

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**



TESIS

**“APLICACIÓN DE LA TECNOLOGÍA LORA EN UN WEREABLE
CON RECOLECTOR DE ENERGÍA PIEZOELÉCTRICO
INTEGRADO PARA MEJORAR EL MONITOREO DE LA
MOVILIDAD DE LAS PERSONAS CON ALZHEIMER,
BELLAVISTA, CALLAO 2023”**

**PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO
ELECTRÓNICO**

AUTORES:

Bach. BASILIO VILLAR, Daniel Shamir

Bach. CABRERA VALVERDE, Diego Eduardo

Bach. VALLADARES PACHAS, Luigi Orlando

ASESOR:

Dr. Ing. MENDOZA APAZA, Fernando

Callao, 2023

PERÚ

Document Information

Analyzed document	TESIS - BASILIO-CABRERA-VALLADARES.docx (D174191353)
Submitted	2023-09-19 22:17:00
Submitted by	
Submitter email	diegocvd2@gmail.com
Similarity	26%
Analysis address	fiee.investigacion.unac@analysis.arkund.com

Sources included in the report

SA	Universidad Nacional del Callao / PROYECTO DE TESIS CALDERON-CARRASCO-LOPEZ.pdf Document PROYECTO DE TESIS CALDERON-CARRASCO-LOPEZ.pdf (D173965559) Submitted by: xesar316@hotmail.com Receiver: fiee.investigacion.unac@analysis.arkund.com	 27
SA	Universidad Nacional del Callao / INFORME FINAL TESIS.pdf Document INFORME FINAL TESIS.pdf (D141845748) Submitted by: juan.peralta.jp17@gmail.com Receiver: fiee.investigacion.unac@analysis.arkund.com	 1
SA	Universidad Nacional del Callao / TESIS_PANANA_GRUPAL.pdf Document TESIS_PANANA_GRUPAL.pdf (D142099127) Submitted by: onlervice2018@gmail.com Receiver: fiee.investigacion.unac@analysis.arkund.com	 1
SA	Universidad Nacional del Callao / CORDOVA-FERNANDEZ-VILLANUEVA.pdf Document CORDOVA-FERNANDEZ-VILLANUEVA.pdf (D174125411) Submitted by: fiee.investigacion@unac.edu.pe Receiver: fiee.investigacion.unac@analysis.arkund.com	 44
SA	Universidad Nacional del Callao / TESIS.pdf Document TESIS.pdf (D173200693) Submitted by: eatecheraa@unac.edu.pe Receiver: fiee.investigacion.unac@analysis.arkund.com	 13

Entire Document

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA
 ESCUELA PROFESIONAL
 DE ELECTRÓNICA
 "APLICACIÓN
 DE LA
 TECNOLOGÍA LORA EN UN WEREABLE CON RECOLECTOR DE ENERGÍA PIEZOELÉCTRICO INTEGRADO PARA MEJORAR EL
 MONITOREO DE LA MOVILIDAD DE LAS PERSONAS CON ALZHEIMER,
 BELLAVISTA, CALLAO 2023"
 TESIS PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE INGENIERO ELECTRÓNICO AUTOR (es):
 BASILIO VILLAR, Daniel Shamir CABRERA VALVERDE, Diego Eduardo VALLADARES PACHAS, Luigi Orlando
 ASESOR: Dr. MENDOZA
 APAZA FERNANDO
 LÍNEA DE
 INVESTIGACIÓN: INGENIERÍA
 Y TECNOLOGÍA CALLAO - PERÚ 2023

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
ACTA PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL POR LA MODALIDAD DE
TESIS SIN CICLO DE TESIS

A los 15 días del mes de diciembre del 2023 siendo las 11:00 horas se reunió el Jurado Examinador de la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de la Universidad Nacional del Callao, aprobada mediante Resolución Decanal N°202-2023-DFIEE, conformado por los siguientes docentes ordinarios:

Dr. Ing. JACOB ASTOCONDOR VILLAR	Presidente
Mg. Ing. JORGE ELÍAS MOSCOSO SÁNCHEZ	Secretario
Dr. Ing. ABILIO BERNARDINO CUZCANO RIVAS	Vocal

Asimismo el miembro suplente el **Mg. Lic. ANTENOR LEVA APAZA**, no asistió; motivo por el cual se dio inicio a la exposición de TESIS de los señores Bachilleres **BASILIO VILLAR, Daniel Shamir, CABRERA VALVERDE, Diego Eduardo y VALLADARES PACHAS, Luigi Orlando**; quien habiendo cumplido con los requisitos para obtener el Título Profesional de Ingeniero Electrónico como lo señalan los Arts. N° 08 al 10 del Reglamento de Grados y Títulos, sustentarán la Tesis Titulada **titulado: "APLICACIÓN DE LA TECNOLOGÍA LORA EN UN WEREABLE CON RECOLECTOR DE ENERGÍA PIEZOELÉCTRICO INTEGRADO PARA MEJORAR EL MONITOREO DE LA MOVILIDAD DE LAS PERSONAS CON ALZHEIMER, BELLAVISTA, CALLAO 2023"**, con el quórum reglamentario de ley, se dio inicio a la exposición, considerando lo establecido en los Art. N° 80 del Reglamento de Grados y Títulos dado por Resolución N° 150-23-CU, en el Sub Capítulo II, corresponde al otorgamiento del Título Profesional con Tesis sin Ciclo de Tesis, efectuadas las deliberaciones pertinentes se acordó:

Dar por Aprobado..... Calificativo Buena..... nota: 14..... a los expositores **BASILIO VILLAR, Daniel Shamir, CABRERA VALVERDE, Diego Eduardo y VALLADARES PACHAS, Luigi Orlando**; con lo cual se dio por concluida la sesión, siendo las 12:40..... horas del día del mes y año en curso.

Es copia fiel del folio N° 245 del Libro de Actas de Sustentación de Tesis de la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica – UNAC.


.....
Dr. Ing. **JACOB ASTOCONDOR VILLAR**
PRESIDENTE


.....
Mg. Ing. **JORGE ELÍAS MOSCOSO SÁNCHEZ**
SECRETARIO


.....
Dr. Ing. **ABILIO BERNARDINO CUZCANO RIVAS**
VOCAL

.....
SUPLENTE

HOJA DE REFERENCIA DEL JURADO Y APROBACIÓN

PRESIDENTE : Dr. Ing. Jacob Astocondor Villar
SECRETARIO : Mg. Ing. Jorge Elías Moscoso Sánchez
VOCAL : MSc. Ing. Abilio Bernardino Cuzcano Rivas

ASESOR : Dr. Ing. Fernando Mendoza Apaza

DEDICATORIA

A nuestras familias, fuentes inquebrantables de amor y apoyo, les dedicamos este logro académico. Su constante aliento y comprensión han sido la mayor motivación para alcanzar nuestras metas. Cada paso en este camino ha sido un reflejo del amor y dedicación que siempre nos han brindado.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, expresamos nuestro más profundo agradecimiento a nuestro asesor Fernando Mendoza Apaza, cuya sabiduría, orientación y paciencia han sido invaluable durante todo el proceso de investigación y redacción de esta tesis. Sus conocimientos y guía han sido una luz que nos ha guiado en cada etapa de esta investigación.

Agradecemos a nuestros amigos por su apoyo constante, por compartir sus ideas y conocimientos, enriqueciendo nuestra perspectiva y motivándonos a ir más allá en la búsqueda de conocimiento.

Agradecemos también a las personas con Alzheimer que participaron en este estudio, así como a sus familias y cuidadores. Su generosidad y voluntad de contribuir han sido esenciales para el desarrollo de esta investigación.

No podemos pasar por alto el respaldo de nuestros profesores, quienes han moldeado nuestra educación y nos han proporcionado las herramientas necesarias para enfrentar los desafíos académicos.

Finalmente, agradecemos a todas las personas que, de una forma u otra, han sido parte de este viaje académico. Sus contribuciones han sido fundamentales para llevar a cabo esta investigación y alcanzar este logro.

Con gratitud sincera,

BASILIO VILLAR, Daniel Shamir

CABRERA VALVERDE, Diego Eduardo

VALLADARES PACHAS, Luigi Orlando

INDICE

INDICE	1
ÍNDICE DE TABLAS	3
ÍNDICE DE FIGURAS	4
RESUMEN	5
ABSTRACT	6
INTRODUCCIÓN	7
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	9
1.1. Descripción de la realidad problemática.....	9
1.2. Formulación del Problema	9
1.3. Objetivos	10
1.4. Justificación.....	10
1.5. Limitantes de la Investigación	12
II. MARCO TEÓRICO	14
2.1. Antecedentes: Internacionales y Nacionales	14
2.2. Bases Teóricas	19
2.3. Marco conceptual.....	25
2.4. Definición de Términos básicos	28
III. HIPÓTESIS Y VARIABLES	31
3.1. Hipótesis	31
3.2. Definición Conceptual de Variables	31
3.2.1. Operacionalización de Variables	32
IV. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN	33
4.1. Tipo y diseño de Investigación.....	33
4.2. Método de Investigación	34
4.3. Población y muestra	34
4.4. Lugar de estudio y periodo desarrollado	35
4.5. Técnicas e Instrumentos para la recolección de la información.....	35
4.6. Análisis y procesamiento de datos.....	38
4.7. Aspectos éticos.....	38
V. RESULTADOS	40
5.1. Resultados descriptivos	40
5.2. Resultados inferenciales	43
VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	47

6.1.	Contrastación y demostración de las hipótesis con los resultados	47
6.2.	Contrastación de los resultados con otros estudios similares.....	48
6.3.	Responsabilidad ética de acuerdo con los reglamentos vigentes....	49
VII.	CONCLUSIONES.....	50
VIII.	RECOMENDACIONES	52
IX.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53
ANEXOS	61
	Matriz de consistencia.....	61
	Instrumentos de recolección de datos.....	63
	Validación de Instrumentos.....	68
	Base de datos	71
	Consentimiento informado	72

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Matriz de operacionalización de las variables.....	32
Tabla 2. Validación del instrumento de recolección de datos por juicio de expertos	36
Tabla 3. Estadísticos de fiabilidad del instrumento	37
Tabla 4. Descriptivos de la Precisión de Geolocalización - Pre Test vs Post Test	40
Tabla 5. Descriptivos del Indicador de intensidad de la señal recibida (RSSI) - Pre Test vs Post Test	41
Tabla 6. Descriptivos de la Disponibilidad de la información- Pre Test vs Post Test	42
Tabla 7. Prueba de Normalidad de Shapiro Wilks	43
Tabla 8. Prueba de Homogeneidad de Bartlett	43
Tabla 9. Prueba T de Student para Muestras Relacionadas. Precisión de Geolocalización - Pre vs Post.....	44
Tabla 10. Prueba T de Student para Muestras Relacionadas. RSSI - Pre vs Post	45
Tabla 11. Prueba T de Student para Muestras Relacionadas. Disponibilidad de la Información - Pre vs Post	46

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de flujo de la operación del sistema.....	20
Figura 2. Arquitectura general del sistema	21
Figura 3. Emisor Wearable	22
Figura 4. A pesar de colocar todo el circuito emisor, no se generaron molestias ya que los componentes insertados eran livianos, con un peso total de 52.4 g.	23
Figura 5. Cámara termográfica.....	24
Figura 6. Comparación de los Gráficos de Cajas por Grupos – Precisión.....	40
Figura 7. Comparación de los Gráficos de Cajas por Grupos – RSSI.....	41
Figura 8. Comparación de los Gráficos de Cajas por Grupos – Disponibilidad de la información.....	42

RESUMEN

El presente estudio de investigación tuvo como objetivo aplicar la tecnología LoRa en un Wearable con recolector de energía piezoeléctrico integrado para mejorar el monitoreo de la movilidad de las personas con Alzheimer, Bellavista, Callao 2023. Para la cual se utilizó una metodología tipo aplicada, de diseño pre y post test y nivel descriptivo-correlacional causal. Para la recolección de información se utilizó la encuesta, la cual se aplicó a una muestra de 20 pacientes con Alzheimer del distrito de Bellavista. Con respecto a los resultados obtenidos, se evidenció un impacto significativo ($t=-13.745$, $sig.<0.05$) de la implementación de la tecnología LoRa en un Wearable con recolector de energía piezoeléctrico en la precisión de geolocalización de la persona. En conclusión, los resultados específicos combinados subrayan el impacto positivo y tangible de la tecnología LoRa en conjunto con el recolector de energía piezoeléctrico en la mejora del monitoreo de la movilidad de las personas con Alzheimer.

Palabras claves: Tecnología LoRa, Wearable, Monitoreo móvil, energía piezoeléctrica integrada.

ABSTRACT

The present research study aimed to apply LoRa technology in a Wearable with integrated piezoelectric energy harvester to improve the monitoring of mobility of people with Alzheimer's disease, Bellavista, Callao 2023. For which an applied type methodology was used, with a pre and post test design and a descriptive-correlational-causal level. A survey was used to collect information, which was applied to a sample of 20 patients with Alzheimer's disease in the district of Bellavista. Regarding the results obtained, a significant impact ($t=-13.745$, $sig.<0.05$) of the implementation of LoRa technology in a Wearable with piezoelectric energy harvester on the person's geolocation accuracy was evidenced. In conclusion, the specific combined results underline the positive and tangible impact of LoRa technology in conjunction with the piezoelectric energy harvester in improving mobility monitoring of people with Alzheimer's disease.

Keywords: LoRa technology, Wearable, Mobile monitoring, integrated piezoelectric energy.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, se estima que, a nivel mundial 46.8 millones de personas sufren de demencia. Las personas con demencia generalmente dependen de los cuidadores, ya que requieren atención especializada y monitoreo constante, ya que la deambulaci3n es un problema particular (Grosvenor, et al., 2021). Entre los diversos casos de demencia, la enfermedad de Alzheimer es una de las m1s destacadas que afecta funciones neurol3gicas y a1n es incurable, se caracteriza por ser un s3ndrome generalmente de car1cter cr3nico o progresivo (Denega, et al., 2021), que hace que la persona se desoriente y tenga problemas para recordar su direcci3n y ubicaci3n (Wojtusiak, et al., 2021). Para las familias pagar el servicio de una enfermera para el seguimiento del paciente con Alzheimer es elevado. Sin embargo, debido a la accesibilidad del IoT, el seguimiento de los pacientes se puede realizar de forma remota y en tiempo real, por lo que se puede actuar de manera oportuna si hay alg1n problema con el paciente (Oskouei, et al., 2020). Estas soluciones de monitoreo de Internet de las cosas (IoT) pueden aumentar la seguridad al establecer una zona segura para que una persona con demencia se mueva (Bayat, et al., 2021). El rango de monitoreo de la zona segura variar1 seg1n la tecnolog3a de comunicaci3n inal1mbrica que puede ser de corto o largo alcance. Dentro de las redes de largo alcance tenemos las Low Power Wide Area Networks (LPWAN) como SigFox que es una tecnolog3a de banda estrecha o Long Range Wide Area (LoRa) que se basa en tecnolog3a de espectro ensanchado. LoRa es una tecnolog3a inal1mbrica que proporciona a las aplicaciones IoT una transmisi3n de datos segura, de bajo consumo y de largo alcance. La tecnolog3a LoRa interact1a con sistemas como microcontroladores, Smartphones con redes m3viles, Bluetooth, redes inal1mblicas y sensores, lo que genera un entorno integrado y automatizado para los usuarios (Lausado, et al., 2020). Aparecen clases completamente nuevas de dispositivos port1tiles que, aunque de bajo consumo, carecen de autonom3a debido a que su tiempo de uso est1 limitado por la tecnolog3a actual de bater3as, lo que se traduce en mayores costos debido a la incapacidad de almacenar suficiente energ3a para la detecci3n biom3dica a largo plazo (Chuchon, et al., 2019). investigaciones que se enfocan en aumentar la durabilidad de la bater3a a trav3s de la recolecci3n de energ3a para poder autoalimentar el sistema. La recolecci3n de energ3a mec1nica del cuerpo

humano, particularmente de los pies, es un proceso alternativo para adquirir electricidad potencial. La presión del peso del cuerpo humano produce energía mecánica al caminar y correr (Alamgir, et al., 2022).

En este estudio se pretende diseñar un wearable basado en IoT con la tecnología LoRa para superar las limitaciones existentes en cuanto al rango de monitorización de la ubicación de la persona en tiempo real y la carga de la batería que utiliza piezoeléctricos para reducir el tiempo de descarga de la batería, ambas monitoreadas desde un aplicativo. Además, el sistema enviará un mensaje de texto con la ubicación del paciente si sale del rango de monitoreo.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

En la actualidad, un fenómeno que se ha observado en el Perú es el aumento progresivo de la población de adultos mayores, que se define como aquellas personas que tienen 60 años o más, en contraste con los periodos anteriores (Chuchon, et al., 2019). Las personas adulto mayores son quienes mayormente se ven afectados por enfermedades neurodegenerativas que producen demencia (Guillen, 2019), el cual tiene como forma más común la enfermedad del Alzheimer que está caracterizada por la pérdida de la memoria, comportamiento, personalidad, lenguaje y la toma de decisiones (Monrroy, 2019). Según el decreto supremo de aprobación de ley N° 30795, la enfermedad del Alzheimer y otras demencias requieren de prevención y tratamiento adecuados. Sin embargo, el MINSA reconoce que los recursos disponibles no son suficientes para enfrentar el crecimiento de esta problemática en el país durante el año 2018 (Cuya, et al., 2021). De los muchos síntomas del Alzheimer, la deambulacion es un problema particular (Guillen, 2019). Cuando una persona con Alzheimer se extravía, no siempre es fácil localizarla rápidamente. Por eso, se propone usar una tecnología eficiente y la Geolocalización para facilitar el hallazgo del paciente que se haya alejado mucho (Monrroy, 2019).

