

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



**“SISTEMA DE MONITOREO DE SIGNOS VITALES CON
ASISTENCIA VIRTUAL, PARA LA PREVENCIÓN DE
ENFERMEDADES PREEXISTENTES EN ADULTOS MAYORES
CON DISCAPACIDAD VISUAL, CALLAO, 2022”**

TESIS PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL EN INGENIERÍA
ELECTRÓNICA

AUTORES

CAROLINA ABIGAIL JIMENEZ CORTEZ
YEVIT AMPARO ALVAREZ VENTOCILLA

ASESOR

DR. ING. SANTIAGO LINDER RUBIÑOS JIMENEZ
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

Callao, 2024

PERÚ

INFORMACIÓN BÁSICA

FACULTAD

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN DE PREGRADO FIEE UNAC

TÍTULO

“SISTEMA DE MONITOREO DE SIGNOS VITALES CON ASISTENCIA VIRTUAL, PARA LA PREVENCIÓN DE ENFERMEDADES PREEXISTENTES EN ADULTOS MAYORES CON DISCAPACIDAD VISUAL, CALLAO, 2022”

AUTORES

ALVAREZ VENTOCILLA YEVIT AMPARO

CÓDIGO ORCID: 0000-0002-5986-786X

DNI: 71523315

JIMENEZ CORTEZ CAROLINA ABIGAIL

CÓDIGO ORCID:0000-0003-0772-5365

DNI: 72534537

ASESOR

RUBIÑOS JIMENEZ SANTIAGO LINDER

CÓDIGO ORCID: 0000-0003-0095-6988

DNI: 43324583

LUGAR DE EJECUCIÓN: PROVINCIA CONSTITUCIONAL DEL CALLAO - PERÚ

UNIDADES DE ANÁLISIS: ADULTOS MAYORES CON DISCAPACIDAD VISUAL.

TIPO: APLICADA

ENFOQUE: CUANTITATIVO

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: EXPERIMENTAL

TEMA OCDE: INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

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

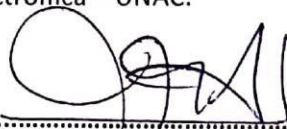
A los 30 días del mes de enero de 2024 siendo las 12:00 horas se reunió el Jurado Examinador de la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de la Universidad Nacional del Callao, aprobada mediante Resolución Decanal N°018-2024-DFIEE, conformado por los siguientes docentes ordinarios:

Dr. Ing. FERNANDO MENDOZA APAZA	Presidente
Dr. Lic. ADÁN ALMÍRCAR TEJADA CABANILLAS	Secretario
Mg. Ing. PEDRO ANTONIO SÁNCHEZ HUAPAYA	Vocal

Asimismo el miembro secretario **Mg. Ing. JESSICA ROSARIO MEZA ZAMATA**, no asistió; motivo por el cual se hace presente el miembro vocal, el **Dr. Lic. ADÁN ALMÍRCAR TEJADA CABANILLAS**, quien asume la titularidad de secretario, con ello se dio inicio a la exposición de TESIS de las señoritas Bachilleres **ALVAREZ VENTOCILLA, Yevit Amparo** y **JIMENEZ CORTEZ, Carolina Abigail**; quienes habiendo cumplido con los requisitos para obtener el Título Profesional en Ingeniería Electrónica como lo señalan los Arts. N°s 08 al 10 del Reglamento de Grados y Títulos, sustentará la Tesis Titulada: **"SISTEMA DE MONITOREO DE SIGNOS VITALES CON ASISTENCIA VIRTUAL, PARA LA PREVENCIÓN DE ENFERMEDADES PREEXISTENTES EN ADULTOS MAYORES CON DISCAPACIDAD VISUAL, CALLAO, 2022"** con el quórum Reglamentario de Ley, se dio inicio a la exposición, considerando lo establecido en el 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 MUY BUENO nota: 16 a los expositores **ALVAREZ VENTOCILLA, Yevit Amparo** y **JIMENEZ CORTEZ, Carolina Abigail**; con lo cual se dio por concluida la sesión, siendo las 13:16 horas del día del mes y año en curso.

