicación de largo alcance que brinde asistencia efectiva y bajo consumo mejorando la independencia de las personas con discapacidad visual?

1.3. Sistematización del problema.

- ¿De qué manera se puede determinar la tecnología que brinde una transmisión efectiva de largo alcance y bajo consumo para una comunicación eficaz?
- ¿Cuáles son los componentes clave que deben incorporarse en el sistema embebido para garantizar una detección objetos y una geolocalización confiable para personas con discapacidad visual?
- ¿Qué nivel de confiabilidad se espera del dispositivo y cómo se puede medir su rendimiento en situaciones del mundo real?

1.4. Objetivos.

1.4.1. Objetivo general.

Desarrollar un dispositivo IoT que mejore la calidad de vida de personas con discapacidad visual, facilitando su movilidad y fomentando la interacción con su entorno mediante la integración de tecnologías inalámbricas y de bajo consumo energético.

1.4.2. Objetivos Específicos.

- Comparar diferentes tecnologías para la comunicación efectiva de largo alcance y bajo consumo energético con el fin de seleccionar la más adecuada para un despliegue eficiente en un sistema IoT.
- Diseñar una arquitectura de red y un sistema embebido destinado a la detección de objetos y la geolocalización, para crear un sistema integrado eficiente.
- Comprobar el rendimiento del dispositivo propuesto en términos de sus capacidades de confiabilidad para asegurar la robustez y consistencia del sistema en operación.

1.5. Justificación.

La implementación del dispositivo IoT para la asistencia de personas con discapacidad visual en la Universidad se justifica no solo por sus ventajas tecnológicas, sino también por la necesidad de anticiparse y abordar proactivamente la falta de accesibilidad en la institución. Aunque actualmente no haya estudiantes de tercer nivel con discapacidad visual alta, este proyecto busca adelantarse a las necesidades futuras, sentando las bases para un entorno universitario inclusivo. La creación del dispositivo inteligente refleja la aspiración de la universidad de ser un referente en inclusividad y accesibilidad.

En este contexto, la naturaleza de baja potencia de la red ofrece una eficiencia energética notable en el dispositivo, prolongando significativamente la duración de la batería. Este aspecto es esencial para garantizar un uso sostenible a largo plazo, proporcionando a los usuarios con discapacidad visual una herramienta confiable y duradera para su vida cotidiana.

Además, la capacidad de transmisión de datos a largas distancias se presenta como un elemento clave para brindar asistencia remota en entornos urbanos, calles y parques, lugares donde las personas con discapacidad visual a menudo requieren apoyo adicional para una navegación segura. La tecnología facilita la comunicación efectiva en estos contextos, contribuye directamente a la mejora de la movilidad y la seguridad de las personas con discapacidad visual.

La escalabilidad inherente a la tecnología también juega un papel crucial en la justificación de este proyecto. La capacidad de conectar múltiples dispositivos en una red permite la implementación de soluciones de asistencia adaptadas a las necesidades individuales de un grupo diverso de usuarios. Esta flexibilidad es esencial para abordar las variadas situaciones que estas personas pueden enfrentar en su vida diaria, brindándoles así mayor autonomía y capacidad de integración en la sociedad.

CAPÍTULO II
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA
INVESTIGACIÓN

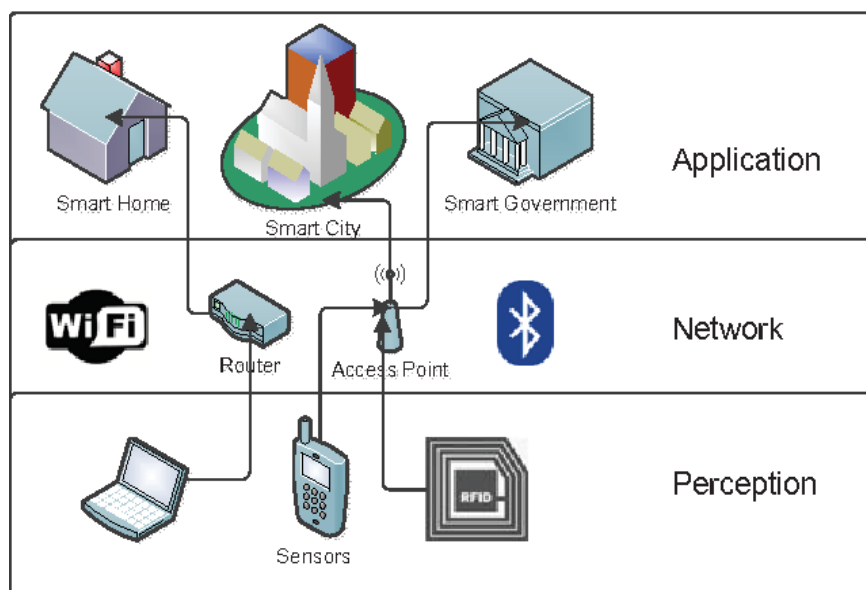
2.1. Marco contextual.

2.1.1. Internet de las cosas (IoT).

IoT es una revolucionaria red de interconexión que capacita a objetos físicos para recopilar, compartir y actuar sobre datos, transformando la interacción con el entorno. Su evolución constante redefine la eficiencia y la toma de decisiones en sectores diversos, al facilitar la comunicación colaborativa entre dispositivos, ya sea mediante conexiones cableadas o inalámbricas. Este paradigma tecnológico impulsa la mejora continua, promoviendo la eficiencia y la comodidad en nuestras interacciones cotidianas y en la gestión de diversos aspectos de la vida moderna [10] [11].

La aplicación y evolución de las tecnologías IoT como se muestra en la Figura 1 son frecuentemente caracterizadas mediante la división en tres estratos [11]:

Figura 1 *Arquitectura IoT.*



Nota: Arquitectura con múltiples niveles le permite la integración dentro de una aplicación de IoT de Nelson Acevedo, 2020 (<https://aprendiendoarduino.wordpress.com/2018/11/11/arquitecturas-iot/>)

Precepción: Es fundamental en el diseño de sistemas de IoT que se encarga de la adquisición de datos del entorno. Esta capa se compone de componentes de hardware y software que tienen como objetivo capturar información relevante para su posterior procesamiento y análisis.

Red: La función crucial al simplificar la comunicación efectiva entre dispositivos y posibilitar la transmisión segura de datos mediante protocolos específicos, lo cual favorece el funcionamiento completo y eficaz de los sistemas IoT. Su responsabilidad principal es agilizar la transferencia eficaz de datos entre los dispositivos interconectados y las distintas capas del sistema.

Aplicación: Se refiere a la fase donde se implementan y utilizan los datos capturados y transmitidos para fines específicos. Esta capa agrega valor al procesar la información obtenida en la capa de percepción y facilitar su aplicación práctica.

2.1.2. Selección de la tecnología.

En este segmento, se presenta una descripción detallada de dos estándares de comunicación inalámbrica y se realiza una evaluación exhaustiva de referencias específicas de cada uno con el objetivo de determinar cuál sería la opción más adecuada para la implementación del dispositivo de alerta destinado a la asistencia de personas con discapacidad visual.

2.1.2.1. Red de Área Extendida de baja Potencia (LPWAN).

La LPWAN es una red inalámbrica diseñada para proporcionar conectividad de largo alcance con un consumo de energía reducido. Destacando por su capacidad para ofrecer cobertura a distancias significativas, es versátil y se aplica en diversas áreas como monitoreo remoto, agricultura inteligente, ciudades inteligentes y seguimiento de activos. La existencia de varios estándares, como LoRaWAN, Sigfox, NB-IoT y LTE-M, ofrece soluciones adaptadas a diversas necesidades y casos de uso en el contexto de IoT [12].

2.1.2.2. Tecnología LoRa.

LoRa, o Long Range, se configura como la capa física fundamental en la construcción de enlaces de comunicación de largo alcance. Esta tecnología se basa en la modulación de espectro ensanchado mediante impulsos de frecuencia, manteniendo las ventajas de baja potencia inherentes a la modulación FSK, pero expandiendo notablemente la distancia efectiva de la comunicación [13].

La esencia de LoRa radica en su capacidad para proporcionar una duración de batería prolongada, diseñada especialmente para dispositivos sensores y aplicaciones que necesitan transmitir pequeñas cantidades de datos a distancias considerables. Su eficiencia energética

permite que los dispositivos alimentados por batería funcionen durante periodos extendidos, una característica crucial en entornos donde la gestión eficaz de la energía es esencial.

La tecnología LoRa opera en el espectro de radiofrecuencia, y utiliza bandas de frecuencia específicas asignadas de acuerdo con las regulaciones y estándares regionales. Estas asignaciones regionales se detallan en la Tabla 1 para el despliegue de redes LoRa, asegurando así el cumplimiento de los requisitos normativos y permitiendo una implementación técnica adecuada en diferentes partes del mundo [14].

Tabla 1 *Frecuencias para las regiones.*

Región	Banda
Estados Unidos y América	902 MHz hasta 928 MHz
Europa	863 MHz hasta 870 MHz
China	779 MHz hasta 787 MHz

FUENTE: *La Investigación*

ELABORADO: *Miranda Briones Emily Tamara*

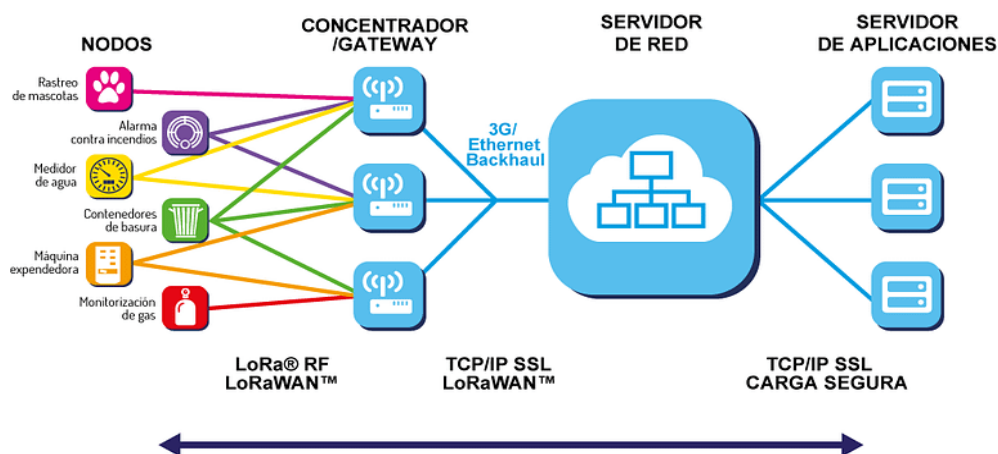
2.1.2.3. LoRaWAN.

LoRaWAN (Long Range Wide Area Network): Este protocolo representa un estándar clave en el ámbito de las redes de área amplia y baja potencia, fundamentado en la tecnología LoRa. Su diseño específico posibilita la comunicación eficiente de dispositivos del Internet de las Cosas (IoT) a distancias extensas, mientras mantiene un consumo de energía excepcionalmente bajo.

En la Figura 2 la topología de red en estrella adoptada por LoRaWAN, cada dispositivo final (nodo) se conecta directamente a uno o varios gateways, que funcionan como puntos de acceso centralizados. Los gateways, a su vez, actúan como intermediarios, transmitiendo los datos recopilados por los nodos hacia el servidor central [15].

Esta configuración simplifica la administración y escalabilidad de la red de manera efectiva. Los nodos, que pueden ser sensores o dispositivos IoT, envían sus datos de manera directa a los gateways más cercanos. Estos gateways, estratégicamente ubicados para garantizar una cobertura eficiente, son esenciales para la transmisión confiable de la información hacia el servidor central.

Figura 2 Estructura de Red LoRaWAN.



Nota: Topología de red LoRaWAN en Estrella de Deset Energy, 2018 (<http://productos-iot.com/lorawan-3/>)

LoRaWAN abarca un rango de tasas de transmisión de datos entre 0.3 kbps y 50 kbps, gestionado mediante un esquema de velocidad de datos adaptativa (ADR). Este enfoque individualiza la velocidad de datos y la potencia de transmisión para cada dispositivo final, optimizando así tanto la duración de la batería como la capacidad total de la red [15, 16].

La inclusión de estos dispositivos en la Tabla 2 sirve como referencia fundamental para comprender y gestionar la composición y funcionalidad de la red LoRa en su totalidad.

Tabla 2 Dispositivos de Red Lora..

Dispositivos	Descripción
Dispositivos finales	En el contexto de dispositivos LoRa se refiere a un dispositivo final o terminal dentro de una red LoRa que realiza funciones específicas según el propósito de la aplicación.
Lora Gateway	Actúa como un puente entre los dispositivos finales LoRa y la infraestructura de red. Recibe las transmisiones de los dispositivos finales y las reenvía a la red central, y viceversa.
Servicios de Red	El servidor de red, encargado de la gestión integral de la red, asume la responsabilidad de procesar la totalidad de la información. Al recibir un paquete, su función principal es eliminar cualquier redundancia

		presente y llevar a cabo verificaciones de seguridad para asegurar la integridad del mensaje.
Servicios de Aplicaciones	de	El servidor de aplicaciones es el punto central donde procesan todos los datos provenientes de los dispositivos finales, y ejecuta las acciones correspondientes según la información contenida en esos mensajes.

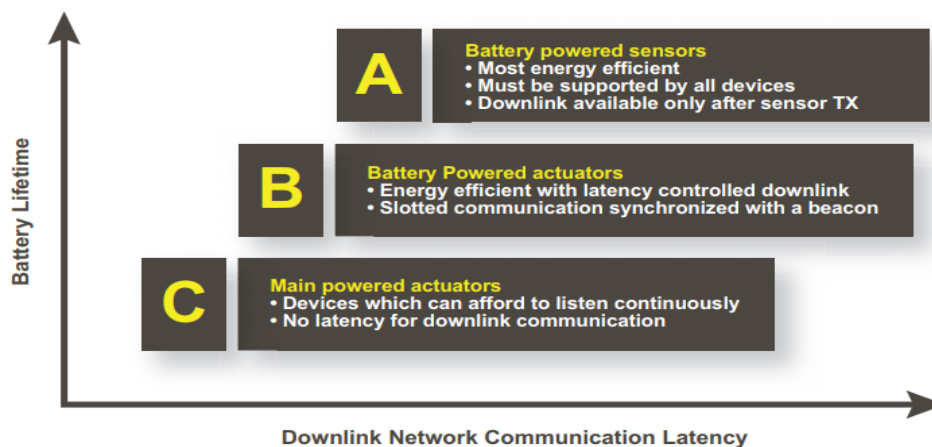
FUENTE: *La Investigación*

ELABORADO: *Miranda Briones Emily Tamara*

En el contexto de las redes LoRaWAN, se identifican tres categorías como se muestra en la Figura 3 de los distintos dispositivos según sus capacidades de conectividad.