De lo acontecido es que nos preguntamos cómo, de qué manera implementar un wearable mejorará el monitoreo remoto de la ubicación del paciente con Alzheimer en la ciudad de Bellavista en Callao, es por ello que formulamos el siguiente problema de investigación.

1.2. Formulación del Problema

1.2.1. Problema General

P.G.1 ¿Cómo la aplicación de la tecnología LoRa en un Wearable con recolector de energía piezoeléctrico integrado mejorará el monitoreo de la movilidad de las personas con Alzheimer, Bellavista Callao 2023?

1.2.2. Problemas Específicos

P.E.1. ¿Cómo la aplicación de la tecnología LoRa en un Wereable con recolector de energía piezoeléctrico mejorará la geolocalización de la persona, Bellavista, Callao 2023?

P.E.2. ¿Cómo la aplicación de la tecnología LoRa en un Wereable con recolector de energía piezoeléctrico mejorará el indicador de intensidad de la señal recibida de las personas con Alzheimer, Bellavista, Callao 2023?

P.E.3. ¿Cómo la aplicación de la tecnología LoRa en un Wereable con recolector de energía piezoeléctrico mejorará la disponibilidad de la información de las personas con Alzheimer, Bellavista, Callao 2023?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

O.G. Aplicar la tecnología LoRa en un Wereable con recolector de energía piezoeléctrico integrado para mejorar el monitoreo de la movilidad de las personas con Alzheimer, Bellavista, Callao 2023.

1.3.2. Objetivos Específicos

O.E.1 Aplicar la tecnología LoRa en un Wereable con recolector de energía piezoeléctrico para mejorar la geolocalización de la persona, Bellavista, Callao 2023.

O.E.2 Aplicar la tecnología LoRa en un Wereable con recolector de energía piezoeléctrico para mejorar el indicador de intensidad de la señal recibida de las personas con Alzheimer, Bellavista, Callao 2023.

O.E.3 Aplicar la tecnología LoRa en un Wereable con recolector de energía piezoeléctrico para mejorar la disponibilidad de la información de las personas con Alzheimer, Bellavista, Callao 2023.

1.4. Justificación

1.4.1. Justificación Teórica

Fernández (2020) refiere que esta justificación implica la necesidad de investigar un problema considerando su importancia y lo que aportara al

campo académico, indagando, así como el estudio actual se relaciona con conceptos y teorías previas, asimismo creando discusiones en el ámbito educativo.

En relación con lo expuesto anteriormente, el presente estudio se justifica teóricamente debido a que se alinea con la investigación en el campo de la tecnología aplicada a la salud y el bienestar. Se conecta con teorías y conceptos de la tecnología LoRa, la piezoeléctrica y la atención médica remota. Además, el enfoque en personas con Alzheimer aborda una laguna en la literatura actual, al centrarse en cómo la tecnología puede mejorar la calidad de vida de una población vulnerable.

1.4.2. Justificación Práctica

Rosario et al. (2019) refiere que la justificación práctica se concentra en la pertinencia y las consecuencias del estudio en el ámbito concreto. En este contexto, se evalúan las ventajas prácticas y las posibles aplicaciones que podrían surgir de los resultados de la investigación. Se analiza cómo los descubrimientos podrían impactar en la toma de decisiones, en la optimización de procedimientos actuales, en la resolución de problemas específicos u otras facetas tangibles del entorno real.

En relación con lo expuesto anteriormente, la justificación práctica del presente estudio radica en la mejora significativa en la calidad de vida y seguridad de las personas con Alzheimer en el entorno de Bellavista, Callao. Al permitir un monitoreo continuo y preciso de su movilidad, el dispositivo wearable propuesto podría alertar a los cuidadores y profesionales de la salud sobre posibles situaciones de riesgo, como caídas o desorientación

1.4.3. Justificación Metodológica

Según Vilela (2019) esta justificación se dirige hacia la selección de los métodos y enfoques adoptados para realizar la investigación. En este contexto, se describen los motivos que respaldan la elección de determinadas herramientas, técnicas y enfoques metodológicos. Se abordan los pormenores del diseño de la investigación, la obtención y análisis de datos, y cómo se manejarán eventuales limitaciones.

De lo expuesto previamente, este estudio se justifica metodológicamente en la demanda de adquirir información exacta y en tiempo real sobre la movilidad de individuos afectados por Alzheimer en un contexto particular. La elección de la tecnología LoRa se justifica por su habilidad para transmitir datos de manera eficaz en extensas distancias, minimizando el consumo energético.

1.5. Limitantes de la Investigación

1.5.1. Límites de la Investigación

Según Soliz (2019), una limitación del estudio surge cuando se omite un aspecto del problema por alguna causa. Esto significa que toda limitación debe estar justificada y respaldada por una razón sólida y convincente.

Según lo expuesto por el autor, el objetivo de esta investigación es aplicar la tecnología LoRa en un Wearable con recolector de energía piezoeléctrico integrado para mejorar el monitoreo de la movilidad de las personas con Alzheimer en Bellavista Callao durante el año 2023. Por lo tanto, el alcance geográfico está restringido al distrito de Bellavista en el Callao, mientras que el alcance temporal está limitado al año 2023, cualquier otro lugar fuera de Bellavista o período de tiempo más allá de 2023 estaría fuera del alcance de tu estudio.

1.5.2. Delimitaciones de la Investigación

Fernández (2020) refiere que resulta fundamental delinear los límites temporales, sociales y espaciales del problema de investigación, con el propósito de situarlo en un contexto claro y coherente.

De lo expuesto por el autor, mis delimitaciones son las siguientes:

Delimitación Espacial

En cuanto a la delimitación espacial, la investigación se centró en el distrito de Bellavista, en el Callao. Se excluyeron otros departamentos de esta área debido a su distancia geográfica, considerándolos fuera del alcance de estudio.

Delimitación Temporal

En términos temporales, la investigación se llevó a cabo durante el mes de mayo de 2023 y se extendió a lo largo de un período de 10 meses. Sin embargo, este intervalo de tiempo resultó insuficiente para realizar un análisis exhaustivo de las diversas tecnologías vinculadas al Internet de las Cosas (IoT) y para llevar a cabo una comparativa detallada de esta aplicación con el fin de determinar sus pros y contras de manera individual.

Delimitación Social

En el estudio de investigación se analizó el diseño de un aplicativo móvil y la mejora del proceso de monitoreo de la localización de las personas que tienen Alzheimer lo que beneficiara a los cuidadores o familiares cercanos siendo una herramienta de apoyo.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes: Internacionales y Nacionales

ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Según (Monrroy, 2019) en su trabajo de investigación titulado “GEOLOCALIZACION BASADA EN TECNOLOGIAS GPS A PERSONAS CON ENFERMEDAD DE ALZHEIMER” para optar por el título en Ing. Sistemas, el estudio consistió en crear un prototipo que use la geolocalización para ayudar a las personas con Alzheimer mediante un dispositivo GPS y la integración de los mapas de Google Maps y sus actualizaciones frecuentes. La metodología empleada en la investigación permitió organizar, transmitir, comprender, simplificar y formalizar tanto el ámbito como las decisiones del diseño, además de facilitar la adaptación de los documentos ante posibles modificaciones de software. Por último, se sugiere el ingreso adecuado para poder utilizar el sistema, y así poder guardar correctamente la información de acceso y del paciente.

Según el autor, una aplicación de geolocalización para personas que sufren de Alzheimer con un dispositivo GPS es relevante, este hecho me sirve de apoyo para el análisis de mi variable “Monitoreo remoto”.

Según Martínez et al. (2022) en su trabajo de investigación titulado “DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN MÓVIL PARA EL RASTREO DE PERSONAS CON ALZHEIMER O ALGUN TIPO DE DEMENCIA MEDIANTE TECNOLOGÍA GPS” que le permitió obtener el grado de ingeniero de Sistemas, buscó crear una aplicación móvil que facilitara el cuidado y la asistencia a las personas con Alzheimer o demencia, así como a sus familiares. La aplicación permite realizar un seguimiento en tiempo real, enviar recordatorios de las actividades cotidianas para estimular la mente de los usuarios y prevenir el deterioro de la memoria. Para desarrollar la aplicación, se empleó una metodología de enfoque cuantitativo que permitió analizar el contexto de las aplicaciones existentes para esta población y las necesidades que se debían cubrir con una nueva propuesta. Como recomendación final, se sugirió crear una red

de apoyo entre las personas afectadas por esta enfermedad y sus cuidadores para compartir sus experiencias y desafíos diarios.

Según lo planteado por el autor, se hace necesario desarrollar una aplicación que pueda seguir en tiempo real las distintas actividades cotidianas para favorecer la condición mental del individuo, este aspecto me sirve de apoyo para el análisis de mi variable “Monitoreo remoto”.

Según Lema (2021) en su trabajo de investigación titulado “APLICACIÓN MÓVIL PARA LOCALIZACIÓN DE ADULTOS MAYORES MEDIANTE UN DISPOSITIVO IMPLANTADO EN PRENDAS DE VESTIR” que le permitió obtener el grado de Ing. Sistemas y Computación, busco crear una Aplicación móvil que permitiera localizar a adultos mayores mediante un dispositivo integrado en una prenda de vestir. Para lograrlo, se basó en la metodología Mobile-D, que consta de las fases de exploración, inicialización, fase de producto, fase de estabilización y fase de pruebas. Finalmente, en este trabajo se sugirió revisar las políticas de seguridad y privacidad del grupo de personas objetivo del estudio, con el fin de que el dispositivo pudiera cumplir con todas las normativas y características exigidas por los usuarios.

En relación a lo expuesto anteriormente, se evidencia la necesidad de desarrollar una aplicación que pueda rastrear a las personas mayores mediante un dispositivo que se coloca en una prenda de vestir, este aspecto me sirve como referencia para el análisis de mi variable “Wearable”.

Según Jiménez (2019) en su estudio “SISTEMA DE UBICACION Y MONITOREO DE SEÑALES VITALES EN ADULTOS MAYORES Y PERSONAS CON ALZHEIMER” el cual le permitió obtener el grado de Ing. Electrónica y Comunicaciones, busco desarrollar un sistema que le permita localizar y controlar las señales vitales de personas mayores y con Alzheimer. Para lograrlo, empleó una metodología que consiste en un módulo GPS que puede rastrear la ubicación del adulto en todo momento, así como pequeños sensores que registran las señales vitales. Finalmente, en este trabajo se sugirió comprobar que el adulto mayor o

con Alzheimer esté en reposo al menos 10 minutos antes de medir los signos vitales.

En relación a lo expuesto previamente, es importante realizar un sistema que puede usar pequeños sensores para monitorear señales vitales y que no puedan detectarse con facilidad, este hecho me permite tomar referencia para el estudio de mi variable "Wearable"

Según Mina et al. (2021) en su estudio de investigación "DISPOSITIVO DE MONITOREO Y LOCALIZACIÓN PARA PERSONAS CON ALZHEÍMER" para lograr el grado de Ing. Electrónico. Busco diseñar un prototipo de sistema, la cual permita llevar un control acerca de los signos vitales y la ubicación de las personas que padecen de dicha enfermedad, la metodología que se utilizó estuvo basada en los enfoques Agile, Waterfall y Scrum. Con respecto a los hallazgos, se encontró que el dispositivo permite medir las variables fisiológicas Temperatura, saturación de oxígeno y frecuencia cardíaca (1.1%, 1.2% y 1.1%) respectivamente, lo cual resulta ser un bajo promedio de error. En conclusión, el prototipo diseñado permite facilitar un control de las señales vitales y la ubicación de las personas que padecen esta enfermedad.

En relación a lo expuesto previamente, es recomendable diseñar prototipos que ayuden a saber la ubicación en tiempo real y permitan llevar un control de los signos vitales de las personas con esta enfermedad, este estudio brinda una perspectiva para abordar mi variable de estudio "Monitoreo remoto".

ANTECEDENTES NACIONALES

Según Guillen (2019) en su estudio "DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA APLICACIÓN MÓVIL PARA AYUDAR A PERSONAS CON ALZHEIMER UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL PERÚ" para la obtención de su título profesional de Ingeniería de Software. El propósito de este trabajo fue crear, ejecutar y poner en marcha un sistema que emplea tecnología bluetooth de baja potencia y dispositivos móviles con sistema operativo Android para facilitar el rastreo en interiores de personas con Alzheimer, localizar y recordar objetos que sean relevantes

para ellas y mejorar los cuidados que familiares y médicos les puedan ofrecer. Para esto, se aplicó una metodología SCRUM que consiste en trabajar en ciclos de tiempo breves y fijos con el fin de entregar software funcional al término de cada ciclo y que permite modificaciones al software entre cada sprint. Finalmente, en este trabajo se sugirió recolectar datos de ciertos periodos de tiempo durante los cuales el paciente está en movimiento, ya que este es el momento donde más nos interesa comprobar la precisión de la aplicación.

En relación a lo expuesto previamente, es recomendable hacer el seguimiento en interiores de personas con Alzheimer utilizando tecnología bluetooth y dispositivos móviles, este estudio permite tomar como referencia para la variable “Monitoreo remoto”.

Según Chuchon et al. (2019) en su trabajo de investigación titulado “USO DE LA PULSERA DE LOCALIZACIÓN GPS PARA CONTRARRESTAR LA DESAPARICIÓN DE ADULTOS MAYORES CON ALZHEIMER EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, 2019” para lograr el grado de bachiller en Ing. Sistemas e Informática, este estudio buscó evaluar el efecto de la pulsera de localización GPS para prevenir la pérdida de los adultos mayores con Alzheimer en la ciudad de Huancayo. Para ello, empleó una metodología científica cuantitativa, ya que el problema existente es la desaparición de los adultos mayores con Alzheimer, y esta realidad es externa lo que implica proponer una solución tecnológica; con el propósito de mejorar la calidad de vida de los pacientes con Alzheimer y sus cuidadores. Finalmente, en este trabajo se sugirió extender el alcance de la presente investigación, aplicando el diseño de preprueba - posprueba con un grupo de control. Con el objetivo de que la evaluación del experimento sea más rigurosa y permita recabar más información sobre incidencias en un tiempo de evaluación más largo y con un tamaño de muestra más grande.

De lo expuesto por el autor, es importante el uso de la pulsera de localización GPS para reducir la cantidad de personas perdidas por Alzheimer, este hecho me permite tomar referencia para el estudio de mi variable “Wearable”.

Según Villena (2022) en su estudio desarrollado “SISTEMA DOMÓTICO PARA EL MONITOREO DE PERSONAS CON ALZHEIMER” para obtener el grado de maestro en Ing. Sistemas, busco mejorar mediante el sistema Domótico el monitoreo de personas con Alzheimer, para esto utilizo una metodología tipo aplicada de diseño pre experimental. En base a los resultados encontrados, se evidencio que la implementación de dicho sistema incrementa el nivel de satisfacción en reducción de accidentes, el nivel de satisfacción de los cuidadores de pacientes con Alzheimer y el nivel de satisfacción en el uso de procesos automatizados en el hogar de los pacientes con valores de (2.1) (2.6) y (2.5) respectivamente en el post test. En conclusión, se logro concluir que dicho sistema tiene un impacto positivo en el monitoreo de las personas con Alzheimer.

En relación a lo expuesto previamente, es recomendable diseñar un sistema para mejorar el nivel de satisfaccion de las personas con Alzheimer, el cual muestra un panorama favorable para mi variable de estudio “Monitoreo Móvil”

Según Cuya et al. (2021) en su trabajo de investigación titulado “SOLUCIÓN TECNOLÓGICA PARA OPTIMIZAR EL PROCESO DE MONITOREO DE LA ENFERMEDAD ALZHEIMER, EN LIMA METROPOLITANA, UTILIZANDO INTERNET DE LAS COSAS” para obtener el grado de Ing. Sistemas de Información, el cual consistió en implementar una solución tecnológica basada en internet de las cosas (IOT) para el seguimiento del progreso de la enfermedad de Alzhéimer y elaborar un plan de continuidad que asegure la sostenibilidad tecnológica y económica de la implementación. Para esto, se aplicó una metodología Scrum que permitió realizar el análisis, la recolección de requerimientos y el diseño de la solución tecnológica. Finalmente, en este trabajo se sugirió utilizar fuentes de información confiables para hacer un análisis objetivo, hacer presentaciones periódicas con los stakeholders involucrados y cada entregable con el propósito de garantizar el aumento de valor en cada etapa del estudio.