- **Clase A:** Los datos en el enlace ascendente provienen exclusivamente del dispositivo final. Después de enviar un mensaje ascendente, se abren dos breves ventanas de recepción para posibles mensajes descendentes, que pueden incluir confirmaciones y parámetros del dispositivo [15, 17].
- **Clase B:** Se sincronizan a través de balizas transmitidas de manera cíclica. Estas balizas sirven como puntos de referencia para la sincronización, y las ventanas de recepción adicionales se abren en momentos específicos, ofreciendo una mejora en la disponibilidad de la red [15, 17].
- **Clase C:** Presenta una notable reducción en la latencia para las transmisiones descendentes, ya que la ventana de recepción del dispositivo final permanece siempre abierta, a menos que el propio dispositivo esté transmitiendo datos. Esta característica posibilita que el servidor de confianza inicie transmisiones descendentes de manera directa [17, 15].

Figura 3 *Clases de los Dispositivos Final*



Nota: Optimización de tecnología en las distintas posibilidades de dispositivos LoRaWAN de Erica Pérez, 2018 (<https://medium.com/pruebas-de-laboratorio-de-la-modulaci%C3%B3n-lora/lorawan-d00f48384160>)

2.1.3. Descripción de tecnología.

En este capítulo se detallarán las características preponderantes del módulo de comunicación y el dispositivo digital programable seleccionados en la sección previa. Además de esta descripción detallada, se explorarán en profundidad diversas funcionalidades y modos de uso esenciales para la ejecución exitosa del proyecto en cuestión.

2.1.3.1. LoRa RA-02.

El módulo LoRa RA-02, al igual que el RYLR8961, aprovecha la tecnología LoRa para habilitar una comunicación inalámbrica de largo alcance, permitiendo la transmisión efectiva de datos a distancias significativas. Este módulo está diseñado para adaptarse a regiones que autorizan el uso de la frecuencia LoRa, y su capacidad de ajuste de potencia proporciona flexibilidad para adaptarse a diferentes requisitos de alcance y eficiencia energética.

Diseñado para trabajar con antenas externas, el módulo LoRa R2 ofrece la flexibilidad necesaria para adaptar la configuración de la antena según los requisitos específicos de la aplicación y las condiciones ambientales. Utiliza un protocolo de comunicación transparente, lo que significa que los datos transmitidos y recibidos no requieren un formato específico, simplificando así la integración con diversos sistemas.

A continuación, se detallan las especificaciones generales del módulo LoRa RA-02 y los niveles de corriente de consumo correspondientes a los estados de transmisión, reposo y modo de sueño profundo del dispositivo [18, 19].

Tabla 3 *Especificaciones generales de LoRa RA-02.*

Características	Descripción
Banda de Frecuencia	El rango de frecuencia de 410 MHz a 525 MHz.
Modulación	FSK, GFSK, MSK, GMSK, LoRa™ y OOK
Tasa de Transmisión de Datos	Tasa de transmisión máxima de 300 kbps con modulación FSK y 12,500 bps con tecnología de modulación LoRa.
Interfaz	Interfaz UART (Universal Asynchronous Receiver-Transmitter).
Rango de operación	De hasta 5 km en áreas urbanas y hasta 15 km en áreas rurales
Sensibilidad del Receptor	La sensibilidad del receptor es menor a -148 dBm.

FUENTE: *La Investigación*

ELABORADO: *Miranda Briones Emily Tamara*

2.1.3.2. GPS u-blox NEO-6M-0-0011.

El módulo GPS u-blox NEO-6M-0-0011, desarrollado por la empresa suiza u-blox, opera como un receptor GPS, con la capacidad de buscar y adquirir señales satelitales para determinar con precisión la posición geográfica del dispositivo receptor. A través del procesamiento de las señales GPS recibidas, el módulo realiza cálculos no solo de la posición, sino también de la velocidad y otros datos pertinentes. Adicionalmente, el dispositivo cuenta con la capacidad de almacenar datos de almanaque, que incluyen efemérides y detalles orbitales de satélites, optimizando la adquisición rápida de señales en encendidos posteriores [20, 21].

En cuanto a la salida de datos, el módulo sigue el estándar NMEA (National Marine Electronics Association), ofreciendo información en un formato reconocido para una comunicación eficiente entre dispositivos de navegación y sistemas de navegación [20].

Este módulo integra un chipset de la reconocida marca u-blox, conocida por proporcionar tecnología GPS de alta calidad y rendimiento. Su diseño compacto y liviano lo hace idóneo para aplicaciones donde el espacio es limitado, como en dispositivos portátiles, drones, vehículos y

otros sistemas embebidos. Además, facilita la integración con otros dispositivos electrónicos mediante interfaces de comunicación como UART [20, 21].

2.1.3.3. Raspberry Pi 4.

Es una computadora de placa única desarrollada por la Fundación Raspberry Pi, destaca por su diseño compacto y asequible, ofreciendo una potente capacidad de procesamiento y flexibilidad para diversos proyectos y aplicaciones. Su versatilidad la convierte en una opción ideal para tareas específicas, como servir como un centro de medios mediante el uso de software como Kodi, permitiendo la reproducción de música y video [22, 23].

Su potencia de procesamiento y memoria, también se adapta perfectamente como una estación de trabajo para tareas de oficina y desarrollo de software. Además, puede configurarse como un servidor para alojar sitios web, servicios en la nube y otras aplicaciones esenciales. La presencia del puerto GPIO facilita la conexión con sensores, actuadores y otros dispositivos, lo que la hace idónea para proyectos de electrónica [22, 23].

Tabla 4 Especificaciones detalladas Raspberry Pi 4.

Características	Descripción
Procesador	Procesador Broadcom BCM2711 de cuatro núcleos a 1.5 GHz
Memoria RAM	RAM de 2 GB, 4 GB y 8 GB
Conectividad	USB 3.0, USB 2.0, HDMI, Ethernet, conectividad inalámbrica Wi-Fi y Bluetooth.
Puerto	Puerto GPIO que facilita la conexión con componentes y periféricos externos

FUENTE: La Investigación

ELABORADO: Miranda Briones Emily Tamara

2.1.3.4. ESP32 Lora.

El módulo ESP32 LoRa IoT incorpora el potente microcontrolador ESP32 junto con el transceptor LoRa SX1276, posibilitando la comunicación inalámbrica de largo alcance. El ESP32, un microcontrolador de alto rendimiento y bajo consumo, incluye un procesador dual-core, conectividad Wi-Fi y Bluetooth integrada, GPIOs, y es programable a través de entornos como Arduino IDE o PlatformIO. En cuanto al SX1276, se trata de un transceptor diseñado específicamente para la comunicación de largo alcance mediante la tecnología LoRa. Opera en

las bandas ISM de 868MHz o 915MHz según la región, ofrece modulación LoRa y FSK, y proporciona diversas opciones de configuración, como velocidad de transmisión y potencia de salida. [24].

Su versatilidad y eficacia en la conectividad inalámbrica lo posicionan como una opción clave para el desarrollo de soluciones IoT. La capacidad de control remoto a través de la red Wi-Fi contribuye significativamente a la automatización y la interconexión de dispositivos, mientras que la habilidad para recopilar datos de sensores y transmitirlos eficientemente se alinea con la creación de sistemas efectivos de monitoreo y control.

2.1.3.5. Cámara Raspberry Pi.

Emplea un sensor CMOS, reconocido por su eficiencia en la conversión de luz a señales eléctricas, característica común en cámaras digitales debido a su bajo consumo de energía y alta velocidad. La capacidad de ajuste del enfoque y la apertura permite la captura de imágenes nítidas en entornos con variaciones de iluminación [25].

La frecuencia de fotogramas (FPS) se refiere a la tasa de captura de imágenes por segundo y es configurable en la cámara Raspberry Pi. Esta característica es crucial para aplicaciones que demandan la grabación de movimiento fluido, como la captura de video. La cámara incorpora capacidades de procesamiento de imágenes que posibilitan la aplicación de filtros y ajustes de color para mejorar la calidad visual de las imágenes capturadas [25].

La compensación de exposición permite ajustar la cantidad de luz que alcanza el sensor de la cámara, siendo particularmente útil en escenarios de alto contraste o con iluminación desafiante para evitar la sobreexposición o subexposición de imágenes.

La cámara Raspberry Pi facilita el streaming de imágenes o videos a través de la red, ofreciendo una funcionalidad valiosa para aplicaciones de vigilancia remota o transmisión de datos en tiempo real.

En términos de detección, algunos modelos de la cámara están equipados con capacidades avanzadas de reconocimiento de rostros y objetos, siendo aplicables en entornos de seguridad, seguimiento de objetos y proyectos de inteligencia artificial [25].

2.1.3.6. *Sensor Ultrasónico e Inclinación.*

Los sensores ultrasónicos y de inclinación desempeñan un papel esencial en una variedad de aplicaciones que requieren mediciones precisas de distancia y la capacidad de detectar cambios en la inclinación o posición de objetos [26].

Los sensores ultrasónicos utilizan el principio de ecolocalización. Emiten pulsos ultrasónicos de alta frecuencia, generalmente alrededor de 40 kHz, y miden el tiempo que tarda en regresar el eco después de chocar con un objeto [26].

Sensores de inclinación, como interruptores de inclinación basados en mercurio, inclinómetros de tipo resistivo y sensores basados en acelerómetros. Detectan cambios en la aceleración causados por la inclinación, proporcionando así información sobre la posición angular del sensor [26].

2.2. Marco referencial.

En el contexto actual, se han realizado múltiples investigaciones previas que tratan la temática que abordamos en este proyecto. Se ha dirigido la atención hacia estas investigaciones existentes con el propósito de fundamentar y perfeccionar nuestro trabajo, buscando así ampliar y mejorar las propuestas ya presentadas.

- ***Prototipo de bastón inteligente para personas con limitación Visual*** se enfoca específicamente en abordar las limitaciones de movilidad de personas con discapacidad visual al diseñar un bastón que incorpora funciones avanzadas. Su énfasis se centra en la detección de obstáculos y la implementación de un sistema GPS para generar alertas y permitir el monitoreo en tiempo real a través de una aplicación web. Este prototipo busca adaptarse a las características del bastón blanco tradicional, agregando capacidades tecnológicas con el propósito de mejorar la movilidad y la seguridad de los usuarios [5]. La investigación asociada a este proyecto se alinea con este trabajo, donde se busca destacar la mejora continua en la movilidad y seguridad de las personas con discapacidad visual.
- ***Visión artificial por alertas de voz y movimiento para personas con discapacidad visual en la biblioteca de no videntes de la universidad técnica de Ambato*** El objetivo principal del proyecto es facilitar el desplazamiento de personas invidentes hacia la biblioteca de la universidad, brindando una solución segura y autónoma. El sistema propuesto emplea

tecnologías de visión artificial que emiten alertas de voz y movimiento para guiar a las personas invidentes de manera segura, mejorando así su capacidad de navegar por la universidad sin depender de un guía. Este enfoque no solo busca mejorar la movilidad, sino también elevar el estado anímico de las personas con discapacidad visual al ofrecer una sensación de seguridad y autonomía [6]. Esta investigación se relaciona con este trabajo, ya que su proyecto busca ampliar este enfoque mediante la incorporación de tecnologías de visión artificial para guiar a las personas, la propuesta incluye sensores adicionales para ofrecer información contextual detallada sobre el entorno, mejorando aún más la experiencia de navegación para las personas con discapacidad visual.

- ***Gafas inteligentes como herramienta de asistencia para lectura y reconocimiento del entorno para personas con discapacidad visual*** El presente proyecto de titulación se enfoca en el desarrollo de unas gafas inteligentes como una herramienta de asistencia para personas con discapacidad visual. Estas gafas contarán con características avanzadas, como un lector audible de textos mediante la integración de la API de Google Cloud Visión y el reconocimiento de objetos mediante la implementación y configuración de la red neuronal Mobile Net V3, impulsado por algoritmos de inteligencia artificial [7]. Esta investigación se vincula directamente con este trabajo, donde se busca estratégicamente mejorar la comunicación de emergencia de manera significativa, asegurando una respuesta rápida ante situaciones críticas. En este contexto, se destacará la importancia crucial de la tecnología en aplicaciones específicas de seguridad y asistencia en tiempo real.
- ***En este proyecto técnico se desarrollan gafas especiales con capacidades avanzadas de detección de obstáculos y un sistema de ubicación para casos de emergencia.*** Además, se complementa con una aplicación móvil que ofrece el reconocimiento de billetes de cualquier denominación, dirigido especialmente para brindar asistencia a personas con discapacidad visual [8]. Esta investigación se relaciona estrechamente con este proyecto, y la mejora significativa radica en la integración de tecnologías en las gafas inteligentes. El objetivo principal de esta integración es optimizar la conectividad del dispositivo, permitiendo una transmisión de datos más eficiente hacia la nube. Este aspecto adquiere especial relevancia en entornos universitarios extensos, donde una cobertura amplia y

una transmisión de datos rápida son fundamentales para el rendimiento efectivo del dispositivo.

- ***Dispositivo de apoyo para la movilidad de personas con discapacidad visual*** El diseño del dispositivo se lleva a cabo utilizando el software "SolidWorks 2017", y se seleccionan los componentes electrónicos necesarios para desarrollar el sistema de control. El dispositivo puede identificar obstáculos físicos durante el desplazamiento del usuario, brindando información valiosa para su seguridad. Además, incorpora un sistema de posicionamiento global (GPS) que permite ubicar la posición del usuario en caso de extravío, lo que se convierte en una medida adicional de seguridad [9]. Esta investigación está directamente vinculada a este proyecto, y la mejora clave implementada implica la inclusión de la tecnología en el dispositivo. Esta adición no solo fortalece la capacidad del dispositivo para informar sobre obstáculos, sino que también potencia significativamente la capacidad de rastrear la ubicación del usuario, mejorando la seguridad y la asistencia proporcionada por el dispositivo.

El desarrollo de un dispositivo IoT para la asistencia de personas con discapacidad visual ofrece ventajas significativas en términos de cobertura, conectividad, eficiencia energética, funcionalidades integradas y adaptabilidad. Este dispositivo representa una solución avanzada y efectiva para mejorar la movilidad y la independencia de las personas con discapacidad visual en su vida diaria.

2.3. Marco legal.

En el ámbito legal ecuatoriano, la Constitución establece principios fundamentales que respaldan la igualdad, inclusión y accesibilidad para personas con discapacidad. Estos principios sientan las bases para la creación de leyes y regulaciones específicas que promueven la implementación de tecnologías asistidas.

- ***Constitución de la República del Ecuador*** Artículo 11: Establece que todas las personas son iguales y gozarán de los mismos derechos, deberes y oportunidades, sin discriminación [27].
- Artículo 47: Reconoce a las personas con discapacidad el derecho a la equiparación de oportunidades y su integración social, promoviendo la no discriminación [27].