En base a lo expuesto previamente, se recomienda desarrollar una aplicación capaz de monitorear el avance de la enfermedad de alzhéimer

utilizando internet de las cosas (IOT), este estudio da un alcance acerca de la variable “Monitoreo remoto”.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1 Descripción de la operación del sistema

El sistema se inicia en la interfaz gráfica del teléfono móvil del familiar del paciente. Se ingresan los datos personales del paciente y dos parámetros importantes. El primero es el punto de origen con su respectiva latitud y longitud que se obtuvo al hacer clic en un punto del mapa y el segundo parámetro es el valor en metros del radio que es la distancia máxima del punto de origen en el que se encuentra el paciente monitoreado. Este sistema se utiliza a menudo para monitorear en tiempo real y alertar a los miembros de la familia que el paciente de Alzheimer ha salido de una “zona segura” (Cullen, y otros, 2022). Luego estos datos son enviados al wearable en el cual realiza los cálculos de la región limitante con el fin de enviar una alerta en caso de que el paciente haya salido de la zona segura, para ello primero se debe capturar la posición actual del paciente (latitud y longitud en movimiento), luego se resta con la posición inicial, se encuentra el módulo de diferencia, este módulo se convierte a metros multiplicándolo por $111.2\text{Km}/1^\circ$, para comparar con el radio ingresado en la interfaz gráfica (Ferreira, y otros, 2019). Se genera una variable que condiciona el sistema de alarma en la aplicación móvil. El sistema también captura el nivel de carga de la batería mediante porcentajes. Si el paciente logra salir de la zona segura, el wearable envía una alerta a la aplicación móvil cada 2 minutos con un intervalo de 10 minutos. La información de los datos personales del paciente, la posición y la condición de si está fuera o dentro de la zona segura se guardará en una base de datos cada minuto. El diagrama de flujo del proceso se puede ver en la Figura 1.

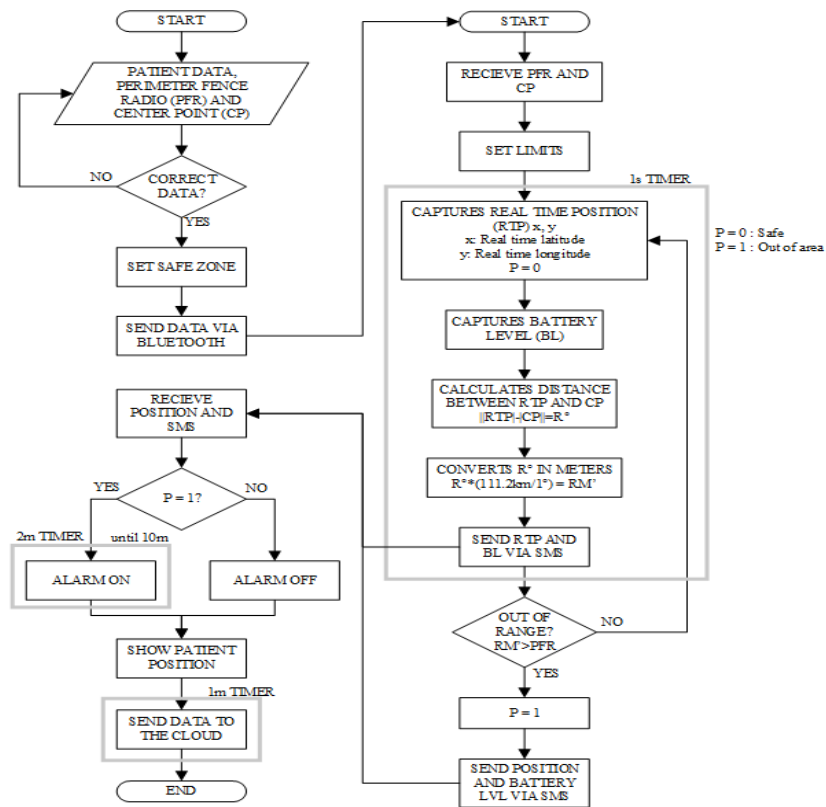


Figura 1. Diagrama de flujo de la operación del sistema

Fuente: (Elaboración propia)

2.2.2 Arquitectura del sistema

El sistema se ha dividido en tres partes. La primera parte es la base receptora que se compone de un ESP32 y un módulo transceptor LoRa que es una tecnología LPWAN utilizada para aplicaciones IoT (Edward, et al., 2019). El receptor recibe información del remitente Wearable y envía la información a la nube. La segunda parte es el transmisor portátil, que consta de un módulo LoRa que se conecta al TTGO T-Call ESP32 SIM800L, el SIM800L está integrado y se utilizó para la ubicación del paciente de Alzheimer (Asano, et al., 2020). Al transmisor portátil se le instaló un conjunto de piezoeléctricos como fuente de energía, ya que puede transformar la tensión mecánica que se produce al caminar en energía eléctrica para cargar la batería (Mazalan, et al., 2019). El emisor se encuentra dentro del zapato para poder monitorear la posición de la persona, integrándose a la vida diaria como parte de una prenda (Rodgers, et al., 2019). La tercera etapa es la aplicación móvil de los usuarios que obtendrá los datos almacenados en la base de datos de Google Firebase

para mostrar a través de la interfaz gráfica la posición y el porcentaje de carga de la batería del wearable emisor (Alam, et al., 2021). La arquitectura general del sistema se presenta en la Figura 2.

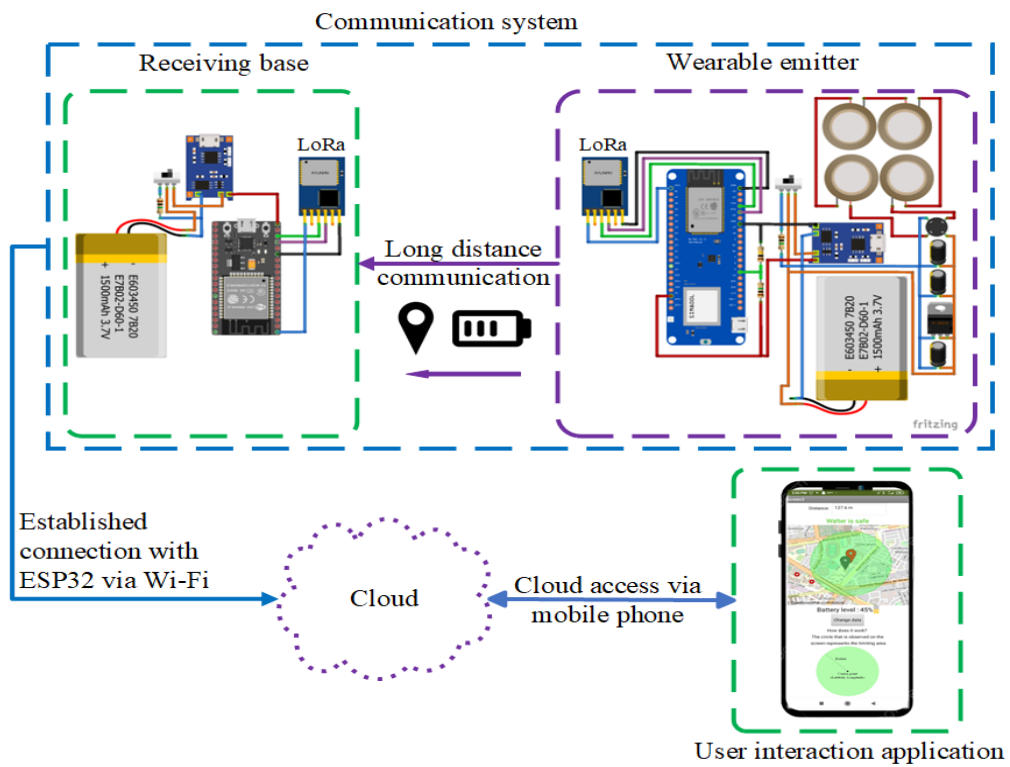


Figura 2. Arquitectura general del sistema

Fuente: (Rodríguez Atienza, 2020)

2.2.3 Descripción de las partes del sistema

- **Emisor Wearable**

La Figura 3 muestra las conexiones de los componentes del wearable emisor. El microcontrolador TTGO ESP32 SIM800L de la Figura 3.a es capaz de conectarse a Internet vía WiFi o GSM y transmitir las coordenadas geográficas capturadas (Choque, et al.), para luego enviar estos datos a una base receptora a través del transceptor SX1276 de la Figura 3.b. Este transceptor de tecnología LoRa se conecta desde sus pines RXD (3) y TXD (4) a los pines TXD/GOIO01 y RXD/GOIO02 del TTGO ESP32 SIM800L respectivamente. Para suministrar energía al sistema se utilizó la batería con capacidad de 1500 mAh, como se ve en la Figura 3.c y un circuito de carga TP4056 para conectar a la batería de litio que se carga mediante un conector universal microUSB (Huyen, et al., 2023), como se muestra en la

Figura 3.d, este módulo se conectará al pin positivo y negativo de la batería a través de sus pines B+ y B- respectivamente. La carga suministrada por la batería es medida por la entrada analógica ADC12/GPIO12 del ESP32 que está conectada por una resistencia de $1M\Omega$ al pin Output+ del módulo TP4056 y por una resistencia de $100k\Omega$ al pin Output- del módulo TP4056. Se implementaron sensores piezoeléctricos, mostrados en la figura 3.e, para que cuando el paciente comience a caminar se genere energía que puede ser utilizada para aumentar el tiempo de descarga de la batería. Para aprovechar esta fuente de energía se rectificó la corriente generada por los sensores piezoeléctricos por medio de un módulo de puente de diodos rectificadores de onda completa denominado 2W10 que se puede apreciar en la Figura 3.f que carga el capacitor hasta un voltaje predefinido (Campos, et al., 2021) y un regulador de voltaje 7805 para mantener constante el voltaje de salida este módulo se puede ver en la figura 3.g que finalmente se conectará a la batería. El dispositivo portátil emisor contiene un interruptor para encender y apagar el dispositivo, como se muestra en la Figura 3.h.

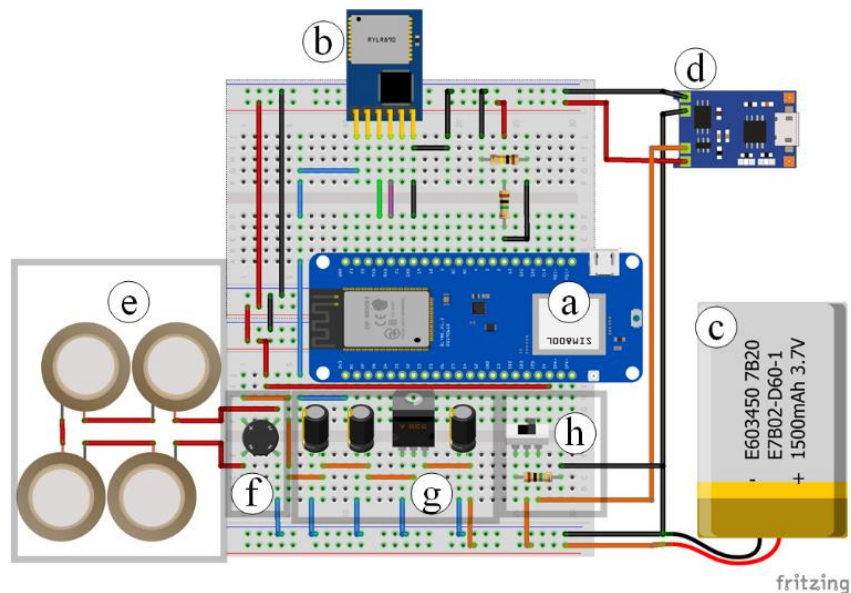


Figura 3. Emisor Wearable

Fuente: (Elaboración propia)

El circuito emisor debe colocarse en el interior del zapato, por lo que se realizó una cavidad en la suela y en la parte superior del talón de tal forma

que los componentes del circuito total pudieran insertarse con facilidad y seguridad sin cortocircuitos (Huyen, et al., 2023).

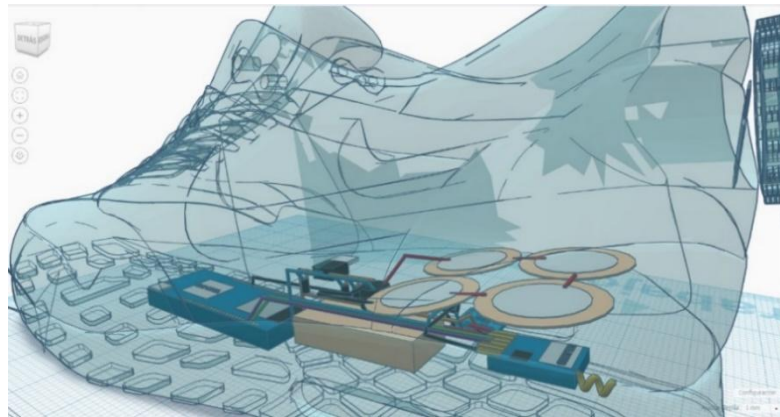


Figura 4. A pesar de colocar todo el circuito emisor, no se generaron molestias ya que los componentes insertados eran livianos, con un peso total de 52.4 g.

Fuente: (Elaboración propia)

- **Base receptora**

La figura 5 muestra las conexiones de los componentes de la base del receptor. La placa ESP32 (ver figura 5.a) está conectada al transceptor LoRa (figura 5.b) para leer los datos de posicionamiento del dispositivo portátil emisor (Edward, et al., 2019). Este transceptor de tecnología LoRa se conecta con sus pines RXD (3) y TXD (4) a los pines TX1/GPIO10 y RX1/GPIO9 del ESP32 respectivamente. Para suministrar energía al sistema se utilizó la batería con capacidad de 1500 mAh, como se ve en la Figura 5.c y un módulo TP4056 que permitirá cargar la batería a través de un conector microUSB universal como se ve en la Figura 5.d, este módulo estar conectado al pin positivo y negativo de la batería a través de sus pines B+ y B- respectivamente. La base receptora contiene un interruptor para encender y apagar la caja, como se muestra en la Figura 5.e. El Receptor enviará los valores recibidos de su módulo Wi-Fi a Google Firebase como servidor de base de datos en tiempo real, para que luego estos datos puedan ser extraídos por la aplicación (Wojtusiak, et al., 2021).

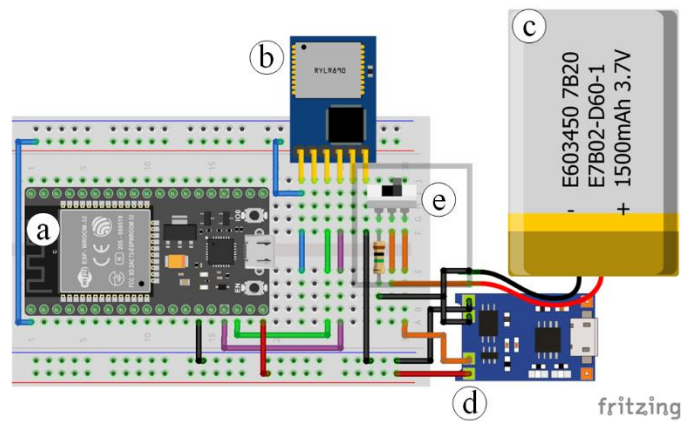


Figura 5. Cámara termográfica

Fuente: (Elaboración propia)

- **App Inventor**

AppInventor es una herramienta creada en Google Labs que permite diseñar aplicaciones de software avanzadas para el sistema operativo Android. Mediante una interfaz gráfica, y con un conjunto de elementos básicos, el usuario puede ir conectando y combinando una serie de bloques para construir la aplicación. (Linerós, 2019). Se trata de un lenguaje de programación que utiliza bloques (similares a los de un juego de construcción), y que se basa en eventos. La finalidad de esta plataforma es comunicar al sistema operativo del dispositivo móvil nuestras intenciones y el modo en que queremos que se ejecuten (Rojas, et al., 2019). La herramienta permite crear aplicaciones con contenido educativo de forma sencilla y cuenta con dos editores: el de diseño y el de bloques. El editor de diseño facilita la disposición de los componentes de la interfaz de usuario mediante el método de arrastrar y soltar. El editor de bloques es el espacio donde el usuario o “inventor” puede definir la lógica de la aplicación, usando bloques de diferentes colores que se encajan como piezas de puzzle para describir el programa (Vinueza, et al., 2020). Una forma de describir el funcionamiento de Blockly es que se trata de un entorno que permite construir aplicaciones mediante el ensamblaje de piezas que se asemejan a un rompecabezas (estas piezas se generan con la biblioteca Open Block Java Library). Luego, App Inventor transforma estas piezas en código Java que se ejecuta en la máquina virtual, utilizando para ello el marco de trabajo Kawa Language Framework, que facilita el

uso de lenguajes dinámicos. Esto hace que blockly sea una herramienta muy versátil para crear aplicaciones con contenido variado (Rojas, et al., 2019).

2.3. Marco conceptual

VARIABLE INDEPENDIENTE: Tecnología LoRa en un Wearable con recolector de energía piezoeléctrico integrado

Según Alvarado et al. (2021) una forma de comunicarse a larga distancia y con bajo consumo de energía es mediante la tecnología LoRa, que se aplica en dispositivos como los wearables. Estos dispositivos pueden incorporar un recolector de energía piezoeléctrico integrado, que es una tecnología de cosecha de energía que permite alimentar el dispositivo con la vibración o el movimiento.

En la misma línea de investigación, Castillo et al. (2020) refieren que, una forma de obtener energía eléctrica a partir de la energía mecánica es mediante el uso de dispositivos piezoeléctricos, que aprovechan el efecto piezoeléctrico para transformar las vibraciones o los movimientos en electricidad. Estos dispositivos podrían integrarse en wearables, que son dispositivos electrónicos que se llevan puestos en el cuerpo, como pulseras o relojes inteligentes. Así, los wearables podrían obtener energía de los movimientos naturales del usuario, como andar o agitar los brazos, y almacenarla en una batería interna o en un supercondensador. Esta energía almacenada serviría para alimentar los componentes electrónicos de los wearables, como sensores, circuitos y la comunicación LoRa.