- Artículo 18: Garantiza el acceso libre a la información generada en entidades públicas, o en las privadas que manejen fondos del Estado o realicen funciones públicas, sin reserva de información excepto en los casos expresamente establecidos en la ley [27].
- ***La Ley Orgánica de Discapacidades*** En el artículo 47, se promoverá el diseño universal en la planificación, diseño, construcción, adaptación y uso de espacios públicos y privados, así como en la elaboración de productos, bienes y servicios. Esta disposición legal subraya la importancia de incorporar principios de diseño universal para garantizar la accesibilidad y la inclusión en diversos entornos, respaldando así la implementación de tecnologías asistidas que contribuyan a este propósito [28].
- El artículo 54 de la misma ley establece que se garantizará el acceso de las personas con discapacidad a la información y las comunicaciones, abarcando los sistemas y tecnologías de información y comunicaciones. Esta disposición reconoce la importancia crucial de facilitar el acceso equitativo a la información, lo que incluye el respaldo legal para la implementación de tecnologías asistidas que aseguren la accesibilidad a plataformas digitales, servicios en línea y otros recursos comunicativos [28].
- ***Ley Orgánica Contratación Pública en Ecuador y su Relevancia para Adquisiciones de Tecnologías de Asistencia*** El artículo 28 de la Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública adquiere relevancia en el contexto de adquisiciones de tecnologías de asistencia. Este artículo establece que los procedimientos contemplados en la ley se tramitarán preferentemente mediante el uso de herramientas informáticas. En este sentido, se sugiere que las adquisiciones de tecnologías de asistencia podrían beneficiarse de la implementación de plataformas digitales para agilizar y transparentar los procesos de contratación. La preferencia por herramientas informáticas resalta la importancia de la digitalización en los procedimientos de contratación pública, lo que podría ser particularmente pertinente en el caso de tecnologías de asistencia que requieran ser adquiridas de manera eficiente y rápida para satisfacer las necesidades de las personas con discapacidad [29].
- ***Normativas de Seguridad en Contratación Pública***, en el artículo 28 menciona la necesidad de que el Portal COMPRASPÚBLICAS, utilizado para llevar a cabo los procesos de contratación, cuente con seguridades informáticas que garanticen su correcto funcionamiento. Este requisito es esencial para garantizar la integridad y la

seguridad de los procesos de contratación, especialmente cuando se trata de adquisiciones de tecnologías de asistencia que puedan depender de plataformas digitales para su correcta operación. En consecuencia, la Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública establece un marco normativo que fomenta la utilización de herramientas informáticas y garantiza la seguridad en los procesos de contratación, aspectos cruciales a considerar al adquirir tecnologías de asistencia que pueden requerir plataformas digitales especializadas para su implementación y funcionamiento [29].

CAPÍTULO III
MÉTODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.

3.1. Localización.

La localización del proyecto es fundamental en la planificación de proyectos de telecomunicaciones, especialmente en la implementación de dispositivos de asistencia destinados a la comunidad universitaria en los campus de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), en la provincia de Los Ríos, Ecuador. En esta instancia, se considera esencial prever la infraestructura y servicios necesarios para una posible adaptación en el futuro, fomentando así la inclusividad en el entorno universitario.

3.1.1. Ubicación Geográfica.

El proyecto se hará en el campus de la UTEQ, distribuidos estratégicamente en Quevedo, destacando dos lugares principales: el Campus Central la dirección es Av. Carlos J. Arosemena 38, con longitud y latitud [-1.0123483051541817, -79.46918554837836].

Figura 4 Ubicación Geográfica del proyecto Campus "La Central".



FUENTE: La Investigación

ELABORADO: Miranda Briones Emily Tamara

3.2. Relevancia del proyecto.

La relevancia de este proyecto se fundamenta en un análisis detallado de la demografía actual del campus de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), respaldado por datos provenientes del Sistema de Gestión Académica (SGA), proporcionado por el Ingeniero de Tics de la Universidad. En el periodo académico del 2023-2024, se registraron 11,324 estudiantes

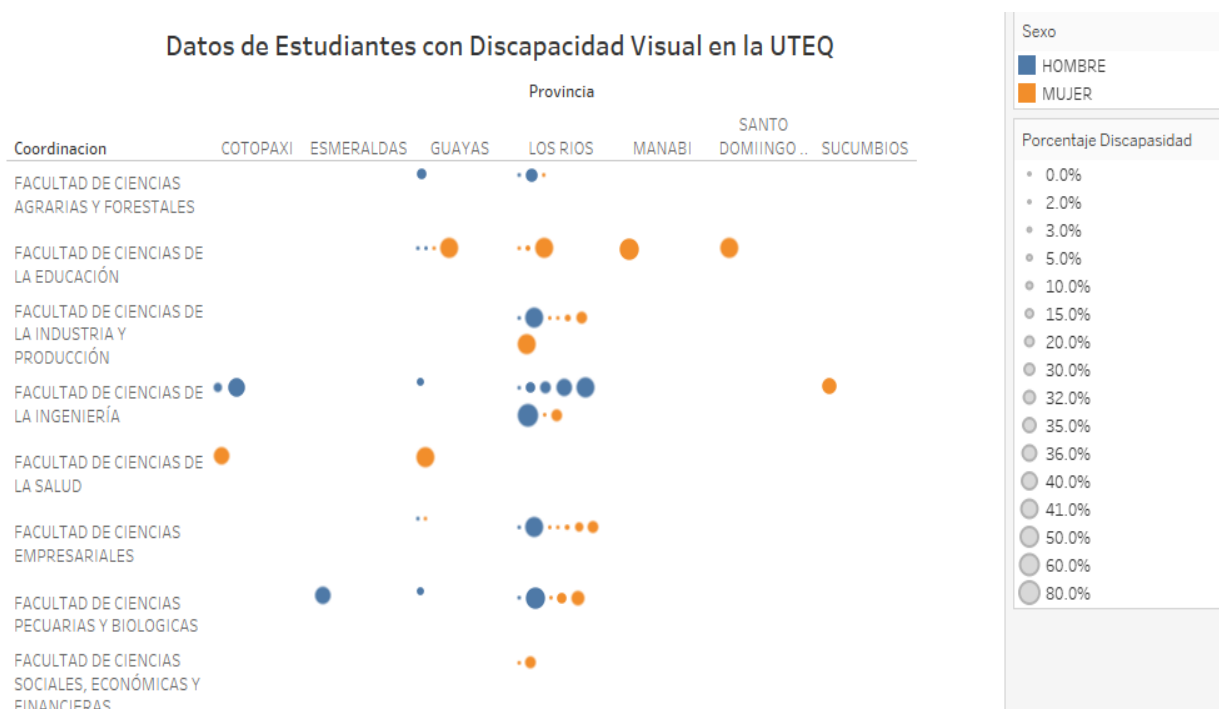
matriculados en la institución. De este grupo, 69 estudiantes fueron identificados con discapacidad visual.

3.2.1. Demografía Actual del Campus

El SGA, una fuente confiable de los datos académicos, permite una visión precisa de la demografía estudiantil. La cifra de 69 estudiantes con discapacidad visual representa un porcentaje específico dentro del conjunto estudiantil total. Esta información nos brinda una comprensión más detallada de la población estudiantil afectada y permite orientar de manera más precisa los esfuerzos de inclusión.

A continuación, se presenta un diagrama de dispersión que ilustra la distribución de estudiantes con discapacidad visual en relación con las distintas facultades de la UTEQ. Este gráfico proporciona una representación visual de los porcentajes de discapacidad visual y los estudiantes afectados en cada área académica.

Figura 5 *Gráfica de dispersión de los datos de estudiantes con discapacidad visual.*



FUENTE: *La Investigación*

ELABORADO: *Miranda Briones Emily Tamara*

La Figura 5 revela una variabilidad significativa en los porcentajes de discapacidad visual entre estudiantes de distintas facultades de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ). De particular interés es el caso en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, donde se identifica un estudiante con un 80% de discapacidad visual. Destacando como el caso más pronunciado de impacto visual. Este escenario enfatiza la diversidad de necesidades dentro de la comunidad estudiantil con discapacidad visual y resalta la importancia de implementar soluciones inclusivas que aborden una amplia gama de discapacidades.

3.2.1.1. *Importancia de la Inclusión.*

A pesar de que la cantidad de estudiantes con discapacidad visual puede parecer limitada en comparación con el tamaño total de la población estudiantil, cada individuo representa una voz significativa en la búsqueda de una educación inclusiva. La inclusión de estudiantes con discapacidad visual no solo se trata de cifras numéricas, sino de un compromiso más profundo con la equidad y la accesibilidad. Aunque en la actualidad los casos pueden ser limitados, la implementación de un dispositivo inteligente para la asistencia busca abrir la brecha de inclusión para futuras generaciones. Este proyecto no solo aborda las necesidades actuales, sino que también sienta las bases para una cultura inclusiva en constante evolución.

La UTEQ aspira a ser un referente en la promoción de la inclusión, y este proyecto representa un paso adelante en la materialización de ese compromiso. Al considerar casos específicos, como el estudiante de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, estamos proactivamente allanando el camino para que todos los estudiantes, independientemente de sus capacidades, tengan acceso a una educación superior sin barreras.

3.3. Tipo de investigación.

La presente investigación se enmarca en un enfoque de tipo bibliográfico, considerando las siguientes razones que respaldan esta elección metodológica.

3.3.1. *Investigación bibliográfica.*

La investigación bibliográfica constituye un pilar fundamental en la metodología de este proyecto, permitiendo acceder y analizar información relevante proveniente de fuentes documentales. Se llevará a cabo un exhaustivo examen de libros, revistas, tesis, manuales y otros documentos electrónicos, tanto a nivel nacional como internacional, que se relacionen con dispositivos de asistencia destinados a personas con discapacidad visual.

3.3.2. Investigación aplicada.

Juega un rol crucial en el avance del proyecto actual al aplicar los conocimientos obtenidos durante las unidades de aprendizaje vinculadas a electrónica y programación, así como la habilidad para realizar investigaciones de manera autónoma. Este enfoque metodológico implica la aplicación práctica de estos conocimientos en la concreción de dispositivos de asistencia, diseñados específicamente para personas con discapacidad visual.

3.4. Método de investigación.

3.4.1. Método deductivo.

En este contexto de investigación, se empleará el método deductivo para la formulación de la problemática relacionada con el proyecto en cuestión. Este enfoque permitirá evidenciar de manera clara y precisa la estructura adecuada para el ensamblado del circuito de control y la programación del algoritmo encargado de la detección.

La aplicación del método deductivo se enfocará en la identificación y articulación de las premisas fundamentales que subyacen en la construcción del sistema de detección. Se buscará establecer relaciones lógicas entre las premisas y llegar a conclusiones específicas sobre el proceso de ensamblado del circuito y la programación del algoritmo. Este método facilitará una comprensión profunda de los principios teóricos que sustentan la funcionalidad del sistema propuesto.

3.4.2. Método analítico.

Para abordar la complejidad de este proyecto de telecomunicaciones, se empleará el método analítico. Este enfoque se centrará en descomponer el objeto de estudio, en este caso, el sistema de detección basado en visión artificial y hardware para dispositivos de asistencia para personas con discapacidad visual.

La recolección de datos estará ligada al análisis de las partes constitutivas del sistema, como los componentes de la red, los aspectos esenciales de la implementación de visión artificial y las características principales del hardware. Este método permitirá una comprensión detallada de cada elemento del sistema, facilitando así la identificación de los factores críticos para el éxito de la implementación.

3.5. Fuentes de la recopilación de la información.

La obtención de información para la presente investigación se llevó a cabo mediante diversas fuentes, garantizando la rigurosidad y relevancia de los datos recopilados. A continuación, se detallan las fuentes utilizadas.

Fuentes primarias:

- **Observación Directa:** Se realizó una observación directa en el campus “Central” y el campus 'La María', con el fin de recopilar información contextual relevante. Este enfoque permitió identificar características específicas del entorno universitario que podrían influir en el diseño y la implementación de los dispositivos de asistencia.
- **Datos Existente:** La recopilación de datos existentes se llevó a cabo mediante la revisión de registros históricos y datos pertinentes disponibles en fuentes gubernamentales y otras fuentes confiables. Estos datos proporcionaron información valiosa sobre la situación actual y las necesidades específicas de las personas con discapacidad visual en la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

Fuentes secundarias:

- **Literatura Científica:** Se consultaron rigurosamente artículos, revistas y libros especializados en el ámbito de dispositivos de asistencia para personas con discapacidad visual, sistemas de telemetría, sensores, y tecnologías afines. Esta revisión exhaustiva permitió obtener un panorama detallado de las tendencias actuales, avances tecnológicos y desafíos en el ámbito de estudio.
- **Documentación Técnica:** Se recurrió a manuales, informes técnicos y documentación proveniente de fabricantes y proveedores de equipos y tecnologías relevantes para el desarrollo de dispositivos de asistencia. La información recopilada de estas fuentes contribuyó a comprender las especificaciones técnicas necesarias para la implementación exitosa del proyecto.

3.6. Diseño de la investigación.

El diseño de este proyecto se estructuró mediante una metodología por fases, facilitando su desarrollo de manera sistemática y efectiva:

Fase 1: Revisión de Literatura y Marco Teórico

En esta etapa, se revisó la literatura científica y técnica pertinente a la investigación. El objetivo principal fue establecer un marco teórico sólido que fundamentara el desarrollo del proyecto. Se analizaron estudios previos y avances en el ámbito de dispositivos de asistencia para personas con discapacidad visual, proporcionando así una base conceptual robusta.

Fase 2: Análisis del Sistema

Durante el diseño del sistema, se realizó un análisis meticuloso de los componentes a emplear, priorizando aquellos de bajo consumo energético y fácil manejo. La selección estratégica de estos componentes fue crucial para garantizar la eficiencia del sistema. Se puso especial énfasis en el diseño orientado a dispositivos de asistencia para personas con discapacidad visual, considerando su implementación en el entorno específico de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

Fase 3: Implementación y Desarrollo del Sistema

En esta fase, se materializó el diseño con la creación de un sistema adaptado a un dispositivo de asistencia. Esto incluyó la configuración integral del sistema y el desarrollo de una interfaz de usuario intuitiva. El enfoque se centró en la accesibilidad, considerando las necesidades específicas de las personas con discapacidad visual en la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

Fase 4: Recopilación de Datos y Evaluación del Sistema

La implementación del sistema permitió la recopilación, vinculados a los dispositivos de asistencia para personas con discapacidad visual, se llevó a cabo mediante la implementación del sistema. La evaluación posterior reveló resultados exitosos, validando la efectividad y fiabilidad del sistema en el contexto específico de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Estos resultados proporcionan una base sólida para futuras implementaciones y mejoras en el ámbito de la asistencia a personas con discapacidad visual en entornos universitarios.

3.7. Instrumentos de investigación.

- **Observación Directa**

La observación directa se eligió un componente esencial de la metodología de investigación, siendo implementada en los Campus de 'La Central' y 'La María'. Este enfoque proporcionó una visión detallada de la utilización y funcionamiento de dispositivos específicos orientados a asistir a personas con discapacidad visual.