Finalmente, Edward et al. (2019) refiere que una forma de aprovechar la energía piezoeléctrica y la tecnología LoRa es aplicarlas a wearables que requieren una larga duración sin depender de fuentes de alimentación externas. Estos wearables podrían emplearse en áreas como la salud, el deporte o la localización, donde se necesita una autonomía prolongada sin intervención humana frecuente.

DIMENSIONES

D1: Usabilidad

La usabilidad juega un papel fundamental en la optimización de las ventajas que los usuarios pueden obtener de la tecnología LoRa aplicada en wearables. En este contexto, un elemento esencial radica en asegurar que el dispositivo sea altamente usable. Esto implica que tanto la interfaz, como los controles y las funciones del wearable, deben estar cuidadosamente diseñados para satisfacer las demandas y expectativas de los usuarios. Al lograr este objetivo, se facilita su utilización al máximo, evitando inconvenientes o situaciones frustrantes que puedan surgir durante su interacción con el dispositivo (Alvarado, et al., 2021).

I1: Portabilidad

Se refiere a la capacidad del dispositivo wearable con tecnología LoRa para ser transportado y utilizado en diferentes ubicaciones o entornos. En este caso, se espera que el wearable sea compacto, ligero y fácil de llevar, lo que permitirá a los usuarios llevarlo consigo sin inconvenientes y utilizarlo donde sea necesario (Macías, et al., 2021).

I2: Interactivo

En el contexto de la tecnología LoRa en un wearable significa que el dispositivo tiene la capacidad de involucrar activamente a los usuarios y responder a sus acciones. Esto puede incluir características como pantallas táctiles, botones u otros elementos de entrada que permitan a los usuarios interactuar con el dispositivo de manera bidireccional, como enviar comandos o recibir información (Macías, et al., 2021).

I3: Autonomía

Se refiere a la duración de la batería o la fuente de energía del dispositivo wearable. En el contexto de tecnología LoRa en wearables, la autonomía se refiere a cuánto tiempo el dispositivo puede funcionar sin necesidad de recargarse o cambiar la batería. Una buena autonomía es esencial para garantizar un uso prolongado del dispositivo sin interrupciones (Castillo, et al., 2020).

VARIABLE DEPENDIENTE: MONITOREO MÓVIL

Según Allen et al. (2021) la práctica de monitoreo móvil consiste en registrar y observar datos, eventos o actividades mediante dispositivos móviles, como smartphones y tablets. Esta práctica permite obtener y examinar información pertinente en tiempo real desde lugares distantes, favoreciendo la toma de decisiones fundamentadas en datos actualizados y disponibles desde cualquier sitio.

De la misma manera, Sierra et al. (2023) refiere que es la actividad de verificar y gestionar procesos, sistemas o condiciones mediante dispositivos móviles que se pueden conectar a redes. Esto implica el seguimiento continuo de parámetros, la recepción de alertas y la interacción en tiempo real con datos producidos por sensores y dispositivos a distancia.

Finalmente, para García et al. (2019) se refiere al rastreo activo y dinámico de eventos o variables importantes mediante el uso de dispositivos móviles. Estos dispositivos facilitan la transferencia de datos desde diferentes lugares, permitiendo una gestión efectiva y en tiempo real de situaciones, recursos y procesos en diversos ámbitos, como la salud, la seguridad y la logística.

DIMENSIONES

D1: Conectividad

Para Sierra et al. (2023) el término conectividad alude a la posibilidad de que diferentes aparatos y mecanismos se conecten y se relacionen entre sí, mediante cables o señales inalámbricas. Esto es relevante para el monitoreo móvil, ya que implica que los dispositivos móviles y sensores puedan enviar y recibir información con otros aparatos, plataformas web o servidores, facilitando el intercambio de datos y la comunicación en tiempo real.

I1: Precisión geolocalización

García et al. (2019) refiere que esta característica es esencial para el monitoreo móvil, ya que permite localizar con gran fiabilidad la ubicación en términos de coordenadas geográficas (latitud y longitud). Esto facilita el seguimiento y la supervisión en tiempo real de objetos, personas o eventos.

I2: Indicador de intensidad de la señal recibida (RSSI)

Es una medida cuantitativa de la fuerza de la señal de radiofrecuencia que un dispositivo inalámbrico recibe de una fuente de transmisión. En el monitoreo móvil, el valor RSSI proporciona información sobre la calidad y la potencia de la señal, lo que puede ser útil para evaluar la conectividad y el rendimiento de la comunicación inalámbrica (Alamgir, et al., 2022).

I3: Disponibilidad de la información

Se refiere a la accesibilidad y disponibilidad de datos y detalles relevantes cuando son requeridos. En el contexto del monitoreo móvil, implica que la información esté siempre lista para ser consultada o utilizada, permitiendo a los usuarios acceder a los datos necesarios en tiempo real para la toma de decisiones o el análisis de eventos y situaciones (Allen, et al., 2021).

2.4. Definición de Términos básicos

Enfermedad neurodegenerativa: Es un trastorno que afecta gradualmente la estructura y función de las células nerviosas en el sistema nervioso central (cerebro y médula espinal) y, en algunos casos, en el sistema nervioso periférico. Estas enfermedades se caracterizan por la degeneración progresiva de las neuronas, lo que conduce a síntomas como deterioro cognitivo, movimientos anormales y otras deficiencias neurológicas. Ejemplos de enfermedades neurodegenerativas incluyen el Alzheimer, el Parkinson y la esclerosis lateral amiotrófica (Alarcon, et al., 2019)

Aplicativo Móvil: es un software o programa que se puede ejecutar en dispositivos móviles, como teléfonos inteligentes o tabletas. Estas aplicaciones brindan diferentes funciones y servicios, desde juegos y redes sociales hasta herramientas de productividad y servicios bancarios, que se pueden descargar e instalar desde tiendas virtuales, como la App Store de Apple o Google Play Store (Acosta, et al., 2022).

Cosecha de energía: Esta técnica consiste en aprovechar, recolectar y almacenar pequeñas porciones de energía que provienen del ambiente, como la luz solar, las vibraciones mecánicas, el calor o fuentes similares.

Así, los dispositivos pueden operar de forma más independiente y sin depender de baterías que se agoten o se tengan que recargar (Alamgir, et al., 2022).

LoraWan: Es un protocolo de comunicación que permite conectar dispositivos de baja potencia a redes de área amplia (WAN) a grandes distancias. Se basa en la tecnología de modulación LoRa para facilitar el envío de datos a través de largos recorridos con un consumo de energía relativamente bajo, lo que lo hace apropiado para aplicaciones de Internet de las Cosas (IoT) que necesitan comunicación de larga distancia y eficiencia energética (Castillo, et al., 2020).

Sistema de geolocalización: Se trata de una tecnología que permite conocer la localización geográfica de un dispositivo o persona en tiempo real. Para ello, utiliza señales procedentes de satélites, torres de telefonía móvil, puntos de acceso Wi-Fi u otras fuentes que permiten calcular las coordenadas geográficas y ofrecer información sobre la posición (Monrroy, 2019).

IoT: Se trata de una red que conecta objetos físicos, dispositivos y otros elementos que tienen sensores, software y conectividad para intercambiar datos y realizar interacciones mediante Internet. Estos dispositivos pueden abarcar desde aparatos domésticos y vehículos hasta sensores industriales y dispositivos médicos, todos ellos conectados para recoger, enviar y recibir información (Martínez, et al., 2022).

Rectificador de onda completa: Una forma de obtener una señal de corriente continua (CC) a partir de una señal de corriente alterna (CA) es mediante un circuito electrónico llamado rectificador de onda completa. Este circuito aprovecha los dos semiciclos de la señal de CA, tanto el positivo como el negativo, para generar una salida continua más estable. Esto lo diferencia de un rectificador de media onda que solo utiliza un semiciclo de la señal de CA (Vivanco, et al., 2021).

Android: Es un sistema operativo creado por Google que se enfoca principalmente en dispositivos móviles, como teléfonos inteligentes y tabletas. Es un sistema operativo de código abierto que se basa en el

núcleo de Linux y ofrece una plataforma para la ejecución de aplicaciones y servicios (Vinueza, et al., 2020).

Autonomía: Es la habilidad de un sistema, dispositivo o entidad para actuar por su cuenta y tomar sus propias decisiones, sin necesidad de que nadie lo controle o lo ayude. En tecnología, la autonomía puede aludir a la habilidad de un dispositivo para funcionar durante un tiempo determinado sin depender de recarga o asistencia humana (Gómez, y otros, 2019).

Diagrama de flujo: Una forma de describir un proceso o algoritmo de forma gráfica es mediante un diagrama de flujo. Este consiste en una serie de símbolos y líneas que se conectan entre sí para indicar el orden y el tipo de pasos o decisiones que se realizan dentro del proceso. Los diagramas de flujo son muy útiles en programación y diseño de procesos, ya que permiten mostrar la lógica y el flujo de trabajo de forma clara y concisa (Rivero, et al., 2022).

Wearable: Es un aparato tecnológico que se puede usar sobre o dentro del cuerpo, como relojes, pulseras y gafas inteligentes. Estos aparatos suelen ofrecer funciones de seguimiento, control y conexión para diferentes usos, como salud, ejercicio y comunicación (Rodríguez, 2019).

III. HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1. Hipótesis

3.1.2. Hipótesis General

H.G. Aplicar la tecnología LoRa en un Wereable con recolector de energía piezoeléctrico integrado mejora el monitoreo de la movilidad de las personas con Alzheimer, Bellavista, Callao 2023.

H0. Aplicar la tecnología LoRa en un Wereable con recolector de energía piezoeléctrico integrado no mejora el monitoreo de la movilidad de las personas con Alzheimer, Bellavista, Callao 2023.

3.1.3. Hipótesis Específica

H.E.1 Aplicar la tecnología LoRa en un Wereable con recolector de energía piezoeléctrico mejora la precisión de geolocalización de la persona, Bellavista, Callao 2023.

H.E.2 Aplicar la tecnología LoRa en un Wereable con recolector de energía piezoeléctrico mejora el indicador de intensidad de la señal recibida de las personas con Alzheimer, Bellavista, Callao 2023.

H.E.3 Aplicar la tecnología LoRa en un Wereable con recolector de energía piezoeléctrico mejora la disponibilidad de la información de las personas con Alzheimer, Bellavista, Callao 2023.

3.2. Definición Conceptual de Variables

Variable independiente: Tecnología LoRa en un Wearable con recolector de energía piezoeléctrico integrado

Edward et al. (2019) refiere que una forma de aprovechar la energía piezoeléctrica y la tecnología LoRa es aplicarlas a wearables que requieren una larga duración sin depender de fuentes de alimentación externas. Estos wearables podrían emplearse en áreas como la salud, el deporte o la localización, donde se necesita una autonomía prolongada sin intervención humana frecuente.

Variable dependiente: Monitoreo móvil

Es la actividad de verificar y gestionar procesos, sistemas o condiciones mediante dispositivos móviles que se pueden conectar a redes. Esto implica el seguimiento continuo de parámetros, la recepción de alertas y la interacción en tiempo real con datos producidos por sensores y dispositivos a distancia (Sierra, et al., 2023).

3.2.1. Operacionalización de Variables

Tabla 1. Matriz de operacionalización de las variables

Variable	Tipo de Variable	Operacionalización	Dimensiones	Indicadores
Tecnología LoRa en un Wearable con recolector de energía piezoeléctrico integrado	Variable independiente	Una forma de aprovechar la energía piezoeléctrica y la tecnología LoRa es aplicarlas a wearables que requieren una larga duración sin depender de fuentes de alimentación externas.	Usabilidad	Portabilidad Interactivo Autonomía
Monitoreo Móvil	Variable dependiente	Se refiere al rastreo activo y dinámico de eventos o variables importantes mediante el uso de dispositivos móviles. Estos dispositivos facilitan la transferencia de datos desde diferentes lugares, permitiendo una gestión efectiva y en tiempo real de situaciones, recursos y procesos.	Conectividad	Precisión geolocalización Indicador de intensidad de la señal recibida (RSSI) Disponibilidad de la información

IV. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

4.1. Tipo y diseño de Investigación

TIPO DE INVESTIGACIÓN: Investigación Aplicada

Según Delgado (2021), la investigación aplicada persigue dos finalidades principales: generar nuevo conocimiento y transferirlo a la realidad para su uso. Así, la investigación aplicada no solo aporta al progreso científico, sino también al desarrollo social y económico.

Basándonos en lo planteado por el autor, este estudio de investigación es de naturaleza aplicada, debido a que se desarrolló una solución concreta y práctica utilizando la tecnología LoRa en un Wearable con recolector de energía piezoeléctrico integrado, y luego se implementó y evaluó esta solución en un contexto real de monitoreo móvil. Al enfocar la aplicación directa de estas tecnologías en un entorno específico, se logró generar resultados y datos empíricos que respaldaron la eficacia y utilidad del enfoque. Esto fue crucial para validar la viabilidad de la solución y su impacto en el monitoreo de la movilidad de personas con Alzheimer.

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: Pre test – Post test

Según Álvarez (2021), un método para explorar las consecuencias de una intervención o tratamiento determinado es emplear el diseño de investigación pre test y post test, este diseño implica obtener datos antes y después de aplicar la intervención con la finalidad de evaluar y contrastar cualquier variación que se haya generado.

El diseño expuesto permitió comparar mediciones antes y después de la implementación para evaluar el impacto real de la intervención. Lo cual permitió medir con precisión la efectividad de la solución y atribuir cualquier mejora en el monitoreo directamente a la tecnología implementada.

NIVEL DE INVESTIGACIÓN: Descriptivo-Correlacional causal

El objetivo de una investigación de tipo descriptivo correlacional causal es describir las propiedades de las variables, examinar cómo se relacionan

entre sí y, en algunos casos, establecer si hay una conexión causal entre ellas. Este tipo de investigación es útil para descubrir patrones, reconocer tendencias y, en algunos escenarios, inferir posibles relaciones de causa y efecto (Ramos, 2020).

El nivel de investigación escogido, permitió realizar un análisis detallado de las variables involucradas en el estudio, explorar las relaciones entre ellas y establecer una conexión sólida de causa y efecto entre la implementación de la tecnología y la mejora en el monitoreo de la movilidad de personas con Alzheimer.

4.2. Método de Investigación

La metodología, según Reyes et al. (2022) consiste en recoger y analizar datos para resolver problemas de investigación y verificar hipótesis previas. Esta metodología se apoya en la cuantificación numérica, el conteo y el uso frecuente de estadística para establecer con exactitud tendencias de comportamiento en una población.

El enfoque metodológico empleado implicó la recopilación y el análisis de información con el propósito de abordar las interrogantes planteadas en la investigación y evaluar las hipótesis previamente establecidas. Esta metodología se basó en la utilización de mediciones numéricas, conteos y frecuentemente en la aplicación de métodos estadísticos con el fin de identificar de manera precisa los patrones de comportamiento dentro de una población determinada.

4.3. Población y muestra

Población

Según Robles (2019) se entiende como población al conjunto de individuos, elementos, objetos o eventos que comparten características específicas y que son relevantes para el enfoque de investigación en cuestión.

En concatenación con lo anterior, para el presente trabajo de investigación se identifica como población todos los pacientes con Alzheimer en el distrito de Bellavista.

Muestra

La muestra es una parte representativa de la población, una forma de obtener información sobre una población general es seleccionar una muestra que contenga una parte de los individuos que la conforman, de manera que refleje la diversidad y las características relevantes para la investigación, esta técnica se aplica cuando no es posible o práctico incluir a todos los miembros de la población en el estudio (Quispe, et al., 2020).

En ese sentido, se considera como muestra a 20 pacientes con Alzheimer en el distrito de Bellavista, ya que la población es inferior de 50.

Muestreo

Para realizar una investigación, no es necesario recoger los datos de toda la población, sino que se puede seleccionar una muestra que sea representativa de la misma. La muestra es un subconjunto de la población que se elige mediante un método de muestreo apropiado, que garantice que la muestra tenga las mismas características de la población de interés y facilite el estudio de manera más eficaz (Robles, 2019).

Para la presente investigación se escogió un tipo de muestreo por conveniencia, debido a su acceso rápido a la información, eficiencia en la obtención de datos y flexibilidad en el tamaño de la muestra.

4.4. Lugar de estudio y periodo desarrollado

Distrito de Bellavista en la provincia constitucional del Callao.

4.5. Técnicas e Instrumentos para la recolección de la información

4.5.1. Técnicas

La recopilación de datos y la obtención de información requieren el uso de métodos y enfoques específicos, llamados técnicas de investigación. Estas técnicas pueden clasificarse en cualitativas o cuantitativas, y abarcan desde la realización de encuestas y entrevistas hasta la aplicación de observaciones y análisis de contenido. La elección de las técnicas adecuadas depende del tipo de investigación y los propósitos del estudio (Cisneros, et al., 2022).

4.5.1.1. Encuesta

Para el presente estudio de investigación se usó la encuesta, según Feria et al. (2020) las encuestas son un método para indagar las propiedades de un conjunto de individuos, el propósito de una encuesta es obtener información de tipo cualitativo y/o cuantitativo de una muestra estadística.

4.5.2. Instrumentación

Para recoger datos, se emplean los instrumentos de investigación, que son las herramientas concretas que se adaptan a las técnicas elegidas. Los instrumentos deben estar diseñados para obtener respuestas fiables y coherentes de los participantes y deben corresponderse con los propósitos de la investigación.(Granados, 2020).

Para esta presente investigación, el instrumento que se utilizará será el cuestionario.

4.5.3. Validez

El objetivo de un método de investigación es dar respuesta a las cuestiones que se plantean. Para ello, es necesario que el método sea válido, es decir, que proporcione resultados coherentes en distintas situaciones. La validez no depende tanto de los datos en sí, sino de las formas de obtenerlos y analizarlos, es decir, de que las respuestas no estén sesgadas por las circunstancias específicas de la investigación (López, et al., 2019).

Según el autor, un instrumento válido para nuestra investigación debe reflejar las variables de la matriz de Operacionalización y ser sometido al juicio de expertos.

Tabla 2. Validación del instrumento de recolección de datos por juicio de expertos

Experto	Apellidos y nombres	Grado académico	Resultado
---------	---------------------	-----------------	-----------

			Doctor	
Experto 01	Cuzcano Rivas, Abilio Bernardo	Metodólogo		Aplicable
Experto 02	Salazar Llerena, Silvia Liliana	a		Aplicable
Experto 03	Tejada Cabanillas, Adán Almircar	Metodólogo		Aplicable
			o	

4.5.5. Confiabilidad

Según Rodríguez et al. (2020) es considerar su grado de consistencia, precisión y ausencia de errores al medir una determinada característica de interés. Es decir, la confiabilidad de un instrumento indica la probabilidad de obtener errores en un proceso específico, sobre todo cuando se trata de medir e investigar mediante instrumentos o procedimientos.

En la misma línea de investigación, para el estudio de investigación titulada: “APLICACIÓN DE LA TECNOLOGÍA LORA EN UN WEREABLE CON RECOLECTOR DE ENERGÍA PIEZOELÉCTRICO INTEGRADO PARA MEJORAR EL MONITOREO DE LA MOVILIDAD DE LAS PERSONAS CON ALZHEIMER, BELLAVISTA, CALLAO 2023” fueron utilizados instrumentos que previamente se validaron mediante el análisis estadístico conocido como alfa de Cronbach, cuyos resultados se detallan a continuación.

Tabla 3. Estadísticos de fiabilidad del instrumento

Variable	Alfa de Cronbach	Nº de Elementos
Tecnología LoRa en un Wearable con recolector de energía piezoeléctrico integrado	,807	15
Monitoreo Móvil	,919	15

La prueba estadística revela que el cuestionario de la variable “tecnología LoRa en un Wearable con recolector de energía piezoeléctrico integrado”

obtuvo un coeficiente de confiabilidad de 0.807, mientras que el cuestionario de la variable “Monitoreo móvil” alcanzó un coeficiente de 0.919. Estos resultados sugieren que ambos cuestionarios son altamente confiables.

4.6. Análisis y procesamiento de datos

4.6.1. Método de Análisis de Datos

Según Borjas (2020), el análisis de datos consiste en las acciones que el investigador realiza sobre los datos para alcanzar los fines de la investigación. Estas acciones no se pueden determinar de manera rígida desde el inicio. Al obtener los datos y efectuar algunos análisis iniciales, pueden aparecer problemas y obstáculos que modifican la planificación original del análisis de los datos. Sin embargo, es importante planificar los aspectos centrales del plan de análisis en función de la verificación de cada una de las hipótesis formuladas, ya que estas definiciones también afectarán a la etapa de obtención de datos.

Para analizar las estadísticas, se aplicaron dos tipos de técnicas en este estudio: el análisis descriptivo y el análisis inferencial. El análisis descriptivo consiste en presentar los datos mediante gráficos y tablas ordenadas que facilitan una visión general y permiten hacer estimaciones. El análisis inferencial, por su parte, sirve para estimar parámetros y contrastar hipótesis. En esta investigación, se empleó la prueba T-student para evaluar como la aplicación de la tecnología LoRa en un Wearable con recolector de energía piezoeléctrico integrado podría mejorar el monitoreo de la movilidad de las personas con Alzheimer, Bellavista Callao 2023. Además, se recurrió al software SPSS para el procesamiento de la información.

4.7. Aspectos éticos

El actual estudio de investigación titulado: “APLICACIÓN DE LA TECNOLOGÍA LORA EN UN WEREABLE CON RECOLECTOR DE ENERGÍA PIEZOELÉCTRICO INTEGRADO PARA MEJORAR EL MONITOREO DE LA MOVILIDAD DE LAS PERSONAS CON

ALZHEIMER, BELLAVISTA, CALLAO 2023” presento las siguientes consideraciones.

Académico: La información recogida se utilizó específicamente con fines académicos.

Objetivo: La información de este estudio fueron evaluados de manera objetiva y neutral, siguiendo criterios técnicos.

Confiable: Debido a que la información proporcionada posee derechos de propiedad intelectual.

Veracidad: Dado que los resultados obtenidos permanecerán inalterados y libres de manipulación.

Originalidad: De acuerdo con las Normativas de la Universidad Nacional del Callao, es necesario citar las fuentes bibliográficas para evitar el plagio.

V. RESULTADOS

5.1. Resultados descriptivos

Tabla 4. Descriptivos de la Precisión de Geolocalización - Pre Test vs Post Test

Estadísticos Descriptivos	Precisión (%) - Pre Test	Precisión (%) - Post Test
Media	92.32	97.44
Mediana	92.29	97.57
Desviación Estándar	1.04	1.20
Mínimo	90.29	95.44
Máximo	93.83	99.86

Se observa que antes de la implementación, en promedio existió una precisión de 92.32% y luego de la implementación aumentó a 97.44%, observándose descriptivamente que la implementación de la tecnología LoRa en un Wearable con recolector de energía piezoeléctrico permitió mejorar la precisión de la geolocalización al monitorear la movilidad de las personas con Alzheimer. Además, esto también se pudo observar al comparar los gráficos de cajas (Figura 6) donde se evidencia que la caja del pre test se encuentra por debajo del post test mostrando un aumento significativo tras la implementación.

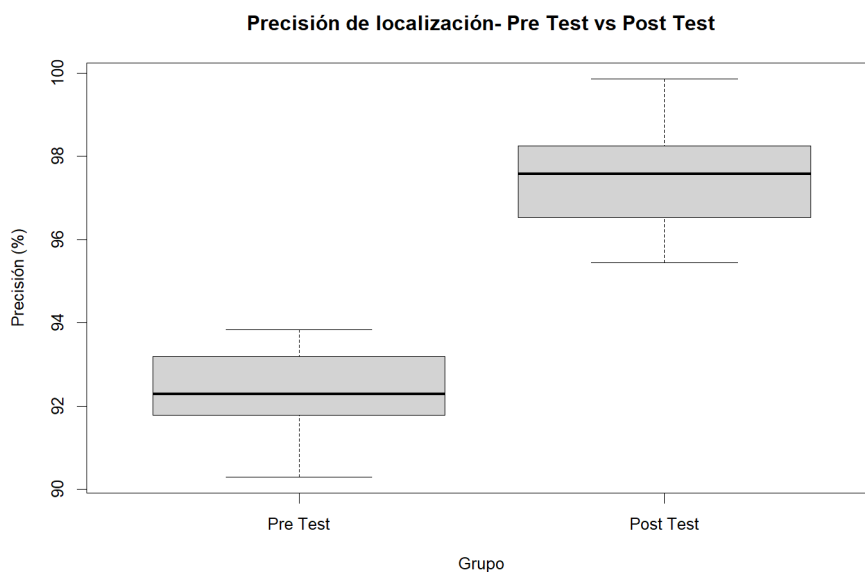


Figura 6. Comparación de los Gráficos de Cajas por Grupos – Precisión

Fuente: (Elaboración propia)

Tabla 5. Descriptivos del Indicador de intensidad de la señal recibida (RSSI) - Pre Test vs Post Test

Estadísticos Descriptivos	RSSI (db) - Pre Test	RSSI (db) - Post Test
Media	-75.46	-38.23
Mediana	-75.37	-37.45
Desviación Estándar	3.09	3.55
Mínimo	-82.7	-44.33
Máximo	-71.52	-33.79

Se observa que antes de la implementación, en promedio existió una medición de señal recibida de -75.46 db y luego de la implementación fue de -38.23 db, observándose descriptivamente que la implementación de la tecnología LoRa en un Wearable con recolector de energía piezoeléctrico permitió mejorar la intensidad de la señal recibida al monitorear la movilidad de las personas con alzhéimer. Además, esto también se pudo observar al comparar los gráficos de cajas (Figura 7) donde se evidencia que la caja del pre test se encuentra por debajo del post test mostrando un aumento significativo tras la implementación.

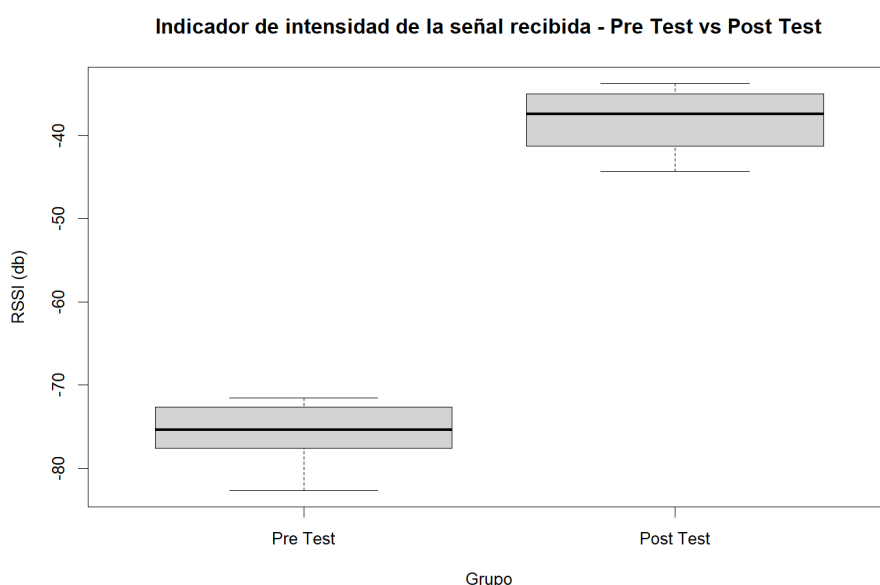


Figura 7. Comparación de los Gráficos de Cajas por Grupos – RSSI

Fuente: (Elaboración propia)

Tabla 6. Descriptivos de la Disponibilidad de la información- Pre Test vs Post Test

Estadísticos Descriptivos	Tiempo(ms) - Pre Test	Tiempo (ms) - Post Test
Media	191.19	132.26
Mediana	191.94	136.18
Desviación Estándar	9.06	9.20
Mínimo	173.25	113.25
Máximo	210.76	142.68

Se observa que antes de la implementación, en promedio existió una medición del tiempo de la disponibilidad de la información de 191.19 ms y luego de la implementación fue de 132.26 ms, observándose descriptivamente que la implementación de la tecnología LoRa en un Wearable con recolector de energía piezoeléctrico permitió mejorar el tiempo de disponibilidad de la información al monitorear la movilidad de las personas con Alzheimer, reduciendo el tiempo de respuesta. Además, esto también se pudo observar al comparar los gráficos de cajas (Figura 8) donde se evidencia que la caja del pre test se encuentra por encima del post test mostrando una reducción significativa tras la implementación.

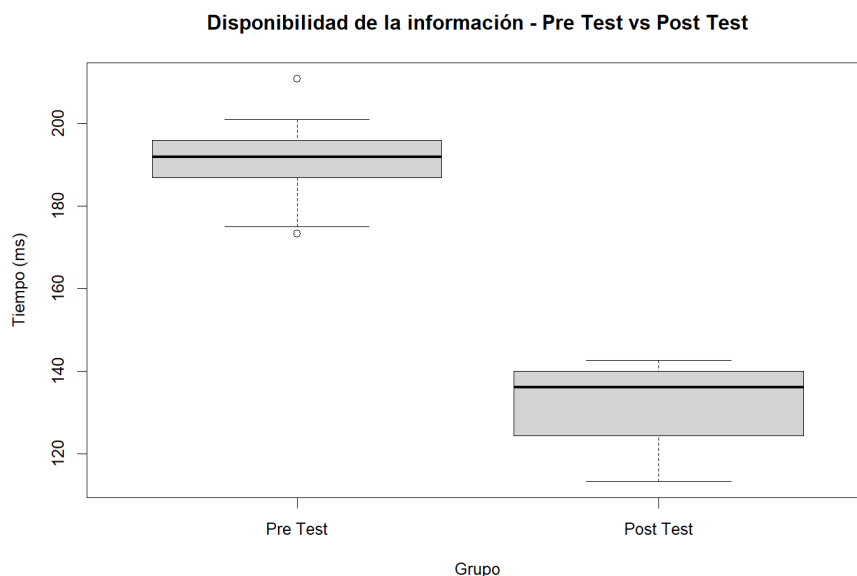


Figura 8. Comparación de los Gráficos de Cajas por Grupos – Disponibilidad de la información

Fuente: (Elaboración propia)

5.2. Resultados inferenciales

Tabla 7. Prueba de Normalidad de Shapiro Wilks

Variable	Estadístico	Sig.
Precisión de Geolocalización - Diferencia entre el Pre Test y Post Test	0.953	0.416
RSSI - Diferencia entre el Pre Test y Post Test	0.949	0.357
Disponibilidad de la información - Diferencia entre el Pre Test y Post Test	0.972	0.799

Tras la realización de la prueba de normalidad se observó que las diferencias entre el pre test y post test del *Precisión de Geolocalización*, *RSSI* y *Disponibilidad de la información* presentaron significancias superiores de 0.05, por lo que se concluye que presentaron distribución normal.

Tabla 8. Prueba de Homogeneidad de Bartlett

Variable	Estadístico	Sig.
Precisión de Geolocalización Pre Test vs Post Test	0.19565	0.6583
RSSI Pre Test vs Post Test	0.037075	0.8473
Disponibilidad de la información Pre-Test vs Post Test	2.2051	0.1376

Se observa que en todos los casos la significancia resultó mayor de 0.05, concluyéndose que las varianzas de los grupos pre test y post test en la *Precisión de Geolocalización*, *RSSI* y *Disponibilidad de la información* fueron homogéneos (varianzas iguales).

A partir de estos resultados, se utilizó la prueba T de Student para muestras relacionadas para verificar las hipótesis de investigación, las cuales serán explicados a continuación:

Hipótesis General

H₁: Aplicar la tecnología LoRa en un Wearable con recolector de energía piezoeléctrico integrado mejora el monitoreo de la movilidad de las personas con Alzheimer, Bellavista, Callao 2023.

H₀: Aplicar la tecnología LoRa en un Wearable con recolector de energía piezoeléctrico integrado no mejora el monitoreo de la movilidad de las personas con Alzheimer, Bellavista, Callao 2023.

Para la verificación de la hipótesis general, se evidenció el cumplimiento de las hipótesis específicas que se presentan a continuación.

Hipótesis Específica 1

H₁: Aplicar la tecnología LoRa en un Wearable con recolector de energía piezoeléctrico mejora la precisión de geolocalización de la persona, Bellavista, Callao 2023.

H₀: Aplicar la tecnología LoRa en un Wearable con recolector de energía piezoeléctrico no mejora la precisión de geolocalización de la persona, Bellavista, Callao 2023.

Tabla 9. Prueba T de Student para Muestras Relacionadas. Precisión de Geolocalización - Pre vs Post

Media de la diferencia	Intervalo (95%)		t	Sig.
	Inferior	Superior		
-5.122	-5.902	-4.342	-13.745	0.00

Los resultados en la tabla 8 muestran que la hipótesis nula fue rechazada debido a que la significancia (sig. = 0.00) resultó menor que 0.05. Estos resultados demuestran que la implementación de la tecnología LoRa en un Wearable con recolector de energía piezoeléctrico tuvo un impacto significativo en la mejora de la precisión de geolocalización de la movilidad de las personas con Alzheimer. En específico, se observó que la media de la precisión después de la implementación (97.44%), fue superior en comparación con la media de la precisión previo a la implementación (92.32%) evidenciando una mejora significativa en la precisión de la geolocalización. Por lo tanto, aplicar la

tecnología LoRa en un Wereable con recolector de energía piezoeléctrico mejora la precisión de geolocalización de la persona, Bellavista, Callao 2023.

Hipótesis Específica 2

H₁: Aplicar la tecnología LoRa en un Wereable con recolector de energía piezoeléctrico mejora el indicador de intensidad de la señal recibida de las personas con Alzheimer, Bellavista, Callao 2023.

H₀: Aplicar la tecnología LoRa en un Wereable con recolector de energía piezoeléctrico no mejora el indicador de intensidad de la señal recibida de las personas con Alzheimer, Bellavista, Callao 2023.