Durante este proceso, se llevaron a cabo registros detallados de datos pertinentes, abarcando aspectos cruciales relativos a la implementación de tecnologías. Específicamente, se focalizó en la identificación y evaluación de dispositivos destinados a mejorar la accesibilidad para individuos con discapacidad visual en el entorno universitario.

La elección de la observación directa se justifica por su capacidad para capturar información en tiempo real, permitiendo la identificación de patrones de uso, desafíos potenciales y posibles mejoras en la implementación de dispositivos de asistencia. La recopilación de datos se efectuó de manera no intrusiva, respetando la naturalidad del entorno y garantizando la autenticidad de los resultados.

- **Pruebas Piloto de Dispositivos:**

Realizar pruebas piloto del dispositivo de asistencia con un grupo representativo de usuarios permitirá evaluar la funcionalidad práctica y la usabilidad de los dispositivos en un entorno controlado antes de la implementación a gran escala. Los resultados de estas pruebas proporcionarán retroalimentación valiosa para ajustar y mejorar los dispositivos antes de su despliegue completo.

3.8. Tratamiento de los datos.

Con el propósito de abordar eficientemente el tratamiento de datos en el contexto de esta investigación, se llevarán a cabo las siguientes acciones:

- **Organización y Almacenamiento:** Los datos recopilados en el desarrollo de esta investigación serán organizados y almacenados de manera meticulosa y estructurada. Este proceso se hará empleando herramientas especializadas, como bases de datos u otras plataformas de gestión de datos pertinentes. La estructuración de los datos

contribuirá significativamente a la posterior fase de análisis, al facilitar la accesibilidad y la coherencia en la manipulación de la información.

- **Análisis de Datos:** La fase de análisis de datos se ejecutará mediante la aplicación de diversas técnicas y métodos, adaptados a la naturaleza específica de la información recopilada y a los objetivos planteados en la investigación. Se emplearán tanto enfoques estadísticos como cualitativos, según sea pertinente. Este enfoque integral permitirá obtener conclusiones robustas y la capacidad para responder eficazmente a las preguntas de investigación formuladas. La combinación de métodos estadísticos y cualitativos asegurará una comprensión completa de los resultados obtenidos.

Este proceso de tratamiento de datos se realizará con el objetivo de explorar las posibilidades y desafíos asociados con la implementación de dispositivos para asistencias, destinados a personas con discapacidad visual en el entorno universitario de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo. La aplicación de estas prácticas metodológicas se configura como un pilar esencial para garantizar la validez y la fiabilidad de los resultados de la investigación, contribuyendo así al avance del conocimiento en el ámbito de las tecnologías de asistencia para personas con discapacidad visual en entornos académicos específicos.

3.9. Recursos humanos y materiales.

3.9.1. Recursos Humanos:

A continuación, se describen los especialistas cuyas funciones son esenciales en todas las fases del proyecto. La eficaz cooperación entre estos profesionales no solo asegura la coherencia con los objetivos de la investigación, sino que también aporta de forma sustancial al progreso de tecnologías que promueven la inclusión y accesibilidad.

Miembros del Tribunal:

- Ing. José Luis Tubay Vergara. MSc.
- Ing. Paola Benítez Navarrete. MSc.
- Ing. Kenya Guerrero Goyes. MSc.

Autor(a):

- Emily Tamara Miranda Briones

Director del proyecto:

- Ing. Néstor Salinas Buestan, MSc.

3.9.2. Recursos Materiales:

3.9.2.1. Hardware.

La tabla 6 siguiente presenta una detallada lista de los recursos de hardware identificados y utilizados en el proyecto. Desde sensores especializados hasta componentes electrónicos clave, estos materiales desempeñan un papel fundamental en la implementación de soluciones tecnológicas que buscan mejorar la accesibilidad y la calidad de vida de las personas con discapacidad visual en el entorno universitario.

Tabla 5 Recursos de Hardware.

Cantidad	Hardware	Descripción
1	Laptop	HP 250 G8 Notebook: • Procesador 11th Gen Intel(R) Core (TM) i7-1165G7 @ 2.80GHz 2803 Mhz • RAM instalada 8,00 GB • Sistema operativo de 64 bits, procesador basado en x64
1	Sistema embebido	Raspberry Pi 4B+: • Procesador Broadcom BCM2711, Cortex-A72 de cuatro núcleos (ARM v8) SoC de 64 bits @ 1.5 GHz • Tarjeta gráfica GPU VideoCore VI Modulo Esp32 Lora Iot 868mhz-915mhz: • Procesador de doble núcleo Tensilica Xtensa LX6 a 240 MHz • RAM integrada de 520 KB.
1	Sensor	Cámara: • Raspberry Pi3 Pi4 5mp 1080p Ecuaplus

FUENTE: La Investigación

ELABORADO: Miranda Briones Emily Tamara

3.9.2.2. Recursos de software.

En este contexto, la siguiente tabla 7 presenta una detallada lista de los recursos de software esenciales para la investigación sobre dispositivos de asistencia destinados a personas con discapacidad visual en la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

Tabla 6 *Recursos de Software.*

Software	Descripción
Sistema Operativo	• Raspberry Pi OS
Software de trabajo	• Android Studio
	• pgAdmin4
	• Arduino IDE
	• NetBeans IDE
Programas de oficina	• Paquete de Office de Microsoft

FUENTE: *La Investigación*

ELABORADO: *Miranda Briones Emily Tamara*

3.9.2.3. Materiales de campo.

- lora rylr8961.
- Modulo GPS Ublox NEO-6M-0-0011.
- Sensores ultrasónicos e inclinación
- Smartphone.
- Cables de conexión.
- Protoboard.

3.9.2.4. Materiales de Oficina.

- Internet.

3.9.3. Recursos financieros.

La tabla 7 detalla la asignación de recursos financieros para el proyecto, abarcando la adquisición de hardware y los costó a la investigación. La gestión eficiente de estos recursos es crucial para alcanzar los objetivos y promover la inclusión en el entorno universitario.

Tabla 7 *Recursos Financieros.*

Nombre de los componentes	Precio unidad	Cantidad	Total
Raspberry pi 4B+	\$64.26	1	\$64.26
Lora ra-02	\$19.00	2	38.00
Esp32 Lora Iot 868mhz-915mhz	\$45.00	1	\$45.00
Sensor ultrasónico	\$2.50	1	\$2.50
Sensor de inclinación	\$3.90	1	\$3.90
GPS Ublox NEO-6M-0-0011	\$11.90	1	\$11.90
Cámara Raspberry Pi3 Pi4 5mp 1080p	\$11.50	1	\$11.50
Cable flexible para cámara	\$5.50	1	\$5.50
Set de Cables Jumpers 3 tipos	\$3.25	12	\$3.25
Protoboard.	\$10.00	1	\$10.00
Gastos por envío	\$30	1	\$30
			\$225,81

ELABORADO: *Miranda Briones Emily Tamara*

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados.

Este capítulo examina los resultados obtenidos en el contexto de dispositivos para la asistencia de personas con discapacidad visual. Se realiza un análisis detallado de las características de hardware y software, destacando la comparación entre diversos componentes para determinar los elementos óptimos empleados en el desarrollo del sistema de detección. La evaluación del hardware abarca las ventajas y desventajas de los sistemas embebidos más comúnmente utilizados, capaces de controlar diversos procesos simultáneamente o ejecutar tareas específicas, así como de los sensores ópticos que poseen características apropiadas para la detección. Un objetivo fundamental de esta investigación es la utilización de dispositivos de bajo costo que cumplan con los requisitos de potencia necesarios para el procesamiento de imágenes.

4.2. Análisis de las tecnologías para la comunicación efectiva de largo alcance y bajo Consumo bajo energético.

La tabla 8 que se presenta a continuación resume las tecnologías evaluadas, destacando sus características clave, ventajas y desafíos. Este análisis es fundamental para la toma de decisiones informadas respecto a la implementación de soluciones tecnológicas que no solo permitan una comunicación eficaz de largo alcance, sino que también optimicen el consumo energético, asegurando así la viabilidad y sostenibilidad del dispositivo desarrollado.

Tabla 8 *Análisis de las tecnologías.*

Tecnología	Ventajas	Desventajas
LoRaWAN	Amplia cobertura geográfica	Infraestructura y Cobertura
	Bajo costo de implementación.	Variable.
	Diseñada para aplicaciones de bajo consumo de energía.	Dependencia de la Colaboración de la Comunidad.
	Escalabilidad para conectar miles de dispositivos.	
	Implementación en entornos urbanos y rurales.	
Sigfox	Bajo costo de implementación.	Limitado a mensajes pequeños (12 bytes).
	Baja tasa de transferencia de datos.	
	Diseñada para aplicaciones de baja frecuencia.	No es bidireccional.

NB-IoT	Utiliza infraestructuras existentes de redes móviles.	Menor velocidad de transmisión.
(Narrowband IoT)	Mayor capacidad de conexión simultánea.	Implementación más costosa.
LTE	Velocidades de transmisión más altas que NB-IoT.	Menor cobertura en comparación con NB-IoT.
	Mayor capacidad de carga que NB-IoT.	Implementación más costosa.
	Utiliza infraestructuras existentes de redes móviles.	
Weightless	Rango de alcance significativo.	Menor cantidad de implementaciones y dispositivos compatibles.
	Eficiente en términos de consumo de energía.	
	Bajo costo de implementación.	Menor velocidad de transmisión.
Symphony Link	Seguridad mejorada a través de cifrado de extremo a extremo.	Menor penetración en comparación con tecnologías celulares.
	Capacidad de gestionar grandes cantidades de dispositivos.	Costo inicial más alto para implementación.
	Baja latencia para aplicaciones críticas en tiempo.	Menor disponibilidad de infraestructuras en comparación con LTE.

FUENTE: *La Investigación*

ELABORADO POR: *Miranda Briones Emily Tamara*

En la tabla 9 se contextualiza las diversas tecnologías y la elección de LoRaWAN para dispositivos de asistencia en los campus de la UTEQ se basó en su eficiencia energética vital para operación continua, comunicación de largo alcance para cobertura extensa en entornos universitarios y bajo costo de implementación, crucial en presupuestos limitados. Estas características aseguran una experiencia ininterrumpida para usuarios con discapacidad visual, permitiendo acceso a asistencia en diversas ubicaciones estratégicas. La decisión se fundamenta en un análisis exhaustivo de requisitos y necesidades específicas, consolidando a LoRaWAN como una elección sólida y justificada para optimizar la asistencia en los campus universitarios de la UTEQ.

4.3. Diseño de la arquitectura de red y del sistema embebido destinado a la detección de objetos y la geolocalización.

En esta sección, se presenta el resultado del diseño de la arquitectura de red y del sistema embebido destinado a la detección de objetos y la geolocalización en el dispositivo inteligente.

4.3.1. Potencia de Procesamiento

En la siguiente sección, se presenta una evaluación detallada de la potencia de procesamiento de uno de los componentes clave considerados en el diseño de la arquitectura. Esta evaluación se realiza mediante la Tabla 9 comparativa que incluye criterios específicos para cada aspecto del procesador.

Tabla 9 Comparativa de Procesadores.

Criterio		Raspberry Pi 4		Odroid XU4		NVIDIA Jetson Nano		Intel NUC8i5BEH		
Tipo de Procesador		ARM Cortex-A72 (Quad-core)		ARM Cortex-A55 (Octa-core)		ARM Cortex-A57 (Quad-core)		Intel Core i5		
Frecuencia de Reloj		1.5 GHz		2.0 GHz		1.43 GHz		1.6 GHz		
GPU Integrada		VideoCore VI		Mali-T628 MP6		Maxwell GPU		Intel Iris Plus Graphics 655		
Rendimiento de GPU		500 MHz		600 MHz		921.6 GFLOPS		1.1 TFLOPS		
Memoria RAM		2GB, 4GB o 8GB LPDDR4		2GB o 4GB LPDDR3		4GB LPDDR4		8GB DDR4		
Archivos Interno		Ranura para tarjeta microSD		eMMC, para tarjeta microSD		Ranura para tarjeta microSD		Ranura M.2, SATA		
Consumo de Energía		2.7W (Idle), 7.6W (Carga máxima)		5W (Idle), 10W (Carga máxima)		5W (Idle), 10W (Carga máxima)		28W (Idle), 65W (Carga máxima)		

FUENTE: La Investigación

ELABORADO: Miranda Briones Emily Tamara

La elección de Raspberry Pi 4 como componente principal se basa en una cuidadosa consideración de varios factores cruciales. La combinación de su procesador ARM Cortex-A72 de cuatro núcleos, GPU VideoCore VI, y opciones flexibles de memoria RAM permite un equilibrio ideal entre rendimiento y eficiencia para las aplicaciones específicas de detección de objetos y geolocalización. Además, su bajo consumo de energía y la posibilidad de expansión mediante tarjetas microSD lo hacen especialmente adecuado para el dispositivo inteligente propuesto, garantizando un rendimiento sólido y eficiencia energética.

4.3.1.1. *Comparativa Ampliada de Comunicación Inalámbrica y Sensores.*

En esta sección, se presenta una evaluación detallada de los componentes clave utilizados en el diseño de la arquitectura, centrándonos en la comunicación inalámbrica y los sensores. A continuación de la tabla 10 comparativa, proporcionaremos una breve justificación para elegir cada sensor usado en la arquitectura.

Tabla 10 Comparativa de Sensores y conexiones Inalámbricas

Componente		Componentes	
Cámara	Raspberry Pi 3, 5MP,	Sony IMX477	Arducam 13MP
	1080p	(12.3MP, 4K)	(OV13850, 4208x3120)
Módulo GPS	NEO-6M-0-0011	Ublox NEO-M8N (GPS, GLONASS, Galileo)	Adafruit Ultimate GPS Breakout
Módulo LoRa	Ra-02 (LoRa), ESP32 Lora IOT (Gateway)	Dragino LG01-P (Gateway LoRa)	RN2483 (LoRa Transceptor)
Sensor Ultrasónico	HC-SR04 (4m rango, 0.3cm resolución)	Maxbotix MB1240 (7m rango, alta precisión)	JSN-SR04T (20m rango, IP65)
Sensor de Inclinación	MPU-6050 (Acelerómetro y Giroscopio)	MPU-9250 (9-DOF, incl. magnetómetro)	Adafruit 10-DOF (9-DOF + Barómetro)

Gateway LoRa	ESP32 Lora IOT	Kerlink iFemtoCell (Indoor Gateway)	Multitech Conduit (Outdoor Gateway)
-------------------------	----------------	--	--

Criterios de Evaluación

Resolución de la Cámara	Mayor resolución para una detección más precisa.	Mejora significativa en calidad de imagen.	Alta resolución para detalles precisos.
Precisión del Módulo GPS	Mayor precisión para una geolocalización más exacta.	Excelente precisión y soporte de múltiples satélites.	Precisión confiable y rápida adquisición de señal.
Rango de Comunicación LoRa	Amplio rango para asegurar la conectividad a larga distancia.	Mayor alcance y capacidad para atravesar obstáculos.	Transceptor dedicado para una comunicación fiable.
Alcance del Sensor Ultrasónico	Mayor alcance para una detección efectiva.	Largo alcance y alta precisión.	Amplio rango y resistencia a condiciones adversas.
Sensibilidad del Sensor de Inclinación	Alta sensibilidad para una detección precisa.	Incluye magnetómetro para una detección más completa.	Sensores adicionales para mediciones más avanzadas.
Cobertura del Gateway LoRa	Extensa cobertura para una comunicación confiable.	Diseñado para uso en interiores.	Solución robusta para entornos exteriores.

FUENTE: *La Investigación*

ELABORADO: *Miranda Briones Emily Tamara*

La selección de componentes se basa en un análisis cuidadoso de las necesidades específicas del sistema, priorizando la eficiencia, la precisión y la facilidad de integración para ofrecer una experiencia mejorada a los usuarios con discapacidad visual.

4.3.1.2. *Procesamiento de Librerías*

En la siguiente sección, se presenta una evaluación detallada de la potencia de procesamiento de algunas librerías clave consideradas en el diseño de la arquitectura. Esta evaluación se realiza mediante la Tabla 11 comparativa que incluye criterios específicos para cada aspecto del procesamiento ofrecido por estas librerías.

Tabla 11 *Comparativa Librerías*

Características	OpenCV	gTTS	Tesseract OCR	PyTorch Vision	NLTK (Natural Language Toolkit)
Tipo de Biblioteca	Visión por Computadora	Texto a Voz	OCR (Reconocimiento Óptico de Caracteres)	Visión por Computadora (Deep Learning)	Procesamiento de Lenguaje Natural
Lenguajes de Programación	C++, Python	Python	C++, Python	Python	Python
Aplicaciones Comunes	Procesamiento de Imágenes, Visión Computacional	Generación de Voz, Asistentes Virtuales	Reconocimiento de Texto en Imágenes	Reconocimiento de Imágenes, Modelado	Procesamiento de Texto, Análisis de Lenguaje Natural
Facilidad de Uso	Amplia comunidad, Documentación extensa	Fácil implementación en Python	Puede ser complejo configurar para casos específicos	Ampliamente utilizado, documentación extensa	Amplia comunidad, documentación completa
Soporte de Plataformas	Multiplataforma	Multiplataforma	Multiplataforma	Multiplataforma	Multiplataforma
Rendimiento	Eficiente en procesamiento de imágenes y video	Depende de la calidad del sintetizador de voz de Google	Buen rendimiento en OCR depende de la calidad de las imágenes	Alto rendimiento en tareas de visión complejas	Eficiente para tareas de procesamiento de texto
Enfoque Principal	Procesamiento de Imágenes	Conversión de Texto a Voz	Reconocimiento Óptico de Caracteres	Deep Learning para Visión	Procesamiento de Lenguaje Natural

Licencia	Open Source (BSD)	Propietaria, pero gratuita	Open Source (Apache 2.0)	Open Source (BSD)	Open Source (Apache 2.0)
-----------------	-------------------	----------------------------	--------------------------	-------------------	--------------------------

FUENTE: La Investigación

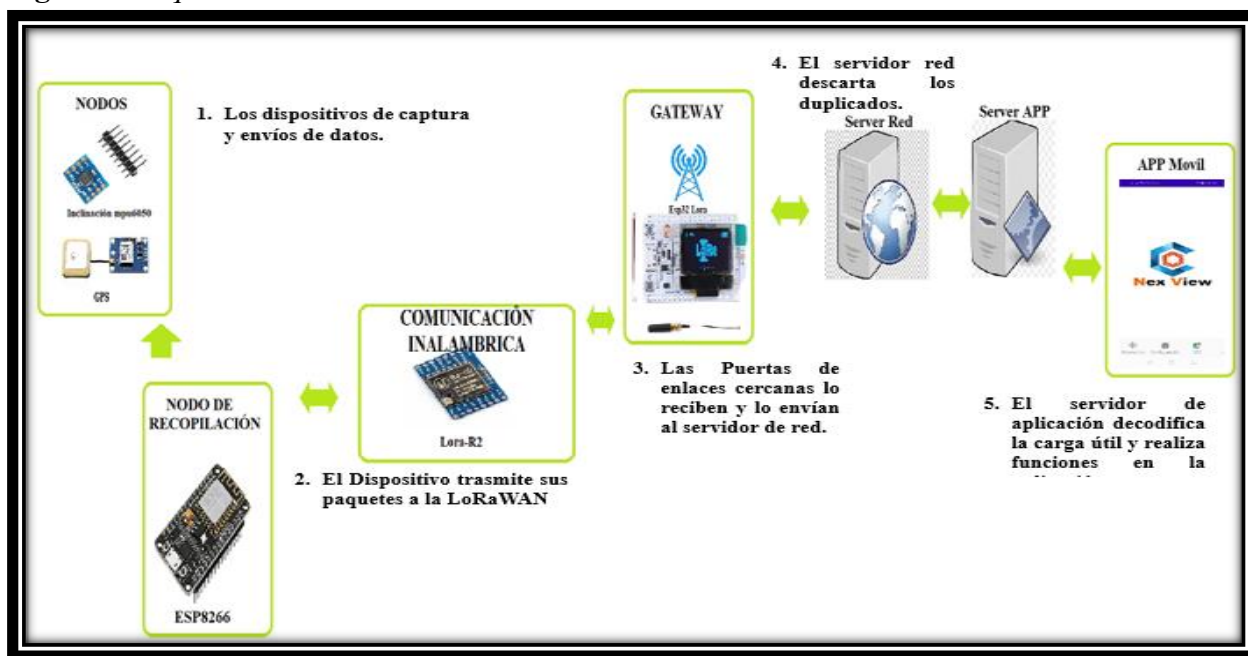
ELABORADO POR: Miranda Briones Emily Tamara

La combinación estratégica de OpenCV, Tesseract OCR y gTTS (Google Text-to-Speech) emerge como una solución integral y bien equilibrada para abordar las necesidades de asistencia visual en el proyecto propuesto.

4.3.2. Arquitectura de la Red.

El diseño de la arquitectura de red se centra en establecer la infraestructura que permite la comunicación efectiva entre el dispositivo inteligentes y los componentes externos.

Figura 6 Arquitectura de la Red LoRaWAN.



ELABORADO: Miranda Briones Emily Tamara

En la figura 6, se presenta la implementación de una sólida conexión inalámbrica utilizando la tecnología LoRaWAN. Esta tecnología se ha seleccionado estratégicamente para garantizar una comunicación efectiva de largo alcance y un consumo eficiente de energía. La arquitectura inalámbrica permite la interconexión entre diferentes componentes del sistema, facilitando la transmisión de datos clave para el funcionamiento de las gafas inteligentes.

4.3.2.1. *Nodos de Detección:*

Dentro de la arquitectura del dispositivo inteligentes, se han integrado nodos de detección de objetos. Estos nodos están distribuidos de manera estratégica en el dispositivo, lo que habilita la identificación y clasificación de objetos en tiempo real. La presencia de estos nodos de detección contribuye significativamente a la capacidad del sistema para ofrecer información precisa y oportuna sobre el entorno circundante, mejorando así la experiencia del usuario con discapacidad visual.

4.3.2.2. *Comunicación Inalámbrica:*

Se ha establecido una sólida conexión inalámbrica mediante la tecnología LoRaWAN, permitiendo una comunicación eficiente de largo alcance y un bajo consumo de energía. Esta tecnología se seleccionó estratégicamente para garantizar una conectividad confiable en entornos diversos.

4.3.2.3. *Gateway LoRaWAN:*

Un elemento crucial en esta arquitectura es el Gateway LoRaWAN centralizado. Este dispositivo actúa como el punto central de comunicación, recibiendo y transmitiendo datos entre el dispositivo inteligente y el servidor de procesamiento. La presencia del Gateway asegura una conectividad confiable, permitiendo una transferencia de datos estable y sin interrupciones. Esta comunicación es esencial para la operación efectiva del sistema, ya que facilita la actualización en tiempo real de la información capturada por los nodos de detección y permite la interacción con el entorno circundante.

4.3.2.4. *Servidor de Red:*

El servidor de red actúa como el núcleo de la infraestructura, gestionando la comunicación entre el Gateway LoRaWAN y el servidor de aplicación. Este componente centraliza los datos recibidos, realiza tareas de enrutamiento y asegura la integridad de la información antes de su procesamiento adicional.

4.3.2.5. *Servidor de Aplicación:*

El servidor de aplicación se encarga de procesar los datos provenientes del servidor de red y de los nodos de detección. Aquí, se aplican algoritmos de detección de objetos y geolocalización para ofrecer información útil al usuario. Además, el servidor de aplicación es la interfaz que permite la interacción con la aplicación desarrollada para el dispositivo inteligente.

4.3.2.6. *Aplicación:*

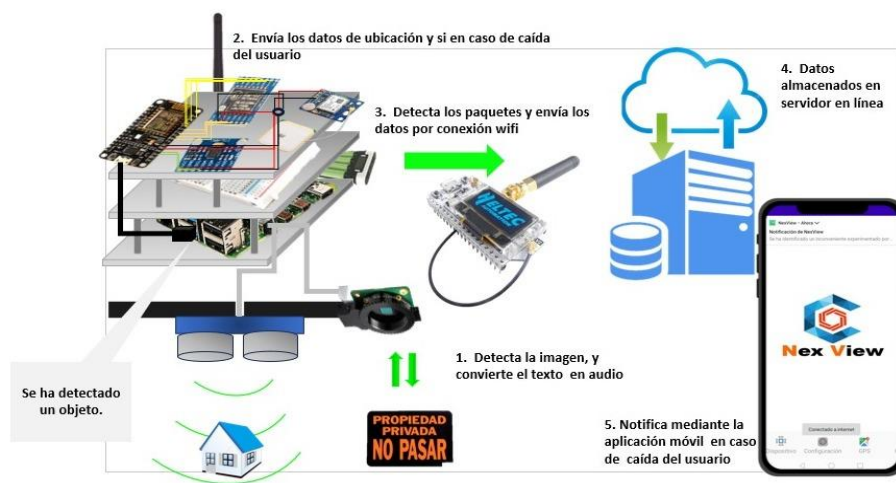
La aplicación instalada en el dispositivo inteligente proporciona una interfaz de usuario amigable. Utiliza la información procesada por el servidor de aplicación para ofrecer indicaciones, descripciones de objetos y asistencia en tiempo real a las personas con discapacidad visual.

Esta arquitectura completa garantiza una comunicación eficiente y procesamiento de datos sólido, desde la detección inicial de objetos hasta la entrega de información útil al usuario, mejorando así la experiencia y la asistencia proporcionada por el dispositivo inteligente.

4.3.3. *Arquitectura del sistema embebido.*

El enfoque del diseño de la arquitectura del sistema embebido radica en establecer una infraestructura eficaz que permita la comunicación fluida entre los componentes internos del dispositivo inteligente.

Figura 7 *Arquitectura del Sistema Embebido.*



ELABORADO: Miranda Briones Emily Tamara

4.3.3.1. *Unidad de Procesamiento:*

La unidad de procesamiento, representada en la figura como el corazón del sistema, es proporcionada por la Raspberry Pi 4. Esta unidad central es responsable de ejecutar tareas fundamentales para el dispositivo, incluyendo el procesamiento de imágenes provenientes de la cámara, la ejecución del algoritmo de detección y la gestión de la comunicación con otros componentes del sistema.

4.3.3.2. *Sensores Integrados:*

La Raspberry Pi 4 tiene sensores integrados, incluyendo un sensor ultrasónico y uno de inclinación. Estos sensores complementan la información proporcionada por la cámara y contribuyen a la detección de objetos y la percepción del entorno. El sensor ultrasónico se utiliza para la detección de obstáculos cercanos, mientras que el sensor de inclinación contribuye a la orientación del dispositivo.

4.3.3.3. *Algoritmo de Detección (OpenCV):*

Se implementa el algoritmo de detección de objetos utilizando OpenCV, una biblioteca de visión por computadora. Este algoritmo permite el procesamiento de imágenes capturadas por la cámara, facilitando la identificación y clasificación de objetos en tiempo real. La integración de OpenCV mejora la capacidad del sistema para proporcionar información contextual precisa y enriquecida.

4.3.3.4. *Conexión con LoRaWAN:*

Se establece la conexión con LoRaWAN para la transmisión de datos hacia el servidor de red. Esta conexión inalámbrica de largo alcance garantiza una comunicación efectiva entre las gafas inteligentes y otros elementos del sistema, como el Gateway LoRaWAN y el servidor web.

4.3.3.5. *Conexión con Servidor Web y Base de Datos:*

El sistema embebido se conecta a un servidor web y una base de datos para almacenar y recuperar información relevante. Esta conexión facilita la gestión de datos recopilados, permitiendo un acceso eficiente a la información procesada por el algoritmo de detección y otros sensores.

4.3.3.6. *Conexión con WebSockets y Aplicación:*

La comunicación con WebSockets se establece para la interacción en tiempo real con la aplicación instalada en las gafas inteligentes. Esta conexión permite la transmisión instantánea de información procesada y actualizaciones al usuario, mejorando la experiencia de uso.

Esta arquitectura completa asegura una integración efectiva y procesamiento robusto de datos, desde la detección inicial de objetos hasta la entrega de información valiosa al usuario, mejorando así la experiencia y asistencia proporcionada por el sistema embebido.

4.4. **Análisis del Rendimiento: Confianza, Robustez y Consistencia.**

El análisis del rendimiento del primer prototipo es esencial para evaluar la confianza, robustez y consistencia de las funciones clave implementadas. A continuación, se presenta un detallado examen de los escenarios de prueba, destacando los resultados significativos y las áreas de mejora identificadas.

4.4.1. *Descripción de los Escenarios de Prueba.*

Antes de abordar los resultados específicos, es crucial comprender la naturaleza de los escenarios de prueba diseñados para evaluar el rendimiento del dispositivo. Estos escenarios se han seleccionado para abordar funciones críticas del dispositivo y garantizar su efectividad en situaciones de la vida real. Los escenarios A, B y C se centran en la evaluación de la función de emergencia, la detección de proximidad de objetos y la capacidad de reconocimiento de letreros, respectivamente.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos durante las pruebas realizadas en cada escenario:

Tabla 12 *Cuadro de evaluación del primer Prototipo de asistencia*

Parámetros	Escenario A	Escenario B	Escenario C
Pruebas de funcionamiento			
Descripción del escenario	En este escenario, se evalúa la función de emergencia del dispositivo diseñada para detectar y responder a situaciones de caídas. La	En este escenario, se evalúa la capacidad del dispositivo para detectar la proximidad de objetos y	En este escenario, se evalúa la capacidad del dispositivo para detectar letreros y proporcionar retroalimentación a

	implementación de esta funcionalidad para garantizar la seguridad del usuario, ya que activará una alarma y proporcionará la ubicación exacta del incidente.	proporcionar retroalimentación al usuario en tiempo real. Esta función es esencial para mejorar la conciencia situacional del usuario y evitar colisiones o accidentes.	personas con discapacidad visual. La función busca mejorar la independencia y la experiencia de navegación de las personas que dependen de ayudas visuales.
Tiempo de respuesta	2 segundos	1 segundo	3 minutos
Adaptabilidad	Alta	Alta	Medio
Consumo de recursos	Bajos	Bajos	Medio

ELABORADO: *Miranda Briones Emily Tamara*

En el análisis comparativo, se destacan notables fortalezas en el tiempo de respuesta y la adaptabilidad en los escenarios A y B, aspectos cruciales para situaciones de emergencia y la detección de objetos cercanos. No obstante, se observa una carencia de detalles específicos sobre el tiempo de respuesta en el Escenario C, lo que limita la capacidad de evaluar exhaustivamente la eficacia de la función, especialmente en el contexto de personas con discapacidad visual.