Tabla 10. Prueba T de Student para Muestras Relacionadas. RSSI - Pre vs Post

Media de la diferencia	Intervalo (95%)		t	Sig.
	Inferior	Superior		
-37.235	-39.476	-34.995	-34.783	0.00

Los resultados en la tabla 9 muestran que la hipótesis nula fue rechazada debido a que la significancia (sig. = 0.00) resultó menor que 0.05. Estos resultados demuestran que la implementación de la tecnología LoRa en un Wearable con recolector de energía piezoeléctrico tuvo un impacto significativo en la mejora del indicador de intensidad de la señal de la movilidad de las personas con Alzheimer. En específico, se observó que la media de la precisión después de la implementación (-38.23 db), fue superior en comparación con la media de la precisión previo a la implementación (-75.46 db) evidenciando una mejora significativa en la intensidad de la señal recibida. Por lo tanto, aplicar la tecnología LoRa en un Wereable con recolector de energía piezoeléctrico mejora el indicador de intensidad de la señal recibida de las personas con Alzheimer, Bellavista, Callao 2023.

Hipótesis Específica 3

H₁: Aplicar la tecnología LoRa en un Wearable con recolector de energía piezoeléctrico mejora la disponibilidad de la información de las personas con Alzheimer, Bellavista, Callao 2023.

H₀: Aplicar la tecnología LoRa en un Wearable con recolector de energía piezoeléctrico no mejora la disponibilidad de la información de las personas con Alzheimer, Bellavista, Callao 2023.

Tabla 11. Prueba T de Student para Muestras Relacionadas. Disponibilidad de la Información - Pre vs Post

Media de la diferencia	Intervalo (95%)		t	Sig.
	Inferior	Superior		
58.932	51.876	65.988	17.48	0.00

Los resultados en la tabla 10 muestran que la hipótesis nula fue rechazada debido a que la significancia (sig. = 0.00) resultó menor que 0.05. Estos resultados demuestran que la implementación de la tecnología LoRa en un Wearable con recolector de energía piezoeléctrico tuvo un impacto significativo en la mejora de la disponibilidad de la información de la movilidad de las personas con Alzheimer. En específico, se observó que la media de disponibilidad después de la implementación (132.26 ms), fue inferior en comparación con la media de la disponibilidad previo a la implementación (191.19 ms) evidenciando una mejora significativa en el tiempo de respuesta para disponer de la información. Por lo tanto, aplicar la tecnología LoRa en un Wearable con recolector de energía piezoeléctrico mejora la disponibilidad de la información de las personas con Alzheimer, Bellavista, Callao 2023.

VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1. Contrastación y demostración de las hipótesis con los resultados

Tras el análisis de los datos, se logró demostrar que la tecnología LoRa en un Wearable con recolector de energía piezoeléctrico integrado influye en el monitoreo de la movilidad de las personas con Alzheimer, Bellavista, Callao 2023. Esto se evidenció a partir de la validación de las hipótesis específicas, donde se evaluaron tres puntos importantes.

Con respecto a la primera hipótesis específica, se evidenció un impacto significativo ($t=-13.745$, $\text{sig.}<0.05$) de la implementación de la tecnología LoRa en un Wearable con recolector de energía piezoeléctrico. Específicamente, se observó un aumento significativo en la precisión de geolocalización de la movilidad de personas con Alzheimer. Antes de la implementación, la precisión media ascendía a 92.32%, mientras que después de la implementación, esta cifra aumentó a 97.44%. Este hallazgo respaldó la eficacia de la tecnología LoRa en un Wearable con recolector de energía piezoeléctrico en mejorar la precisión.

En relación a la segunda hipótesis específica, se constató un impacto significativo ($t=-34.783$, $\text{sig.}<0.05$) de la implementación de la tecnología LoRa en un Wearable con recolector de energía piezoeléctrico. Los resultados demostraron que antes de la implementación, la intensidad promedio de la señal de conectividad era de -75.46 db, mientras que después de la implementación, esta cifra aumentó a un promedio de -38.23 db. Estos hallazgos respaldan la efectividad de la tecnología LoRa en un Wearable con recolector de energía piezoeléctrico.

Por último, con respecto a la tercera hipótesis específica se pudo comprobar que la implementación de la tecnología LoRa en un Wearable con recolector de energía piezoeléctrico. Este impacto fue significativo ($t=17.48$, $\text{sig.}<0.05$), lo que indica que la implementación contribuyó a mejorar la eficiencia en la disponibilidad de la información. Los resultados muestran que antes de la implementación, la medida de tiempo de disponibilidad de información fue de 191.19 ms, mientras que después de la implementación esta medida disminuyó a 132.26 ms. Esta reducción en el tiempo para acceder a la información

requerida ayudó a optimizar el monitoreo de las personas con problemas de Alzheimer, logrando una mayor eficiencia.

6.2. Contrastación de los resultados con otros estudios similares

El análisis de los resultados ha permitido establecer con claridad que la implementación de la tecnología LoRa en un Wearable con recolector de energía piezoeléctrico integrado desempeña un papel crucial en la supervisión de la movilidad de las personas que padecen Alzheimer en Bellavista, Callao en el año 2023. Estos hallazgos se fundamentaron en la validación de las hipótesis específicas que se propusieron, las cuales abordaron aspectos clave de este estudio. Este resultado tiene congruencia con la investigación de Guillen (2019) quien se centró en la utilización de tecnologías avanzadas para mejorar el seguimiento y la atención a personas con Alzheimer. Mientras que la investigación de Guillen (2019) utilizó tecnología bluetooth y dispositivos móviles para seguimiento en interiores, el presente trabajo se enfocó en el uso de la tecnología LoRa y recolectores de energía piezoeléctrica para la mejora de la precisión en la geolocalización. Se coincidió en la necesidad de obtener datos precisos y relevantes durante los momentos de movimiento de los pacientes, destacando la importancia de capturar información valiosa en el contexto de la movilidad.

También se encontró congruencia con el estudio de Chuchon et al. (2019). Tanto este estudio como el del autor antes mencionado se centraron en la utilización de tecnologías avanzadas, como la localización GPS y la tecnología LoRa, para abordar los desafíos relacionados con el Alzheimer y la seguridad de los adultos mayores afectados. Aunque se centran en distintos aspectos, ambos estudios destacan la importancia de la tecnología como una herramienta valiosa para mejorar la calidad de vida de los pacientes y sus cuidadores.

El antecedente proporcionado por Lema (2021) también reveló. Tanto este estudio como el mencionado anteriormente se enfocan en la utilización de tecnologías innovadoras, como la tecnología LoRa y dispositivos implantados en prendas de vestir, para abordar los desafíos asociados con la seguridad y el seguimiento de adultos mayores. Aunque los enfoques son distintos, ambos estudios subrayan la importancia de la tecnología como una herramienta efectiva

para mejorar la calidad de vida de los pacientes y proporcionar una mayor tranquilidad a los cuidadores.

La recomendación de Lema (2021) de evaluar las políticas de seguridad y privacidad es crucial, ya que garantizar la integridad y privacidad de los datos de los adultos mayores es una consideración fundamental en cualquier solución tecnológica. Esto también se aplica al presente estudio, ya que la implementación de tecnología avanzada como LoRa en dispositivos portátiles plantea interrogantes sobre la seguridad de los datos recopilados y transmitidos.

Por otro lado, Martínez et al. (2022) también recomendó establecer una red de apoyo entre personas que sufren la enfermedad y sus cuidadores es valiosa. Esta sugerencia puede aplicarse al presente estudio, ya que la implementación de tecnología avanzada como LoRa y dispositivos portátiles puede abrir oportunidades para la creación de comunidades y redes de apoyo que compartan experiencias y desafíos, lo que podría mejorar la atención y el cuidado en general.

En conjunto, estos resultados confirman el valor y el impacto potencial de la tecnología en la atención y el seguimiento de las personas con Alzheimer. Estos hallazgos no solo respaldan los objetivos de este estudio, sino que también fomentan futuras investigaciones y desarrollos en el campo de la tecnología aplicada a la atención de la salud y el bienestar de personas con condiciones neurodegenerativas. La incorporación de medidas de seguridad y privacidad sólidas se vuelve aún más importante a medida que la tecnología continúa desempeñando un papel esencial en la atención a los adultos mayores.

6.3. Responsabilidad ética de acuerdo con los reglamentos vigentes

Dentro de este estudio titulado "APLICACIÓN DE LA TECNOLOGÍA LORA EN UN WEREABLE CON RECOLECTOR DE ENERGÍA PIEZOELÉCTRICO INTEGRADO PARA MEJORAR EL MONITOREO DE LA MOVILIDAD DE LAS PERSONAS CON ALZHEIMER, BELLAVISTA, CALLAO 2023", los autores se hacen responsables de la información presentada en el documento, en cumplimiento con las normas establecidas por la Universidad Nacional del Callao.

VII. CONCLUSIONES

Primero: los resultados específicos combinados subrayan el impacto positivo y tangible de la tecnología LoRa en conjunto con el recolector de energía piezoeléctrico en la mejora del monitoreo de la movilidad de las personas con Alzheimer. La asociación consistente entre la hipótesis general y los resultados específicos respalda la eficacia de esta combinación tecnológica para abordar los desafíos asociados con la geolocalización y el seguimiento en poblaciones afectadas por Alzheimer. Por tanto, se puede concluir que la implementación de esta tecnología en Wearables ha logrado un avance significativo en el monitoreo de la movilidad de las personas con Alzheimer en Bellavista, Callao durante el año 2023.

Segundo: Los resultados obtenidos respaldaron de manera concluyente la afirmación de que la implementación de la tecnología LoRa en un Wearable con recolector de energía piezoeléctrico ha tenido un impacto altamente significativo ($t=-13.745$, $\text{sig.}<0.05$) en la mejora de la precisión de la geolocalización de individuos con Alzheimer. Este estudio reveló que la precisión promedio de la geolocalización experimentó una mejora sustancial después de la implementación de la tecnología, alcanzando un 97.44%, en comparación con el nivel previo de 92.32%. Estos resultados validan de manera concluyente la eficacia de la tecnología LoRa en combinación con un recolector de energía piezoeléctrico para mejorar la precisión en la geolocalización de individuos, lo que tiene importantes implicaciones para el seguimiento y el cuidado de personas con Alzheimer.

Tercero: También, se demostró que la incorporación de la tecnología LoRa en un Wearable equipado con un recolector de energía piezoeléctrico tuvo un impacto significativo ($t=-34.995$, $\text{sig.}<0.05$) en la mejora del indicador de intensidad de la señal en la movilidad de individuos afectados por Alzheimer. Los resultados evidenciaron con claridad que la implementación de esta tecnología ha conducido a una mejora significativa en la intensidad promedio de la señal recibida, observándose un aumento desde -75.46 db (antes de la implementación) hasta -38.23 db (después de la implementación). Este cambio positivo y sustancial en el indicador de intensidad de la señal subraya la eficacia

de la tecnología LoRa en conjunto con el recolector de energía piezoeléctrico para potenciar la calidad de la señal en la movilidad de personas con Alzheimer.

Cuarto: Por último, se encontró que la introducción de la tecnología LoRa en un Wearable con un recolector de energía piezoeléctrico tuvo un impacto altamente significativo ($t=17.48$, $\text{sig.}<0.05$) en la mejora de la disponibilidad de la información relacionada con la movilidad de individuos con Alzheimer. Específicamente, se observó que la media de disponibilidad después de la implementación (132.26 ms) es notablemente menor en comparación con la media previa a la implementación (191.19 ms), lo que refleja una mejora significativa en el tiempo de respuesta necesario para acceder a la información. Esta disminución en el tiempo de respuesta subraya la efectividad de la tecnología LoRa junto con el recolector de energía piezoeléctrico para acelerar la disponibilidad de datos relacionados con la movilidad de personas con Alzheimer.

VIII. RECOMENDACIONES

Primero: Basándonos en los resultados altamente positivos obtenidos en los tres aspectos clave evaluados, se recomienda la expansión y profundización de la implementación de la tecnología LoRa en Wearables con recolectores de energía piezoeléctrica para el monitoreo de personas con Alzheimer. Además, se anima a explorar colaboraciones con profesionales médicos y otros expertos en el campo de la atención a pacientes con Alzheimer para garantizar que esta tecnología se ajuste de manera óptima a las necesidades y condiciones específicas de los pacientes. El continuo desarrollo y refinamiento de esta tecnología podría tener un impacto significativo en la calidad de vida y el cuidado de las personas con Alzheimer, tanto en Bellavista, Callao como en otros lugares.

Segundo: La mejora significativa en la precisión de la geolocalización de personas con Alzheimer gracias a la implementación de la tecnología LoRa en un Wearable con recolector de energía piezoeléctrico destaca la viabilidad de esta combinación tecnológica para abordar los desafíos de monitoreo en esta población. Se recomienda continuar investigando y refinando esta tecnología para lograr una precisión aún mayor y su posible aplicación en otros contextos de atención médica y seguimiento.

Tercero: La mejora en el indicador de intensidad de la señal recibida gracias a la tecnología LoRa y al recolector de energía piezoeléctrico ofrece una solución valiosa para mejorar la calidad y confiabilidad de la comunicación en el monitoreo de personas con Alzheimer. Se sugiere investigar formas de optimizar aún más la intensidad de la señal, explorando diferentes configuraciones y métodos de implementación para maximizar su eficacia en distintos entornos y escenarios.

Cuarto: La reducción significativa en el tiempo de respuesta para disponer de información gracias a la tecnología LoRa y al recolector de energía piezoeléctrico es un avance crucial en el monitoreo de la movilidad de personas con Alzheimer. Como recomendación, se sugiere continuar investigando en estrategias de optimización para minimizar aún más este tiempo de respuesta y considerar posibles aplicaciones más allá de la movilidad, como la monitorización de otros aspectos relevantes para la atención y el bienestar de los individuos.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acosta Fernández, Luis Enrique and Rodríguez Angeles, Edson Edu. 2022. *Plan de mantenimiento predictivo en el AMT CHN021 Industrial - Chimbote, para mejorar la sostenibilidad en el servicio.* [Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo], Trujillo : Repositorio de la universidad Cesar Vallejo, 2022.

Acosta, Jorge, León, Andrés and Sanafria, Widman. 2022. *Mobile applications and their impact on society.* s.l. : Universidad y Sociedad, 2022. Vol. 14. 2.

Alam, Nur, et al. 2021. *Monitoreo y control inteligente de dispositivos que utilizan el sistema IoT basado en LoRa.* s.l. : Designs, 2021. Vol. 5.

Alamgir, Hossain, Mamun, Abdulla and Xhandra, Adhir. 2022. *Energy Harvesting from Close Type Footwear: A.* s.l. : Textile & Leather Review, 2022. pp. 252-267. Vol. 5.

Alarcon, Adriana, et al. 2019. *Dinámica mitocondrial en las enfermedades.* s.l. : Gaceta médica de México, 2019. Vol. 155. 3.

Allen, Rhiannon, et al. 2021. *Factibilidad de una aplicación móvil para el monitoreo de contactos de tuberculosis multidrogorresistente en Perú.* s.l. : Rev. Perú. med. exp. salud pública, 2021. Vol. 38. 2.

Alvarado, Marco and Caiza, Luis. 2021. *Diseño e implementación de un prototipo wearable para la alerta y control de estrés mediante monitoreo de parámetros fisiológicos empleando tecnologías de bajo costo.* [Tesis de pregrado, Universidad de Guayaquil], s.l. : Repositorio Institucional de la Universidad de Guayaquil, 2021.

Alvarez, Aldo. 2021. *Clasificación de las Investigaciones.* 2021.

Asano, Shigeru, et al. 2020. *Energy harvester for safety shoes using parallel piezoelectric links.* s.l. : Sensors and actuators a: physical, 2020. Vol. 309.

Asencio Altamirano, Jesus Giancarlo. 2020. *Mantenimiento predictivo mediante análisis termográfico para incrementar la disponibilidad operacional en equipos eléctricos de centrifugas en ingenio azucarero.* [Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo], Trujillo : 2020.

Bances Vidaurre, Hugo Ramiro. 2020. *Mantenimiento predictivo mediante la técnica de termografía para optimizar el funcionamiento del sistema eléctrico Tierras Nuevas en empresa Coelvisac.* [Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo], Chiclayo : Repositorio de la Universidad Cesar Vallejo, 2020.

Bayat, Sayeh and Mihailidis, Alex. 2021. *Outdoor life in dementia: How predictable are people with dementia in their mobility?* 2021. Vol. 13.

Bernal Caro, Luis David. 2021. *Optimización del plan de mantenimiento preventivo de la empresa de Fosfatos de Boyacá SA.* [Tesis de pregrado, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia], Colombia : Repositorio de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, 2021.

Borjas, Jorge. 2020. *Validez y confiabilidad en la recolección y análisis de datos bajo un enfoque cualitativo.* s.l. : Trascender, contabilidad y gestión, 2020. Vol. 5.

Cabrera Flores, Gilbert Ivan. 2019. *Mantenimiento predictivo con aplicación de un Sistema Termografico para optimizar los indicadores de calidad de suministro en los alimentadores de Media Tension Trujillo Nor Oeste.* [Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo], Lima : 2019.

Campos, Jorge Luis and Hernández Celis, Carlos Daniel. 2021. *Análisis de indicadores técnicos para mejorar la calidad del servicio eléctrico del alimentador JAE 202-Jaén-Cajamarca.* [Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo], Trujillo : 2021.

Carrion, Rubén, et al. 2022. *Thermographic analysis by design of experiments (DOE) of a fault-induced spark-ignition engine.* s.l. : Inf. tecnol., 2022. Vol. 33.

Carrión, Rubén, et al. 2022. *Thermographic analysis by design of experiments (DOE) of a fault-induced spark-ignition engine.* s.l. : Inf. tecnol., 2022. Vol. 33.

Carvalho Cumpa, Ruben Iván y Nieto Narciso, Ernesto Ronald. 2020. *Termografía infrarroja como herramienta para el mantenimiento predictivo de tableros eléctricos en la empresa AEI Engineers S.A.C.* [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte], s.l. : 2020.

Castaing Duron, Juan Diego. 2019. *Mejora de la disponibilidad operacional de los equipos de protección de la red de transporte, mediante la implementación de un RCM.* [Tesis de pregrado, Universidad Tecnológico de Costa Rica], Costa Rica : 2019.

Castillo, Robinson and Espitia, Jeniffer. 2020. *Characterization of risk zones by low flow river rises, for the implementation of an early warning system (SAT) with LoRa and LoRaWAN technology.* s.l. : Inf. Tecnol., 2020. Vol. 31. 2.

Choque, Diana and Huanca, Joel. *Sistema de geolocalización con alarma y monitoreo basado en IOT para personas con Alzheimer.* s.l. : Journal Boliviano de Ciencias. Vol. 18.

Chuchon, Andrea and Quispealaya, Ernesto. 2019. *Uso de la pulsera de localización GPS para contrarrestar la desaparición de adultos mayores con*

Alzheimer en la ciudad de Huancayo, 2019. [Tesis de pregrado Universidad Continental], Huancayo : Repositorio de la Universidad Continental, 2019.

Cisneros, Alicia, et al. 2022. *Técnicas e instrumentos para la recolección de datos que apoyan a la investigación científica en tiempo de Pandemia.* s.l. : Revista Científica Dominio de las Ciencias, 2022. pp. 1165-1185. Vol. 8.

Cuisano, Julio, Chirinos, Luis and Barrantes, Enrique. 2020. *Energy efficiency in electrical systems of micro, small and medium size enterprises of the food sector. Simulation to optimize electric energy consumption costs.* s.l. : Inf. tecnol., 2020. Vol. 31.

Cullen, Anisha, y otros. 2022. *Wearable and portable GPS solutions for monitoring mobility in dementia: A systematic review.* s.l. : Sensors, 2022.

Cuya, Victor and Jorge, Katherine. 2021. *Solución tecnológica para optimizar el proceso de monitoreo de la enfermedad Alzheimer, en Lima metropolitana, utilizando internet de las cosas.* [Tesis de pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas], Lima : 2021.

Delgado, José. 2021. *La investigación científica: su importancia en la formación de investigadores.* 2021. págs. 2385-2386. Vol. 5.

Denega, Savanna, et al. 2021. *Ambient Intelligence Based on IoT for Assisting People with Alzheimer's Disease Through Context Histories.* 2021. Vol. 10.

Díaz, Armando, et al. 2021. *Formulating a new concept of operational reliability.* s.l. : Ingeniare. Rev. chil. ing., 2021. Vol. 29. 1.

Edward, Phoebe, et al. 2019. *Enhancing the capture capabilities of LoRa receivers.* s.l. : SmartNets, 2019.

Feal, Nivys, Gonzáles, Erenio and Santos, Ronaldo. 2022. *Procedimiento para la evaluación y mejora de la confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad en la industria química Cubana.* s.l. : Centro Azúcar, 2022. Vol. 49.

Feria, Hernán, Matilla, Margarita y Mantecón, Silverio. 2020. *La entrevista y la encuesta: ¿Métodos o técnicas de indagación empírica?* s.l. : Didasc@lia: Didáctica y educación, 2020. págs. 62-79. Vol. 11. ISSN 2224-2643.

Fernández, Víctor. 2020. *Tipos de justificación en la investigación científica.* 2020. págs. 65-76. Vol. 4.

Ferreira, Vagner, y otros. 2019. *Perspectivas para obtener imágenes del almacenamiento de agua terrestre en América del Sur utilizando observaciones GPS diarias.* s.l. : Remote Sensing, 2019. Vol. 11.

García, Moisés, y otros. 2019. *Aplicación móvil para la captura de datos de inventario en plantaciones de eucalipto.* s.l.: Ecosistemas y recur. agropecuarios, 2019. Vol. 6. 16.

García, Pedro, et al. 2021. *Drones para inspecciones termográficas y topografía en pantas fotovoltaicas.* [Tesis de pregrado, universidad de Murcia], s.l. : 2021.

Gómez, Ester y Williamson, Guillermo. 2019. *Autonomía y TIC en el aprendizaje de jóvenes y adultos. Pedagogía socio-crítica a través de talleres de scratch.* s.l. : Prax. educ., 2019. Vol. 22. 3.

Granados, Rolando. 2020. *Revisión teórica de herramientas metodológicas aplicadas en la investigación criminológica.* s.l. : Revista de Derecho y Cambio Social, 2020. págs. 501-511.

Grosvenor, Wendy, Gallagher, Ann and Banerjee, Sube. 2021. *Reframing dementia: Nursing students' relational learning with rather than about people with dementia. A constructivist grounded theory study.* s.l. : Geriatr Psychiatry, 2021. pp. 558-565. Vol. 36.

Guicharrouse, Pablo. 2021. *Las redes eléctricas del futuro.* s.l. : Ingeniare. Rev. chil. ing., 2021. Vol. 29.

Guillen, Santiago. 2019. *Diseño e implementación de una aplicación móvil para ayudar a personas con alzheimer Universidad Tecnológica del Perú.* [Tesis de pregrado, Universidad Tecnológica del Perú], Lima : 2019.

Hernández, Juan and Sosa, Eliani. 2022. *Análisis del desempeño energético en una refinería de azúcar crudo.* s.l. : Tecnología Química, 2022. pp. 590-606. Vol. 42.

Huyen, Thanh, Danh, Thanh and Thanh, Toan. 2023. *Un transductor de mosaico piezoeléctrico de alta confiabilidad para convertir la vibración del puente en energía eléctrica para el transporte inteligente.* s.l. : Micromachines, 2023. Vol. 14.

Jara, Fabiola and Luyo, Jaime. 2021. *Impact of the interconnection of cross-border electricity markets in the expansion of the generation parks of Peru and Ecuador.* Tecnia vol. s.l. : Tecnia, 2021. Vol. 21.

Jauregui, Jorge. 2019. *Propuesta para mejorar el ahorro energético del sistema eléctrico de la institución educativa Davy College-Cajamarca-2017.* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo], Chiclayo : 2019.

Jiménez, Deisy. 2019. *Sistema de ubicación y monitoreo de señales vitales en adultos mayores y personas con alzheimer.* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato], Ecuador : Repositorio de la Universidad Técnica de Ambato, 2019.

Julca Ortega, Erwin Alejandro. 2022. *Implementación de un plan de mantenimiento preventivo basado en el RCM para mejorar la disponibilidad de la flota de camiones de la empresa CILSA.* [Tesis de pregrado, Universidad Tecnológica del Perú], Lima : 2022.

Landeros, Carmen, y otros. 2019. *Analysis of the factors of productivity, waste and reliability of the equipment, when.* s.l. : Ing. Industrial, 2019. Vol. 3.

Lausado, Jose and Antunes, Sandra. 2020. *Monitoring and Support for Elderly People Using LoRa Communication Technologies: IoT Concepts and Applications.* s.l. : Future Internet, 2020. Vol. 12.

Lema, Rocio. 2021. *Proyecto de investigación previo a la obtención del título de Ingeniero de Sistemas y Computación.* [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Ecuador], Ecuador : Repositorio virtual de la Universidad Católica de Ecuador, 2021.

Lineros, Miguel. 2019. *Desarrollo de una aplicación informática sobre android del diseño de un dispositivo mecánico.* [Tesis de pregrado, Universidad Carlos III de Madrid], España : 2019.

López, Jorge, et al. 2021. *Maintenance procedure for the assessment of a road fuel transport fleet.* s.l. : Ingeniería Mecánica, 2021. Vol. 24.

López, Raúl, et al. 2019. *Validación de instrumentos como garantía de la credibilidad en las investigaciones científicas.* s.l. : Revista Cubana de Medicina Militar, 2019. Vol. 48.

Macías, Yessenia, Miranda, José and Tapia, Verónica. 2021. *Medición de usabilidad y portabilidad de una Aplicación Web desarrollada con tecnología PWA.* s.l. : Conciencia Digital, 2021. Vol. 4. 4.

Marrero, Rogej, Vilalta, José y Martínez, Edith. 2019. *Model diagnostic-maintenance planning and control.* s.l. : Ingeniería Industrial, 2019. págs. 148-160.

Martínez, Fabio and Novoa, Hamilton. 2022. *Desarrollo de una aplicación móvil para el rastreo de personas con alzheimer o algun tipo de demencia mediante tecnología GPS.* [Tesis de pregrado, Universidad Piloto de Colombia], Bogotá : Repositorio virtual de la Universidad Piloto de Colombia, 2022.

Martínez, Francisco and Gassinski, Lech. 2022. *Energy Efficiency and the Role of Maintenance on it.* s.l. : Energética, 2022. Vol. 43.

Mazalan, Mohammad, et al. 2019. *Power harvesting using piezoelectric shoe for external power storage.* s.l. : Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science, 2019. Vol. 9.

Mendoza, Dora, Castro, Cecilia and Mendoza, Pablo. 2020. *Simulation and analysis of the thermal behavior of computer room in a warm-humid zone.* s.l. : Tecnia, 2020. Vol. 30.

—. **2021.** *Electricity Consumption, Thermal Comfort and Environmental Impact of an Educational Institution located in the North of the Argentina.* s.l. : Tecnia, 2021. Vol. 31.

Mina, Carlos y Perdomo, Juan. 2021. *Dispositivo de monitoreo y localización para personas con Alzheimer.* [Tesis de pregrado, Institución Universitaria Antonio José Camacho], Colombia : 2021.

Molina, Erik. 2023. *Metodología de mantenimiento predictivo en redes de distribución de medio voltaje por medio de técnica de estudio termográfico.* [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Salesiana Ecuador], Ecuador : Repositorio de la Universidad Politécnica Salesiana, 2023.

Monrroy, Sheyla. 2019. *Geolocalización basada en tecnologías GPS a personas con enfermedad de alzheimer.* [Tesis de pregrado, Universidad Mayor de San Andrés], Bolivia : Repositor, 2019.

Mucha, Luis, et al. 2020. *Evaluación de procedimientos empleados para determinar la población y muestra en trabajos de investigación de posgrado.* s.l. : Revista Desafíos, 2020. Vol. 12.

Olivares Alvarez, Bryan. 2019. *Mantenimiento planificado y la disponibilidad de la línea de trozado en la planta de Peruvian Nature S&S SAC.* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Callao], Callao : 2019.

Oskouei, Rozita, et al. 2020. *Sistema de asistencia sanitaria basado en IoT para pacientes con Alzheimer.* s.l. : Wiley, 2020.

Pérez Baluja, Osmel, et al. 2022. *Power Swing challenges to distance protections in Cuba.* s.l. : Energética, 2022. Vol. 43.

Prado, Ana. 2019. *Implementación de una línea de producción de aisladores cerámicos de alta temperatura y la productividad en la fabricación de resistencias eléctricas calefactoras.* [Tesis de pregrado, Universidad Peruana de Ciencias e informática], Lima : 2019.

Quispe, Antonio, et al. 2020. *Metodologías cuantitativas: Cálculo del tamaño de muestra con SATA y R.* s.l. : Revista del Cuerpo Médico Hospital Nacional Amanzor Aguinaga Asenjo, 2020. Vol. 13. ISSN 2227-4731.

Ramos Gonzáles, Carlos, Carvallo Cumpa, Ruben Ivan and Nieto Narciso, Ernesto Ronald. 2020. *Termografía infrarroja como herramienta para el mantenimiento predictivo de tableros eléctricos en la empresa AEI Engineers S.A.C.* [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte], Lima : 2020.

- Ramos, Carlos. 2020.** *Los alcances de una investigación.* 2020. Vol. 9.
- Reyes Mondragón, Ángeles Smith. 2019.** *Aplicación de cámara termográfica en la prevención de fallas del sistema eléctrico para mejorar la confiabilidad de unidades Komatsu 730E Bayovar - 2018.* [Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo], Chiclayo : Repositorio de la Universidad Cesar Vallejo, 2019.
- Reyes, Irma, et al. 2022.** *Métodos científicos y su aplicación en la investigación pedagógica.* 2022. Vol. 9.
- Rivero, Daniela and Ortiz, Luis. 2022.** *Esquema de flujo de datos para la toma de decisiones en el sector público.* s.l. : Lasallista Investig., 2022. Vol. 18. 2.
- Robles, Blanca. 2019.** *Población y muestra.* s.l. : Revista Pueblo Continente, 2019. Vol. 30. ISSN 2617-9474.
- Rodgers, Mary, Alon, Gad and Conroy, Richard. 2019.** *Wearable technologies for active living and rehabilitation: Current research challenges and future opportunities.* s.l. : SageJournals, 2019.
- Rodríguez, Francisco. 2020.** *Aplicaciones de la termografía infrarroja en las instalaciones eléctricas.* [Tesis de pregrado, Universidad de Sevilla], España : 2020.
- Rodríguez, Julio and Reguant, Mercedes. 2020.** *Calcular la fiabilitat d'un qüestionari o escala mitjançant l'SPSS: el coeficient alfa de Cronbach.* s.l. : Revista d'Innovació i Recerca en Educació, 2020. Vol. 13.
- Rodriguez, Rodolfo. 2019.** *Internet de las cosas: Futuro y desafío para la epidemiología y la salud pública.* s.l. : Universidad y Salud, 2019. Vol. 21. 3.
- Rojas, Julio, Reyes, Nayely and Martínez, Diego. 2019.** *Mobile application for the optimization of energy consumption processes in the hotel sector.* s.l. : Revista de tecnologías de la información y comunicaciones, 2019. Vol. 3. 10.
- Roncero, Cristhian and Pomblas, Ramon. 2023.** *Modelo de Confiabilidad, Disponibilidad y Mantenibilidad Operacional para una Planta Compresora de Gas.* s.l. : Rev Politéc., 2023. Vol. 51.
- Rosario, Lorena and Perozo, Lorheny. 2019.** *Ruta metodológica para avanzar en el periplo de la investigación educativa con variable compuesta o predicativa.* 2019. pp. 60-74.
- Segura Requejo, Miguel. 2019.** *Diseño de estructura soporte de cámara termográfica de un Drone- Hexarotor para optimizar tiempo de inspección de sistemas de distribución eléctrica-Herzab-SAC.* [Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo], Chiclayo : 2019.

Sierra, Jesús, et al. 2023. *Aplicación móvil para monitoreo del consumo de materia seca en rumiantes usando la tecnología bluetooth.* s.l. : Risti, 2023. 49.

Solíz, Desiderio. 2019. *Cómo hacer un perfil proyecto de investigación científica.* s.l. : Palibrio, 2019.

Tomas Company, David. 2022. *Sistema para test de temperaturas en laboratorio mediante células Peltier.* [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica de Valencia], España : 2022.

Vaca, Jaime and Cruz, Antonio. 2021. Efficiency strategy in electricity consumption and mitigation in the productive structure of Mexico. *Contad. Adm.*, 2021, Vol. 66, 2.

Varas, Josué. 2022. *Diagnóstico Visual-térmico en sistemas eléctricos de subtransmisión y distribución con el uso de drones para efectuar mantenimientos.* [Tesis de pregrado ,Universidad Politécnica Salesiana], Ecuador : 2022.

Vilela, Fabiola. 2019. Reflexión sobre la justificación metodológica del uso de animales en investigación biomédica. 2019, Vol. 14, págs. 52-68.

Villena, Hugo. 2022. *Sistema domótico para el monitoreo de personas con Alzheimer.* [Tesis de maestría, Universidad Cesar Vallejo], Trujillo : Repositorio virtual de la Universidad Cesar Vallejo, 2022.

Vinueza, Mariuxi, et al. 2020. *Teaching Programming with MIT App Inventor: A literature review.* s.l. : International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology, 2020.

Vivanco, Daniela, et al. 2021. *Emerging technology: Pulsed Electric Fields (PEF) for food treatment and its effect on antioxidant content.* 2021.

Wojtusiak, Janusz and Mogharab, Reyhaneh. 2021. *Location prediction using GPS trackers: Can machine learning help locate the missing people with dementia?* s.l. : Internet de las cosas, 2021. Vol. 13.

Zang, Claudia and Giacosa, Norah. 2022. *Treatment of energy conservation in university physics textbooks.* s.l. : Enseñanza de la física, 2022. pp. 19-31. Vol. 34.