Este vacío de información identifica un desafío particular en el Escenario C, relacionado con la detección y lectura de letreros en condiciones de iluminación intensa. Esto sugiere la necesidad de mejoras en la capacidad de detección en entornos muy iluminados. En este sentido, el enfoque estratégico se centra en la optimización del prototipo, abarcando no solo el rendimiento funcional, sino también aspectos estéticos.

Con el propósito de abordar la problemática específica en el Escenario C, se llevó a cabo una investigación detallada para desarrollar soluciones que mejoren la detección en condiciones de exceso de luz. Este esfuerzo se orienta hacia la implementación de tecnologías avanzadas y

ajustes al algoritmo de detección, con el objetivo de garantizar un desempeño óptimo incluso en entornos altamente iluminados. Este enfoque busca no solo cumplir con los estándares de funcionalidad, sino también elevar la estética del prototipo, asegurando una integración eficiente y estilizada en el entorno universitario.

4.4.2. Resultados del Dispositivo.

Basándonos en las pruebas exhaustivas a las que se sometió el primer prototipo de asistencia, se han obtenido resultados significativos que reflejan su rendimiento en escenarios clave. A continuación, se presenta un resumen de los resultados en una tabla 13.

Tabla 13 Resultados del Dispositivo de asistencia

Parámetros	Escenario A	Escenario B	Escenario C
Pruebas de funcionamiento			
Descripción del escenario	En este escenario, se presenta el desempeño de la función de emergencia del dispositivo, la cual está diseñada para detectar y responder ante situaciones de caídas. Los resultados reflejan la capacidad del dispositivo para	En este escenario, se examina la capacidad del dispositivo para detectar la proximidad de objetos y brindar retroalimentación al usuario en tiempo real, mostrando la distancia del obstáculo en un rango de hasta un metro y medio. Además, en caso de que el sensor ultrasónico no detecte ningún obstáculo, la cámara realiza un análisis del entorno para	En este contexto, se analiza la habilidad del dispositivo para reconocer letreros y ofrecer información a personas con discapacidad visual, con el objetivo de mejorar su independencia y la experiencia de navegación. Se resalta que, si bien la función principal del

activar una alarma y proporcionar la ubicación exacta del incidente, lo que constituye un paso significativo hacia la garantía de la seguridad del usuario.

identificar objetos como computadoras, personas, gatos, perros, teléfonos celulares, botellas y televisores, proporcionando retroalimentación sobre su presencia. Esta función resulta fundamental para mejorar la conciencia situacional del usuario y prevenir colisiones o accidentes.

dispositivo no se centra específicamente en la lectura de letreros en condiciones de iluminación intensa, se considera una mejora potencial al incorporar una nueva cámara para abordar este desafío particular.

Tiempo de respuesta	1 segundos	1 segundo	2 minutos
Adaptabilidad	Alta	Alta	Medio
Consumo de recursos	Bajos	Medios	Medio

ELABORADO: *Miranda Briones Emily Tamara*

Los resultados de la tabla revelan avances significativos en cuanto al tiempo de respuesta y el uso eficiente de recursos, lo que refleja una mejora sustancial en la eficacia y el rendimiento del dispositivo, especialmente en la detección de obstáculos y la interpretación de letreros para personas con discapacidad visual. No obstante, persisten desafíos notables en la capacidad del dispositivo para adaptarse a diferentes entornos, particularmente en lo que respecta al reconocimiento preciso y consistente de letreros. Esto señala la importancia de seguir perfeccionando la versatilidad del dispositivo, asegurando su capacidad para responder eficazmente en una amplia gama de situaciones y contextos.

4.5. Discusión.

La comparación entre el prototipo propuesto y los referentes existentes, que emplean tecnologías como Bluetooth y Wi-Fi, resalta la elección estratégica de LoRaWAN como tecnología principal

en el dispositivo de asistencia para personas con discapacidad visual. Mientras los referentes muestran limitaciones, como las observadas en la red BAN (Body Area Network) utilizada por Luis Ángel Yanchatuña y la conexión Wi-Fi en el prototipo de David Varela y Ernesto Chamba, el enfoque en LoRaWAN destaca por su capacidad para superar estas restricciones y mejorar la eficiencia del sistema.

La investigación exhaustiva de componentes y tecnologías, evidenciada en las tablas comparativas, proporcionó información crucial para el diseño del dispositivo. La arquitectura de red y sistema embebido se benefició de este análisis, permitiendo la integración de sensores avanzados, procesamiento de imagen en tiempo real y la conexión eficiente con LoRaWAN y WebSockets.

El prototipo se distingue por su capacidad para abordar tanto la detección de obstáculos como la lectura de texto, ofreciendo una solución integral y versátil para personas con discapacidad visual. Además, se realizó el reconocimiento de algunos objetos básicos, lo cual constituye la principal funcionalidad del dispositivo. La combinación de sensores avanzados y la conexión eficiente a través de LoRaWAN refuerzan la accesibilidad y efectividad del dispositivo, marcando una evolución significativa en comparación con los referentes. En resumen, este enfoque completo consolida al dispositivo como una solución más completa y adaptada a las diversas necesidades de las personas con discapacidad visual. Además, es fundamental resaltar la contribución adicional del prototipo propuesto en términos de versatilidad y utilidad en diversos entornos. A diferencia de los proyectos revisados en el estado del arte, que se centran en aplicaciones específicas, como alertas de obstáculos o lectura de texto, el dispositivo de asistencia desarrollado busca ser integral para entornos exteriores e interiores. Esta capacidad dual amplía significativamente la aplicabilidad del dispositivo, brindando soporte a los usuarios en una variedad de situaciones y contextos.

La comprobación de esta diferencia es evidente en el enfoque completo del prototipo, que no solo aborda obstáculos y lectura de texto, sino que también busca complementar la experiencia del usuario de manera más holística. La integración de tecnologías como LoRaWAN y WebSockets refuerza la capacidad del dispositivo para adaptarse y funcionar de manera eficaz en exteriores, donde la conectividad de largo alcance y la eficiencia energética son cruciales. Esta ampliación de la funcionalidad posiciona al dispositivo como un complemento valioso para

la vida diaria de las personas con discapacidad visual, ofreciendo un apoyo constante tanto en ambientes al aire libre como en espacios cerrados.

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones.

La presente tesis representa un paso significativo hacia el desarrollo de un sistema IoT dedicado a la asistencia de personas con discapacidad visual, priorizando aspectos clave como comunicación de largo alcance, bajo consumo energético, detección de obstáculos y objetos y geolocalización. A lo largo de esta investigación, se han alcanzado conclusiones fundamentales que resaltan la viabilidad y eficacia del sistema propuesto.

La cuidadosa evaluación de tecnologías para la comunicación IoT ha respaldado de manera contundente la elección estratégica de LoRaWAN. La selección se fundamenta en su eficiencia energética, extensa cobertura geográfica y su accesible implementación, elementos esenciales para un despliegue efectivo en el entorno universitario. Esta decisión no solo asegura la conectividad requerida, sino también la sostenibilidad y viabilidad del sistema a largo plazo.

La arquitectura de red, centrada en LoRaWAN, proporciona la base necesaria para una comunicación efectiva y eficiente. La elección de la Raspberry Pi 4 como unidad central del sistema embebido, respaldada por sensores estratégicos y tecnologías como OpenCV, establece una infraestructura robusta para la detección de objetos y geolocalización. Este enfoque integral asegura una interconexión efectiva entre nodos de detección, el Gateway LoRaWAN y servidores, sentando las bases para un sistema cohesionado y funcional.

A pesar de los notables logros en aspectos como tiempo de respuesta, adaptabilidad y eficiencia de recursos, se identificó un desafío crucial relacionado con la detección de letreros en condiciones de iluminación intensa. Sin embargo, es importante destacar que este desafío fue abordado con éxito mediante un enfoque proactivo y soluciones concretas.

En conjunto, estas conclusiones ofrecen una perspectiva sólida para futuras investigaciones y mejoras en el sistema de asistencia para personas con discapacidad visual. La visión integral y efectiva de la integración de tecnologías destaca el compromiso de mejorar la calidad de vida de los usuarios, estableciendo este trabajo como un hito importante en la búsqueda de soluciones inclusivas y tecnológicamente avanzadas.

5.2. Recomendaciones.

Al concluir la presente investigación, me complace ofrecer las siguientes recomendaciones.

- Perfeccionar algoritmos de detección visual es crucial. Se propone centrarse en desafíos específicos, como la mejora en la detección de letreros en condiciones de iluminación intensa. Esto implica la investigación de nuevas cámaras y la implementación de técnicas avanzadas de procesamiento de imágenes.
- Establecer un proceso de evaluación constante de tecnologías emergentes en el ámbito de IoT, priorizando aquellas relacionadas con la detección visual y la comunicación a larga distancia. Mantenerse actualizado sobre innovaciones garantiza la adaptabilidad y eficacia sostenida del sistema.
- Explorar la posibilidad de utilizar componentes más pequeños y avanzados tecnológicamente en el diseño de las gafas. La optimización del diseño contribuirá significativamente a la comodidad y aceptación por parte de los usuarios, fomentando el uso continuo.

Estas recomendaciones constituyen un punto de partida para impulsar la mejora continua del sistema, abordando aspectos cruciales como la tecnología, la usabilidad y la autonomía energética.

CAPÍTULO VI
BIBLIOGRAFÍA

6.1. Bibliografía.

- [1] O. M. d. l. S. (OMS), «Informe mundial sobre la visión.,» 2011.
- [2] U. I. d. telecomunicaciones, Artist, *Global ICT Regulatory Outlook 2020*. [Art]. 2020.
- [3] M. d. s. Publica, Artist, *Estadísticas de Discapacidad*. [Art]. Consejo nacional de discapacidades , 2022.
- [4] UNESCO, Artist, *Objetivo de desarrollo sostenible*. [Art]. 2017.
- [5] O. A. M. CORDOBA y C. A. S. FRANCO, Artists, *PROTOTIPO DE BASTÓN INTELIGENTE PARA PERSONAS CON LIMITACIÓN*. [Art]. UNIVERSIDAD CATÓLICA DE PEREIRA, 2017.
- [6] G. D. Brito Moncayo, Artist, *Visión artificial por alertas de voz y movimiento para personas con discapacidad visual en la Biblioteca de no videntes de la Universidad Técnica de Ambato*. [Art]. Universidad Técnica de Ambato, 2016.
- [7] B. Varela, Artist, *Desarrollo de un prototipo de gafas para lectura e texto con visión artificial que asista a personas con discapacidad visual..* [Art]. UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE QUITO, 2019.
- [8] G. Peñarreta, Artist, *Gafas especiales para detección de obstáculos con sistema de ubicación en caso de emergencia y ayuda de reconocimiento de billetes para personas con discapacidad visual..* [Art].
- [9] G. Aparicio, Artist, *Diseño de un dispositivo de apoyo para la movilidad de personas con discapacidad visual..* [Art]. UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE, 2020.
- [10] G. Barrera, Artist, *Estilo Arquitectónico para aplicaciones IoT*. [Art]. Universidad del Centro de Estudios Macroeconómicos de Argentina (UCEMA), Buenos Aires, 2018.
- [11] G. A. d. Santos, G. J. C. Machado y R. A. d. A. Junior, Artists, *Internet of things (iot)*. [Art]. Universidade Federal de Sergipe, 2015.
- [12] M. G. B. Pérez y B. D. T. Guanoluise, Artists, *DISEÑO DE UNA RED LPWAN*. [Art]. UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA, 2022.
- [13] F. Kuan, Artist, *¿Qué es la tecnología LoRa y cómo funciona?*. [Art]. 2019.
- [14] F. Kuan, Artist, *¿Cuál es la tecnología detrás de la frecuencia LoRa?*. [Art]. MOKO SMART, 2020.
- [15] A. Bassi, Artist, *Introducción a LoRaWAN*. [Art]. 2021.

- [16] M. A. M. Latorre, L. M. B. M. y J. Hernández-Gutiérrez, Artists, *Redes LoRaWAN*. [Art]. 2018.
- [17] H. Choque, Artist, *Metodología de Desarrollo de Sistema IoT con LoRaWAN*. [Art]. Universidad Católica Boliviana “San Pablo”, 2018.
- [18] E. Garcia, Artist, *RYLR896*. [Art]. 2017.
- [19] mirifica, Artist, *RYLR896: 868/915MHz LoRa Antenna*. [Art]. 2018.
- [20] Mexatronica, Artist, *GPS u-blox NEO-6M-0-0011*. [Art]. 2017.
- [21] H. Torres, Artist, *GPS Ublox: NEO-6M módulo GPS*. [Art]. HETPRO, 2015.
- [22] J. L. M. Agudelo, Artist, *DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE RECONOCIMIENTO DE VOZ MEDIANTE RASPBERRY PI*. [Art]. UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA, 2016.
- [23] A. J. V. GODOY, Artist, *PRÁCTICAS DE ENSAMBLADOR*. [Art]. UNIVERSIDAD DE MÁLAGA / MANUALES, 2016.
- [24] M. Bellan, Artist, *Introducción a la placa de desarrollo Esp32 Lora Iot*. [Art]. 2019.
- [25] Á. Á. R. Gandul, Artist, *CON ARDUINO Y RASPBERRY PI*. [Art]. Universidad de Sevilla, 2014.
- [26] A. Palacios, Artist, *Sensor Ultrasónico e Inclinación*. [Art]. Universidad Politecnica de Madrid, 2013.
- [27] C. D. L. R. D. ECUADOR, Artist, *ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DEL ESTADO*. [Art]. 2008.
- [28] A. Nacional, Artist, *Ley Organica de discapacidad*. [Art]. 2012.
- [29] A. Nacional, Artist, *LEY ORGÁNICA DEL SISTEMA NACIONAL DE CONTRATACIÓN PÚBLICA*. [Art]. 2021.

CAPÍTULO VII

ANEXOS

Anexo 1. Datos del SGA de los estudiantes con discapacidad visual

IDENTIFICACION	APELLIDOS	NOMBRES	SEXO	EMAIL INSTITUCIONAL.GMAIL	COORDINACION	CARRERA	ETNIA	NACIONALIDAD PAIS	PROVINCIA	CANTON	DISCAPASIDAD	PORCENTAJE DISCAPASIDAD
1206090533	CHINGA PONCE	JEFFERSON ALEXANDER	HOMBRE	jchingap@uteq.edu.ec	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA ELECTRICIDAD	MESTIZOIA		ECUATORIANO	ECUADOR	LOS RIOS	QUEVEDO VISUAL	0.0%
0942467275	NAVARRETE PEREZ	GEORGIE ANTHONY	HOMBRE	gnavarretep2@uteq.edu.ec	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA ARQUITECTURA	OTRO		ECUATORIANO	ECUADOR	GUAYAS	EL EMPALME VISUAL	10.0%
1206821421	PINARGOTE BRAVO	JHON JAIR	HOMBRE	jparginagoteb3@uteq.edu.ec	FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y FOLIA AGRONOMIA	MONTUBIOIA		ECUATORIANO	ECUADOR	LOS RIOS	BUENA FE VISUAL	0.0%
0202203055	CABEZAS AGUIAR	MARIA FERNANDA	MUJER	mcaberasa@uteq.edu.ec	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD	ENFERMERIA	MESTIZOIA	ECUATORIANA	ECUADOR	GUAYAS	EL EMPALME VISUAL	50.0%
1315942639	FIGUEROA RODRIGUEZ	DADIE ALEXANDER	HOMBRE	dfigueroar@uteq.edu.ec	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA ELECTRICIDAD	MONTUBIOIA		ECUATORIANA	ECUADOR	LOS RIOS	BUENA FE VISUAL	80.0%
1501234973	ARCALLE GREFA	DARWIN ORLANDO	HOMBRE	darcalleg@uteq.edu.ec	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA SOFTWARE	MESTIZOIA		ECUATORIANA	ECUADOR	LOS RIOS	QUEVEDO VISUAL	40.0%
1250658778	INTRILAGO PACHECO	NATHALY MICKAELA	MUJER	nintrilagop3@uteq.edu.ec	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACION PEDAGOGIA	MESTIZOIA		ECUATORIANA	ECUADOR	LOS RIOS	QUEVEDO VISUAL	0.0%
094421538	ARIAS LOPEZ	JORDAN JAHR	HOMBRE	jarrias2@uteq.edu.ec	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACION EDUCACION	MESTIZOIA		ECUATORIANO	ECUADOR	GUAYAS	EL EMPALME VISUAL	2.0%
1728950294	JACOME ROMERO	KARLA ESTEFANA	MUJER	kjacome2@uteq.edu.ec	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD	ENFERMERIA	MESTIZOIA	ECUATORIANA	ECUADOR	COTOPAXI	LA MANA VISUAL	40.0%
1206900571	RODRIGUEZ TUBAY	JAIR ISIDRO	HOMBRE	jrodriguez15@uteq.edu.ec	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA ELECTRICIDAD	MESTIZOIA		ECUATORIANO	ECUADOR	LOS RIOS	QUEVEDO VISUAL	50.0%
1251201974	GONZALEZ CASTILLO	JUAN JOSE	HOMBRE	jgonzalez9@uteq.edu.ec	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INDUSTRIA ALIMENTOS	MESTIZOIA		ECUATORIANO	ECUADOR	LOS RIOS	QUEVEDO VISUAL	0.0%
1717453029	MENDOZA ORMAZA	MERCEDES BENEDICTA	MUJER	mmendozaa4@uteq.edu.ec	FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS Y BIBIOLOGIA	MESTIZOIA		ECUATORIANA	ECUADOR	LOS RIOS	QUEVEDO VISUAL	0.0%
1208907426	SANCHEZ MACIAS	MAGDALENA MARISOL	MUJER	msanchezm7@uteq.edu.ec	FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y FOLIA FORESTAL	MESTIZOIA		ECUATORIANA	ECUADOR	LOS RIOS	QUEVEDO VISUAL	0.0%
0850683483	PLUA PINARGOTE	ELVIN AGUSTIN	HOMBRE	epluas@uteq.edu.ec	FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS Y BIBIOLOGIA	MESTIZOIA		ECUATORIANA	ECUADOR	ESMERALDA	QUININDI VISUAL	40.0%
1208291185	BAILON ZAMBRANO	JUANA MERCEDES	MUJER	jbailonz@uteq.edu.ec	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACION EDUCACION	MESTIZOIA		ECUATORIANA	ECUADOR	GUAYAS	EL EMPALME VISUAL	0.0%
1206826644	PACHECO ALONSO	JOHANA KATHERINE	MUJER	jpachecoa@uteq.edu.ec	FACULTAD DE CIENCIAS EMPRESARIALE ADMINISTRACION	MESTIZOIA		ECUATORIANA	ECUADOR	LOS RIOS	BUENA FE VISUAL	0.0%
0941957979	LOOR	CARMEN ESTEFANIA	MUJER	cloor@uteq.edu.ec	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACION PSICOLOGIA	MESTIZOIA		ECUATORIANA	ECUADOR	GUAYAS	EL EMPALME VISUAL	50.0%
1204506529	ESPINAL TREJO	FATIMA PATRICIA	MUJER	fespinalt@uteq.edu.ec	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACION PSICOLOGIA	MESTIZOIA		ECUATORIANA	ECUADOR	LOS RIOS	QUEVEDO VISUAL	3.0%
1250146162	MOREIRA RUIZ	GILMAR ANGELO	HOMBRE	gmoreira2@uteq.edu.ec	FACULTAD DE CIENCIAS EMPRESARIALE ADMINISTRACION	MESTIZOIA		ECUADOR	ECUADOR	LOS RIOS	QUEVEDO VISUAL	50.0%
0941623217	ALVARADO CHIMBOLEMA	YOMIRA RUBI	MUJER	yalvaradoc3@uteq.edu.ec	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACION PSICOLOGIA	MESTIZOIA		ECUATORIANA	ECUADOR	LOS RIOS	QUEVEDO VISUAL	0.0%
0917911950	VERA ANDRADE	ROSARIO MARICELA	MUJER	veraa4@uteq.edu.ec	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACION PSICOLOGIA	PEDAGOGIA		ECUADOR	GUAYAS	EL EMPALME VISUAL	0.0%	
1205110339	JIMENEZ PEÑA	DIANA ALEXANDRA	MUJER	djimenezp2@uteq.edu.ec	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACION PSICOLOGIA	MONTUBIOIA		ECUATORIANA	ECUADOR	LOS RIOS	QUEVEDO VISUAL	50.0%
0925477242	UVIDA ZAMBRANO	ERICK OSWALDO	HOMBRE	euvida2@uteq.edu.ec	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INDUSTRIA INGENIERIA	MESTIZOIA		ECUATORIANA	ECUADOR	LOS RIOS	QUEVEDO VISUAL	50.0%
1706121561	VILLAFUERTE SUAREZ	ISABEL JENNY	MUJER	ivillafuertes@uteq.edu.ec	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACION PSICOLOGIA	MESTIZOIA		ECUATORIANA	ECUADOR	SANTO DOMINGO	SANTO DOMINGO VISUAL	50.0%
1720721081	PELAEZ LOOR	ROOSEBELLY VIRGINIA	MUJER	rpeleaz@uteq.edu.ec	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACION EDUCACION	MONTUBIOIA		ECUATORIANA	ECUADOR	MANABI	PICHINCHA VISUAL	60.0%
0503710642	ARGUELLO CHANATASIG	NATHALY SILVANA	MUJER	nmartinez1@uteq.edu.ec	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACION PSICOLOGIA	MESTIZOIA		ECUATORIANA	ECUADOR	LOS RIOS	QUEVEDO VISUAL	0.0%
0927048884	VALENCIA LOPEZ	JACKSON JESUS	HOMBRE	jackson.valencia2018@uteq.edu.ec	FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS Y BIOTECNIA	MESTIZOIA		ECUATORIANO	ECUADOR	GUAYAS	EL EMPALME VISUAL	10.0%
1150621322	FERNANDEZ RIVERA	ANA CRISTINA	MUJER	alfernandezr@uteq.edu.ec	FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES, ECOLOGIA	MONTUBIOIA		ECUATORIANA	ECUADOR	LOS RIOS	QUEVEDO VISUAL	30.0%
0503624900	QUINTANILLA CHAVARRIA	NOHEMI STEFANY	MUJER	nquintanilla@uteq.edu.ec	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA TELEMATICA	MESTIZOIA		ECUATORIANA	ECUADOR	LOS RIOS	BUENA FE VISUAL	0.0%
0929032548	RONQUILLO PEÑAFIEL	MAHOLY ALEJANDRA	MUJER	rmronquillop@uteq.edu.ec	FACULTAD DE CIENCIAS EMPRESARIALE MERCADOTECNIA	MESTIZOIA		ECUATORIANA	ECUADOR	LOS RIOS	QUEVEDO VISUAL	3.0%
1250770649	VELOZ VILLALVA	MARIA FERNANDA	MUJER	mvloz@uteq.edu.ec	FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES, ECOFINANZAS	MESTIZOIA		ECUATORIANA	ECUADOR	LOS RIOS	QUEVEDO VISUAL	0.0%
1250770565	QUIJUE OTERO	ERICK JOSUE	HOMBRE	equijue@uteq.edu.ec	FACULTAD DE CIENCIAS EMPRESARIALE GESTION DE	MESTIZOIA		ECUATORIANA	ECUADOR	LOS RIOS	QUEVEDO VISUAL	0.0%
1206883837	MONTERO CAMPAÑA	MANUEL ALEJANDRO	HOMBRE	mmonteroc2@uteq.edu.ec	FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y FO INGENIERIA	MESTIZOIA		ECUATORIANO	ECUADOR	LOS RIOS	QUEVEDO VISUAL	0.0%
1250083100	CERVANTES VERGARA	JENNIFER DAYLEY	MUJER	jcervantesv@uteq.edu.ec	FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS Y BIAGROPECUARIA	MONTUBIOIA		ECUATORIANA	ECUADOR	LOS RIOS	VALENCIA VISUAL	0.0%
1251116503	GUANOLUISA CASTILLO	GENESIS THAIS	MUJER	gguanoluisac@uteq.edu.ec	FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS Y BIAGRICULTURA	MESTIZOIA		ECUATORIANA	ECUADOR	LOS RIOS	BUENA FE VISUAL	0.0%
1250065941	ARGUELLO CHANATASIG	PAMELA JULITZA	MUJER	parguelloc2@uteq.edu.ec	FACULTAD DE CIENCIAS EMPRESARIALE GESTION DE	MESTIZOIA		ECUATORIANA	ECUADOR	LOS RIOS	QUEVEDO VISUAL	30.0%
1207408236	ZAMORA PALACIOS	GENESIS NAYELI	MUJER	gzamora2@uteq.edu.ec	FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS Y BIAGROPECUARIA	MESTIZOIA		ECUATORIANA	ECUADOR	LOS RIOS	BUENA FE VISUAL	35.0%
1207337575	MACAS FERNANDEZ	GENESIS GABRIELA	MUJER	gmacasf@uteq.edu.ec	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACION PEDAGOGIA	MESTIZOIA		ECUATORIANA	ECUADOR	LOS RIOS	QUEVEDO VISUAL	0.0%
2100724901	REA MASABANDA	RUTH ABIGAIL	MUJER	ream@uteq.edu.ec	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA INGENIERIA	MESTIZOIA		ECUATORIANA	ECUADOR	SUCUMBIOS	QUYABENO VISUAL	36.0%
1208344703	VINCES ZAMORA	ANDREA CRISTINA	MUJER	avincesz@uteq.edu.ec	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INDUSTRIA ALIMENTOS	MONTUBIOIA		ECUATORIANA	ECUADOR	LOS RIOS	BUENA FE VISUAL	0.0%
1251074595	MORA BADAEL	JULEY MAHABELLY	MUJER	jmora16@uteq.edu.ec	FACULTAD DE CIENCIAS EMPRESARIALE ADMINISTRACION	MONTUBIOIA		ECUATORIANA	ECUADOR	LOS RIOS	BUENA FE VISUAL	30.0%
1208260719	VERA MACIAS	CARLOS JOEL	HOMBRE	cveram@uteq.edu.ec	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INDUSTRIA ALIMENTOS	MONTUBIOIA		ECUATORIANO	ECUADOR	LOS RIOS	QUEVEDO VISUAL	0.0%
1208496909	BARROS BRAVO	GINGER NAHYROBI	MUJER	gbarrosb@uteq.edu.ec	FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y FO FORESTAL	MONTUBIOIA		ECUATORIANA	ECUADOR	LOS RIOS	BUENA FE VISUAL	0.0%
0750298101	YEPEZ HERRERA	WENDY TATIANA	MUJER	wyepetz@uteq.edu.ec	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INDUSTRIA INGENIERIA	MESTIZOIA		ECUATORIANA	ECUADOR	LOS RIOS	QUEVEDO VISUAL	2.0%
0942377847	MENDOZA FLORES	WENDY MERCEDES	MUJER	wmendoza1@uteq.edu.ec	FACULTAD DE CIENCIAS EMPRESARIALE CONTABILIDAD	MONTUBIOIA		ECUATORIANA	ECUADOR	GUAYAS	EL EMPALME VISUAL	0.0%
1208880797	ALMEIDA MINA	CINDY DAYANA	MUJER	calmeidam4@uteq.edu.ec	FACULTAD DE CIENCIAS EMPRESARIALE CONTABILIDAD	MESTIZOIA		ECUATORIANA	ECUADOR	LOS RIOS	QUEVEDO VISUAL	15.0%
1206801597	BAJANA ARECHUA	ESTHER LEONOR	MUJER	ebajanaa@uteq.edu.ec	FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES, ECOFINANZAS	MONTUBIOIA		ECUATORIANA	ECUADOR	LOS RIOS	QUINSALOM VISUAL	0.0%
1207303114	FABRE VERA	JOSE DANIEL	HOMBRE	jfabrev@uteq.edu.ec	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA TELEMATICA	MESTIZOIA		ECUATORIANO	ECUADOR	LOS RIOS	VENTANAS VISUAL	0.0%
1208564284	MORAN TAPIA	JOHANNA LISBETH	MUJER	jmorant2@uteq.edu.ec	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INDUSTRIA AGRICULTURA	MESTIZOIA		ECUATORIANA	ECUADOR	LOS RIOS	QUEVEDO VISUAL	5.0%
1250997192	PLUA VEGA	YANDRI JEANCARLO	HOMBRE	ypluav@uteq.edu.ec	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA MECANICA	MESTIZOIA		ECUATORIANA	ECUADOR	COTOPAXI	LA MANA VISUAL	15.0%
1206866053	MONTECE ZAMBRANO	ESTEFANY SAHAMIRA	MUJER	emontecez@uteq.edu.ec	FACULTAD DE CIENCIAS EMPRESARIALE ADMINISTRACION	MESTIZOIA		ECUATORIANA	ECUADOR	LOS RIOS	QUEVEDO VISUAL	2.0%
1206474684	VERA BRIONES	KEVIN ALEXANDER	HOMBRE	kverab3@uteq.edu.ec	FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y FOLIA FORESTAL (REDISEÑO)	MESTIZOIA		ECUATORIANA	ECUADOR	LOS RIOS	QUEVEDO VISUAL	0.0%
0928854637	JIMENEZ GAVILANES	KARELYS NATALY	MUJER	kjimenezg@uteq.edu.ec	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INDUSTRIA ALIMENTOS	MESTIZOIA		ECUATORIANA	ECUADOR	LOS RIOS	QUINSALOM VISUAL	50.0%
1208344711	VINCES ZAMORA	JOSELYN DENNISSE	MUJER	joselyn.vinces2017@uteq.edu.ec	FACULTAD DE CIENCIAS EMPRESARIALE ADMINISTRACION	MONTUBIOIA		ECUATORIANA	ECUADOR	LOS RIOS	BUENA FE VISUAL	0.0%
0503747214	BOZZA VERA	GENESIS LETICIA	MUJER	genesis.bozza2016@uteq.edu.ec	FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS Y BIAGROPECUARIA	MESTIZOIA		ECUADOR	ECUADOR	LOS RIOS	QUEVEDO VISUAL	20.0%
1207860337	PINO ROMERO	HEIDY JAMILEX	MUJER	heidy.pino2017@uteq.edu.ec	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INDUSTRIA ALIMENTOS	MONTUBIOIA		ECUATORIANA	ECUADOR	LOS RIOS	VALENCIA VISUAL	30.0%
1351632094	GUADAMUD VERGARA	VALERIA STEFANIA	MUJER	vguadamudv@uteq.edu.ec	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INDUSTRIA SEGURIDAD	MONTUBIOIA		ECUADOR	ECUADOR	LOS RIOS	QUEVEDO VISUAL	0.0%
2351122367	ESTRADA LOPEZ	AUGUSTO LEONARDO	HOMBRE	augusto.estrada2016@uteq.edu.ec	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA MECANICA	OTRO		ECUATORIANA	ECUADOR	LOS RIOS	QUEVEDO VISUAL	20.0%
1105779654	PEÑALOZA GRANDA	RICARDO DANIEL	HOMBRE	rpenalozag@uteq.edu.ec	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA ELECTRICIDAD	BLANCOIA		ECUATORIANO	ECUADOR	LOS RIOS	QUEVEDO VISUAL	30.0%
1207199512	BAREN TARRA	ROSA ANGELICA	MUJER	rosa.baron2015@uteq.edu.ec	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA SOFTWARE	MESTIZOIA		ECUATORIANA	ECUADOR	LOS RIOS	QUEVEDO VISUAL	30.0%
1750582923	USCHO SARAGOSIN	FREDDY ANIBAL	HOMBRE	fuschoco@uteq.edu.ec	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA MECANICA	MESTIZOIA		ECUATORIANA	ECUADOR	COTOPAXI	PANGUA VISUAL	41.0%
0928341585	BERMELLO HOLGUIN	KLEVER ULISES	HOMBRE	kbermelloch@uteq.edu.ec	FACULTAD DE CIENCIAS EMPRESARIALE CONTABILIDAD	MESTIZOIA		ECUATORIANO	ECUADOR	GUAYAS	EL EMPALME VISUAL	0.0%
1311219123	ZAMBRANO MENDOZA	JOHN ALEXI	HOMBRE	johz.zambrano2014@uteq.edu.ec	FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y FO FORESTAL	MESTIZOIA		ECUADOR	ECUADOR	GUAYAS	EL EMPALME VISUAL	20.0%
1251030860	CARRANZA VELEZ	ELIAN EZEQUIEL	HOMBRE	ecarranzav@uteq.edu.ec	FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS Y BIBIOLOGIA	MESTIZOIA		ECUATORIANA	ECUADOR	LOS RIOS	BUENA FE VISUAL	60.0%
1207414713	MENENDEZ VERA	JANDER JERIKO	HOMBRE	jmenendezv@uteq.edu.ec	FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS Y BIOTECNIA	MESTIZOIA		ECUATORIANA	ECUADOR	LOS RIOS	BUENA FE VISUAL	0.0%
0942378308	TUAREZ MORAN	ARIANA DENNISSE	MUJER	atuarezm2@uteq.edu.ec	FACULTAD DE CIENCIAS EMPRESARIALE GESTION DE	MESTIZOIA		ECUATORIANA	ECUADOR	LOS RIOS	QUEVEDO VISUAL	15.0%
1250472246	CHANCAV DELGADO	JUNIOR EUSEBIO	HOMBRE	jchancavd@uteq.edu.ec	FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y FO AGRONOMIA	MESTIZOIA		ECUATORIANA	ECUADOR	LOS RIOS	VALENCIA VISUAL	32.0%
0944295492	ALARCON HURTADO	JOSE JULIAN	HOMBRE	jalarconh2@uteq.edu.ec	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACION PEDAGOGIA	BLANCOIA		ECUATORIANA	ECUADOR	GUAYAS	EL EMPALME VISUAL	0.0%