ANEXOS

Matriz de consistencia

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES, DIMENSIONES E INDICADORES	TECNICAS E INSTRUMENTACION	METODOLOGIA
<p>Problema General: P.G.1 ¿Cómo la aplicación de la tecnología LoRa en un Wereable con recolector de energía piezoeléctrico integrado mejorará el monitoreo de la movilidad de las personas con Alzheimer, Bellavista Callao 2023?</p>	<p>Objetivo general Aplicar la tecnología LoRa en un Wereable con recolector de energía piezoeléctrico integrado para mejorar el monitoreo de la movilidad de las personas con Alzheimer, Bellavista, Callao 2023.</p>	<p>Hipótesis General: H.G. Aplicar la tecnología LoRa en un Wereable con recolector de energía piezoeléctrico integrado mejora el monitoreo de la movilidad de las personas con Alzheimer, Bellavista, Callao 2023.</p>	<p>Variable independiente Tecnología LoRa en un Wearable con recolector de energía piezoeléctrico integrado</p> <p>Dimensiones e Indicadores:</p> <p>D1: Usabilidad</p> <p>I1: Portabilidad</p> <p>I2: Interactivo</p> <p>I3: Autonomía</p>	<p>Técnicas: Encuesta</p> <p>Según lo expuesto por el autor, la encuesta para el presente trabajo de investigación es una técnica que consiste en obtener información de las personas encuestadas mediante el uso de cuestionarios diseñados en forma previa para la obtención de información específica.</p> <p>Instrumento: Cuestionario El cuestionario para el presente trabajo de investigación servirá de herramienta de investigación que consiste en una serie de preguntas y otras indicaciones con el propósito de obtener información de los consultados.</p>	<p>Tipo y Diseño de la Investigación: Para el presente trabajo de investigación:</p> <p>Tipo de Investigación: Aplicada</p> <p>Diseño de la Investigación: Pre test – Post test</p> <p>Nivel de la Investigación: Descriptivo – correlacional causal</p>
<p>Problemas Específicos P.E.1. ¿Cómo la aplicación de la tecnología LoRa en un Wereable con recolector de energía piezoeléctrico mejorará la geolocalización de la persona, Bellavista, Callao 2023? P.E.2. ¿Cómo la aplicación de la tecnología LoRa en un Wereable con recolector de energía piezoeléctrico mejorará el indicador de intensidad de la señal recibida de las personas con Alzheimer, Bellavista, Callao 2023? P.E.3. ¿Cómo la aplicación de la tecnología LoRa en un Wereable con</p>	<p>Objetivos Específicos: O.E.1 Aplicar la tecnología LoRa en un Wereable con recolector de energía piezoeléctrico para mejorar la geolocalización de la persona, Bellavista, Callao 2023. O.E.2 Aplicar la tecnología LoRa en un Wereable con recolector de energía piezoeléctrico para</p>	<p>Hipótesis Específicas: H.E.1 Aplicar la tecnología LoRa en un Wereable con recolector de energía piezoeléctrico mejora la precisión de geolocalización de la persona, Bellavista, Callao 2023. H.E.2 Aplicar la tecnología LoRa en un Wereable con recolector de energía</p>	<p>Variable dependiente: Monitoreo móvil</p> <p>Dimensiones e Indicadores:</p> <p>D1: Conectividad</p> <p>I1: Precisión Geolocalización (metros)</p> <p>I2: Indicador de intensidad de la señal recibida (RSSI) (decibelios-milivatio) Indica la potencia de una señal inalámbrica</p>	<p>Población Y Muestra:</p> <p>Población: De lo expuesto por los autores, mi población es de tipo finita para el presente trabajo de investigación se identifica como población todos los pacientes con Alzheimer en el distrito de Bellavista.</p> <p>Muestra: Se considera como muestra a 20 pacientes con Alzheimer en el distrito</p>	

<p>recolector de energía piezoeléctrico mejorará la disponibilidad de la información de las personas con Alzheimer, Bellavista, Callao 2023?</p>	<p>mejorar el indicador de intensidad de la señal recibida de las personas con Alzheimer, Bellavista, Callao 2023.</p> <p>O.E.3 Aplicar la tecnología LoRa en un Wereable con recolector de energía piezoeléctrico para mejorar la disponibilidad de la información de las personas con Alzheimer, Bellavista, Callao 2023.</p>	<p>piezoeléctrico mejora el indicador de intensidad de la señal recibida de las personas con Alzheimer, Bellavista, Callao 2023.</p> <p>H.E.3 Aplicar la tecnología LoRa en un Wereable con recolector de energía piezoeléctrico mejora la disponibilidad de la información de las personas con Alzheimer, Bellavista, Callao 2023.</p>	<p>I3: Disponibilidad de la información (Tiempo de acceso en segundos)</p>		<p>de Bellavista, ya que la población es inferior de 50.</p>
--	---	---	---	--	--

Instrumentos de recolección de datos

CUESTIONARIO SOBRE TECNOLOGÍA LORA EN UN WEARABLE CON RECOLECTOR DE ENERGÍA PIEZOELÉCTRICO INTEGRADO

Título: “APLICACIÓN DE LA TECNOLOGÍA LORA EN UN WEREABLE CON RECOLECTOR DE ENERGÍA PIEZOELÉCTRICO INTEGRADO PARA MEJORAR EL MONITOREO DE LA MOVILIDAD DE LAS PERSONAS CON ALZHEIMER, BELLAVISTA, CALLAO 2023”

La presente es una encuesta que tiene como objetivo Aplicar la tecnología LoRa en un Wereable con recolector de energía piezoeléctrico integrado mejora el monitoreo de la movilidad de las personas con Alzheimer, Bellavista, Callao 2023, por tal motivo agradecemos su colaboración y tiempo brindado para responder cada una de las siguientes preguntas del cuestionario.

Indicaciones:

La presente encuesta es de carácter confidencial, agradecemos responder objetiva y verazmente. Lea detenidamente cada pregunta y marque la opción que considere correspondiente según la siguiente leyenda:

Totalmente de acuerdo 5	De acuerdo 4	Ni de acuerdo ni en desacuerdo 3	En desacuerdo 2	Totalmente en desacuerdo 1
----------------------------	-----------------	-------------------------------------	--------------------	-------------------------------

PREGUNTAS:	RESPUESTAS				
DIMENSIÓN “Usabilidad”					
INDICADOR “Portabilidad”	1	2	3	4	5
1. La portabilidad del dispositivo LoRa wearable facilita el monitoreo constante de las personas con Alzheimer.					
2. El diseño portátil del dispositivo LoRa influye positivamente en la comodidad de uso para las personas con Alzheimer.					
3. La portabilidad del dispositivo LoRa mejora la accesibilidad de la información relevante para los cuidadores de personas con Alzheimer					
4. La portabilidad del dispositivo LoRa aumenta la probabilidad de que los familiares supervisen a distancia a las personas con Alzheimer.					
5. El diseño portátil del dispositivo LoRa se adapta adecuadamente a las necesidades y rutinas de las personas con Alzheimer					
INDICADOR: “Interactivo”					

6. La tecnología interactiva del dispositivo LoRa permite a las personas con Alzheimer comunicar sus necesidades de manera más efectiva.					
7. La función interactiva del dispositivo LoRa favorece la adaptabilidad a diferentes situaciones y contextos de las personas con Alzheimer.					
8. La interactividad del dispositivo LoRa mejora la relación entre las personas con Alzheimer y sus familiares al brindar una vía de comunicación constante.					
9. La función interactiva del dispositivo LoRa aumenta la posibilidad de que los cuidadores ajusten la atención según las necesidades cambiantes de las personas con Alzheimer.					
10. La interacción con el dispositivo LoRa permite una personalización efectiva para adaptarse a las preferencias y patrones individuales de las personas con Alzheimer.					
INDICADOR: “Autonomía”					
11. La tecnología LoRa en el wearable promueve la autonomía de las personas con Alzheimer al facilitar la supervisión sin restricciones.					
12. El dispositivo LoRa permite a las personas con Alzheimer tener un mayor control sobre su propia información y necesidades.					
13. La autonomía de las personas con Alzheimer se ve enriquecida al poder acceder a datos y alertas relevantes sin depender constantemente de sus cuidadores.					
14. La tecnología LoRa potencia la autonomía de las personas con Alzheimer al proporcionar información útil para su bienestar.					
15. La autonomía de las personas con Alzheimer se ve respaldada por la capacidad del dispositivo LoRa para adaptarse a sus rutinas y necesidades.					

CUESTIONARIO SOBRE MONITOREO MÓVIL

Título: “APLICACIÓN DE LA TECNOLOGÍA LORA EN UN WEREABLE CON RECOLECTOR DE ENERGÍA PIEZOELÉCTRICO INTEGRADO PARA MEJORAR EL MONITOREO DE LA MOVILIDAD DE LAS PERSONAS CON ALZHEIMER, BELLAVISTA, CALLAO 2023”

La presente es una encuesta que tiene como objetivo Aplicar la tecnología LoRa en un Wereable con recolector de energía piezoeléctrico integrado mejora el monitoreo de la movilidad de las personas con Alzheimer, Bellavista, Callao 2023, por tal motivo agradecemos su colaboración y tiempo brindado para responder cada una de las siguientes preguntas del cuestionario.

Indicaciones:

La presente encuesta es de carácter confidencial, agradecemos responder objetiva y verazmente. Lea detenidamente cada pregunta y marque la opción que considere correspondiente según la siguiente leyenda:

Totalmente de acuerdo 5	De acuerdo 4	Ni de acuerdo ni en desacuerdo 3	En desacuerdo 2	Totalmente en desacuerdo 1
----------------------------	-----------------	-------------------------------------	--------------------	-------------------------------

PREGUNTAS: “MONITOREO MOVIL”	RESPUESTAS				
DIMENSIÓN “Conectividad”	1	2	3	4	5
INDICADOR “Precisión Geolocalización”					
1. La precisión de la geolocalización proporcionada por el dispositivo LoRa wearable es esencial para garantizar un monitoreo móvil efectivo de las personas con Alzheimer.					
2. La tecnología LoRa en el wearable demuestra una alta precisión en la geolocalización, lo que resulta beneficioso para el seguimiento móvil y el cuidado de personas con Alzheimer.					
3. La función de geolocalización precisa del dispositivo LoRa mejora significativamente la capacidad de monitoreo de las personas con Alzheimer, incluso en movimiento.					
4. La tecnología LoRa en el wearable ofrece a los cuidadores la tranquilidad de poder ubicar y seguir a las personas con Alzheimer de manera precisa, incluso fuera de casa.					

5. La precisión en la geolocalización del dispositivo LoRa optimiza la capacidad de monitoreo móvil, garantizando que las personas con Alzheimer sean localizadas con exactitud y seguridad.					
INDICADOR: “Indicador de intensidad de la señal recibida (RSSI)”					
6. El indicador de intensidad de la señal recibida en el dispositivo LoRa wearable es crucial para asegurar una conexión confiable durante el monitoreo móvil de personas con Alzheimer.					
7. La función de indicador de intensidad de señal del dispositivo LoRa brinda a los cuidadores la tranquilidad de saber cuán fuerte es la conexión con la persona con Alzheimer en tiempo real.					
8. El indicador de intensidad de señal del dispositivo LoRa permite a los cuidadores tomar decisiones informadas sobre el monitoreo móvil en función de la fuerza de la conexión.					
9. La tecnología LoRa con indicador de intensidad de señal asegura que los cuidadores puedan detectar y abordar problemas de conectividad durante el monitoreo de personas con Alzheimer.					
10. La tecnología LoRa con indicador de intensidad de señal facilita la identificación temprana de áreas con señal débil, permitiendo una acción proactiva por parte de los cuidadores.					
INDICADOR: “Disponibilidad de la información (Tiempo de acceso en segundos)”					
11. La tecnología LoRa en el wearable mejora significativamente la disponibilidad de información en tiempo real sobre las personas con Alzheimer					
12. La función de recolección y transmisión de datos en el wearable LoRa optimiza la disponibilidad de información sobre la ubicación y estado de las personas con Alzheimer.					

13. La disponibilidad de información en tiempo real ofrecida por la tecnología LoRa mejora la toma de decisiones informadas por parte de los cuidadores de personas con Alzheimer.					
14. La disponibilidad constante de información proporcionada por la tecnología LoRa en el monitoreo móvil ayuda a los cuidadores a mantener un cuidado más eficaz y atento.					
15. El monitoreo móvil a través de la tecnología LoRa brinda a los cuidadores una visión completa y actualizada de la situación de las personas con Alzheimer en cualquier momento.					

Validación de Instrumentos

1. IDENTIFICACION DEL EXPERTO

NOMBRE DEL EXPERTO: Abilio Bernardo Cuzcano Rivas

NIVEL DE GRADO: Doctor

DNI: 40947218

PROFESION: Ing. Electrónico

FECHA DE EVALUACION: 04 de agosto del 2023

FIRMA DEL EXPERTO:



2. PLANILLA DE VALIDACION DEL INSTRUMENTO

CRITERIOS	APRECIACION CUALITATIVA			
	EXCELENTE (4)	BUENO (3)	REGULAR (2)	DEFICIENTE (1)
Presentación del instrumento	✓			
Claridad en la redacción de los ítems	✓			
Pertinencia de las variables con los indicadores	✓			
Relevancia del contenido	✓			
Factibilidad de la aplicación	✓			

APRECIACION CUALITATIVA:

OBSERVACIONES:

1. IDENTIFICACION DEL EXPERTO

NOMBRE DEL EXPERTO: Dra. Silvia Liliana Salazar Llerena

NIVEL DE GRADO: Doctor

DNI: 10139161

PROFESION: Metodóloga

FECHA DE EVALUACION: 04 de agosto del 2023

FIRMA DEL EXPERTO:



2. PLANILLA DE VALIDACION DEL INSTRUMENTO

CRITERIOS	APRECIACION CUALITATIVA			
	EXCELENTE (4)	BUENO (3)	REGULAR (2)	DEFICIENTE (1)
Presentación del instrumento	✓			
Claridad en la redacción de los ítems	✓			
Pertinencia de las variables con los indicadores	✓			
Relevancia del contenido	✓			
Factibilidad de la aplicación	✓			

APRECIACION CUALITATIVA:

OBSERVACIONES:

1. IDENTIFICACION DEL EXPERTO

NOMBRE DEL EXPERTO: Dr. Adán Almircar Tejada Cabanillas

NIVEL DE GRADO: Doctor

DNI: 06148210

PROFESION: Metodólogo

FECHA DE EVALUACION: 04 de agosto del 2023

FIRMA DEL EXPERTO:



2. PLANILLA DE VALIDACION DEL INSTRUMENTO

CRITERIOS	APRECIACION CUALITATIVA			
	EXCELENTE (4)	BUENO (3)	REGULAR (2)	DEFICIENTE (1)
Presentación del instrumento	✓			
Claridad en la redacción de los ítems	✓			
Pertinencia de las variables con los indicadores	✓			
Relevancia del contenido	✓			
Factibilidad de la aplicación	✓			

APRECIACION CUALITATIVA:

OBSERVACIONES:

Base de datos

		Grupo	I1	I2	I3
1	Pre	Test	92.42437	-78.91159	194.8097
2	Pre	Test	92.16047	-72.25484	186.8179
3	Pre	Test	90.61727	-72.01681	195.9864
4	Pre	Test	91.62108	-78.00411	196.0227
5	Pre	Test	92.78291	-71.51645	193.3144
6	Pre	Test	92.90673	-74.89626	190.5565
7	Pre	Test	90.8295	-75.83709	195.4657
8	Pre	Test	91.92722	-73.91565	210.7611
9	Pre	Test	90.28533	-72.56059	177.3973
10	Pre	Test	92.06658	-77.35882	188.2752
11	Pre	Test	93.83231	-73.5577	184.9197
12	Pre	Test	93.38252	-73.7956	187.1235
13	Pre	Test	92.0903	-79.92463	189.6815
14	Pre	Test	93.68368	-82.69596	200.3224
15	Pre	Test	93.36381	-76.82095	194.8306
16	Pre	Test	92.51615	-77.83083	175.0875
17	Pre	Test	91.15857	-71.75204	173.2546
18	Pre	Test	92.1463	-76.91843	197.7507
19	Pre	Test	93.60318	-72.67478	190.452
20	Pre	Test	93.02787	-76.04755	201.0249
21	Post	Test	97.66517	-34.66842	122.3058
22	Post	Test	95.4406	-37.40338	134.2357
23	Post	Test	97.55519	-36.09387	119.4966
24	Post	Test	95.53331	-40.1904	137.1869
25	Post	Test	96.72872	-42.73232	123.6045
26	Post	Test	97.97687	-43.25644	135.6881
27	Post	Test	97.53742	-41.57492	136.676
28	Post	Test	97.27898	-37.31577	113.2537
29	Post	Test	98.35753	-40.96961	140.3845
30	Post	Test	98.14471	-34.63788	141.3923
31	Post	Test	95.90476	-40.33323	117.0704
32	Post	Test	98.39088	-33.9935	141.4016
33	Post	Test	99.85599	-35.33044	125.3122
34	Post	Test	98.7589	-38.23524	126.8108
35	Post	Test	96.56808	-33.78522	139.3354
36	Post	Test	96.49028	-43.10447	130.7792
37	Post	Test	99.00692	-33.82061	140.5032
38	Post	Test	96.03728	-37.49364	137.4931
39	Post	Test	98.04564	-35.31926	142.681
40	Post	Test	97.58781	-44.32905	139.6043

Consentimiento informado

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Yo, Edmundo Juan Bolaños García, con DNI: 09789785, autorizo a los señores Daniel Basilio Villar, Diego Cabrera Valverde y Luigi Valladares Pachas, egresados de la Universidad Nacional del Callao, utilizar los datos obtenidos por parte de mi familiar con Alzheimer en su investigación "APLICACIÓN DE LA TECNOLOGÍA LORA EN UN WEREABLE CON RECOLECTOR DE ENERGÍA PIEZOELÉCTRICO INTEGRADO PARA MEJORAR EL MONITOREO DE LA MOVILIDAD DE LAS PERSONAS CON ALZHEIMER, BELLAVISTA, CALLAO 2023"



Familiar