FUENTE: La Investigación

ELABORADO: Miranda Briones Emily Tamara

Anexo 2. Código en Python: Librerías a utilizar en el proyecto

```
import cv2
import pytesseract
from pytesseract import Output
from gtts import gTTS
import os
cap = cv2.VideoCapture("/dev/video0", cv2.CAP_V4L)
cap.set(cv2.CAP_PROP_BUFFERSIZE, 1)
#-----libreria de ultrasonido-----
import RPi.GPIO as GPIO
import time
GPIO.setmode(GPIO.BCM)
GPIO.setwarnings(False)
Trig = 23 #pin 23 como Trig
Echo = 24 #pin 24 como Echo
inicio_pulso=0
fin_pulso=0
v_sonido= 34300 # Velocidad del sonido 34300cm/s
GPIO.setup(Trig,GPIO.OUT) #TRIG como pin de salida
GPIO.setup(Echo,GPIO.IN) #ECHO como pin de entrada
GPIO.output(Trig, False) #TRIG en estado bajo
#-----fin de libreria-----
```

ELABORADO: *Miranda Briones Emily Tamara*

Anexo 3. Código en Python: Configuración del ultrasónico

```
def sensorUltrasonido():
    #bloque de sensor ultrasonido
    #cuando se no hayobjeto es 1,y cuando el objeto se acerca es 0
    GPIO.output(Trig, True)      #TRIG en estado alto
    time.sleep(0.00001)          #Delay de 10 microsegundos
    GPIO.output(Trig, False)     #TRIG en estado bajo
    while GPIO.input(Echo)==0:
        inicio_pulso = time.time() # tiempo de inicio de pulso

        while GPIO.input(Echo)==1:
            fin_pulso = time.time() # tiempo de fin de pulso
            tiempo = fin_pulso - inicio_pulso
            #Se obtienen la duración del pulso, calculando la diferencia entre inicio
            y fin del pulso
            distancia = round(v_sonido * tiempo) / 2 #calculamos la distancia
            if distancia <=150:
                mytext = "Objeto aproximándose a "+" "+ str(distancia)+ " "+
                centímetros"
                print(mytext)
                distancia=250
                language = "es"
                myobj = gTTS(text=mytext, lang=language, slow=False)
                myobj.save("voz.mp3")
                os.system("cvlc --play-and-exit voz.mp3")

            else:
                print("fuera de rango:")
```

ELABORADO: Miranda Briones Emily Tamara

Anexo 4. Código en Python: Configuración de la cámara

```
while True:
    # Captura de cuadro por cuadro
    ret, cuadro = cap.read()
    banderaLetrero= False
    mytext = ""

    if not ret:
        print("Error al capturar el cuadro de la cámara.")
        break

    #cuadro_gris = cv2.cvtColor(cuadro, cv2.COLOR_BGR2GRAY)
    d = pytesseract.image_to_data(cuadro, lang='spa',
    output_type=Output.DICT)
    cant_cajas = len(d['text'])
    for i in range(cant_cajas):
        # Procesar solo con nivel de confianza mayor a 60 %
        if int(d['conf'][i]) > 60:
            (text, x, y, w, h) = (d['text'][i], d['left'][i],
            d['top'][i], d['width'][i], d['height'][i])
            # no mostrar texto vacio
            if text and text.strip() != "":
                cuadro = cv2.rectangle(cuadro, (x, y), (x + w, y + h),
                (0, 255, 0), 2)
                cuadro = cv2.putText(cuadro, text, (x, y - 10),
                cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 1.0, (0, 0, 255), 3)
                mytext = mytext + " " + text
                banderaLetrero = True

    print ("resultado de salida",mytext)
    if banderaLetrero == True:
        language = "es"
        myobj = gTTS(text=mytext, lang=language, slow=False)
        myobj.save("texto.mp3")
        os.system("cvlc --play-and-exit texto.mp3")
    else:
        sensorUltrasonido()
        #exec(open("ultrasonido.py").read())

    # Abre ventana y muestra resultado
    cv2.imshow('cuadro', cuadro)
    if cv2.waitKey(1) & 0xFF == ord('q'):
        break

cap.release()
cv2.destroyAllWindows()
```

ELABORADO: *Miranda Briones Emily Tamara*

Anexo 5. Aplicación Móvil: Inicio de sesión y registro de usuario

The image displays two side-by-side mobile application screens. The left screen is the login page, featuring the 'Nex View' logo at the top. It has input fields for 'Usuario' (username) and 'Clave' (password), with placeholder text 'Ingresar usuario...' and 'Ingresar clave...'. Below these fields are links for 'Has olvidado tu contraseña?' and 'Crear Usuario?'. A blue button labeled 'Iniciar sesión' is at the bottom. The right screen is the registration page, titled 'Registrar Usuario' with a person icon. It includes input fields for 'Nombres Completos', 'Apellidos Completos', 'Usuario', and 'Contraseña personal', with placeholder text 'Registrar nombres...', 'Registrar apellidos...', 'Registrar usuario...', and 'Registrar contraseña...'. A blue button labeled 'Registrarse' is at the bottom. Both screens have a mobile navigation bar at the bottom with icons for menu, home, and back.



Inicio de Sesión

Usuario

Clave

[Has olvidado tu contraseña?](#) [Crear Usuario?](#)

Iniciar sesión



Registrar Usuario

Nombres Completos

Apellidos Completos

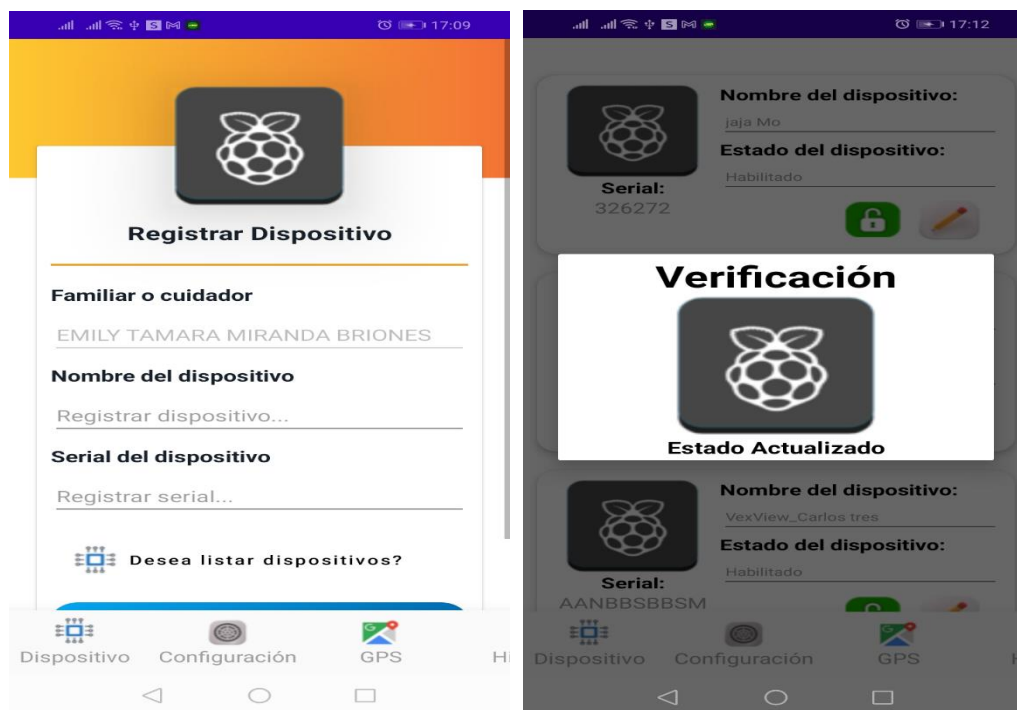
Usuario

Contraseña personal

Registrarse

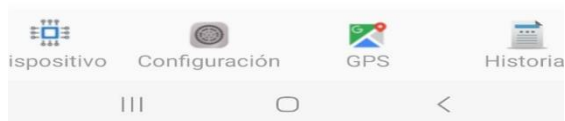
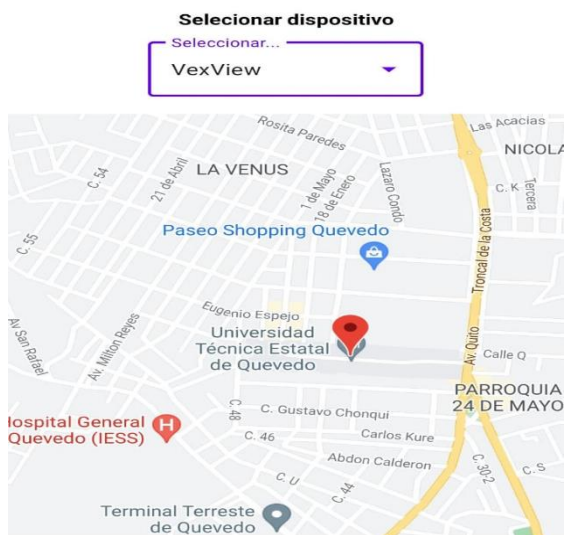
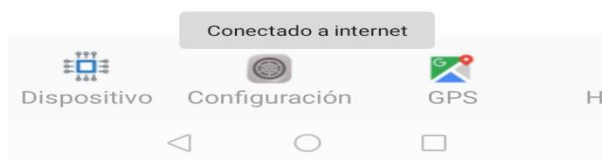
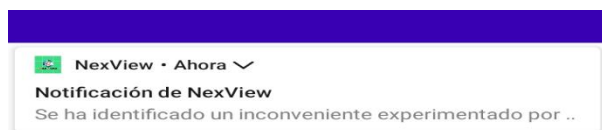
ELABORADO: *Miranda Briones Emily Tamara*

Anexo 6. Aplicación Móvil: Registro del dispositivo



ELABORADO: *Miranda Briones Emily Tamara*

Anexo 7. Aplicación Móvil: Alertas de colisión y Ubicación del Dispositivo



ELABORADO: Miranda Briones Emily Tamara