Es copia fiel del folio N° 253 del Libro de Actas de Sustentación de Tesis de la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica – UNAC.


.....
Dr. Ing. FERNANDO MENDOZA APAZA
PRESIDENTE


.....
Dr. Lic. ADÁN ALMÍRCAR TEJADA CABANILLAS
SECRETARIO


.....
Mg. Ing. PEDRO ANTONIO SÁNCHEZ HUAPAYA
VOCAL

.....
SUPLENTE



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

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRONICA

INFORME FAVORABLE

EL PRESIDENTE DEL JURADO EVALUADOR DE SUSTENTACIÓN DE TESIS DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO; que suscribe:

Deja constancia de que el día 30 de enero de 2024, los señores Bachilleres en Ingeniería Electrónica **ALVAREZ VENTOCILLA, Yevit Amparo y JIMENEZ CORTEZ, Carolina Abigail** quienes, habiendo cumplido con los requisitos establecidos en la normativa, sustentaron la Tesis titulada: **“SISTEMA DE MONITOREO DE SIGNOS VITALES CON ASISTENCIA VIRTUAL, PARA LA PREVENCIÓN DE ENFERMEDADES PREEXISTENTES EN ADULTOS MAYORES CON DISCAPACIDAD VISUAL, CALLAO, 2022”**, habiendo obtenido la nota de **16 (diesi seis)**.

Se extiende el presente en cumplimiento de lo establecido en el Reglamento de Grados y Títulos de Pregrado de la Universidad Nacional del Callao.











Callao, 30 de enero de 2024

Dr. Ing. FERNANDO MENDOZA APAZA
Presidente del Jurado Evaluador

Document Information

Analyzed document	TESIS FINAL- ALVAREZ - JIMENEZ.docx (D181076784)
Submitted	2023-12-07 03:05:00 UTC+01:00
Submitted by	
Submitter email	yaalvarezv@unac.edu.pe
Similarity	2%
Analysis address	fiie.investigacion.unac@analysis.arkund.com

Sources included in the report

SA	<p>“JUGUETE MULTIFUNCIONAL PARA DETECCIÓN DE SEÑALES BIOMÉDICAS EN NIÑOS EN ESTADO DE ANSIEDAD”- URKUND .docx</p> <p>Document “JUGUETE MULTIFUNCIONAL PARA DETECCIÓN DE SEÑALES BIOMÉDICAS EN NIÑOS EN ESTADO DE ANSIEDAD”- URKUND .docx (D110250789)</p>		4
W	<p>URL: http://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/2038</p> <p>Fetches: 2023 12-07 03:15:00</p>		3
W	<p>URL: http://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/7942</p> <p>Fetches: 2023 12-07 03:15:00</p>		2
W	<p>URL: https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/12506</p> <p>Fetches: 2023 12-07 03:15:00</p>		2
W	<p>URL: https://repositorio.uch.edu.pe/xmlui/handle/20.500.12872/408</p> <p>Fetches: 2023 12-07 03:15:00</p>		1
SA	<p>Tesis John Lema-Uk.pdf</p> <p>Document Tesis John Lema-Uk.pdf (D172387327)</p>		2
W	<p>URL: https://mybotic.com.my/temperature-humidity-sensor/gy-906-baa-infrared-</p> <p>Fetches: 2023-12-07 03:16:00</p>		2
SA	<p>Tesis_Acosta_Chango.pdf</p> <p>Document Tesis_Acosta_Chango.pdf (D112748143)</p>		1
W	<p>URL: https://randomnerdtutorials.com/micropython-oled-display-esp32-esp8266/</p> <p>Fetches: 2021 12-10 07:09:10</p>		1
W	<p>URL: https://jimmywongiot.com/2019/08/13/advertising-payload-format-</p> <p>Fetches: 2023 12-07 03:16:00</p>		5

Entire Document

DEDICATORIA

Dedico esta investigación a Dios, cuya bendición nos capacita para lograr todo. En memoria de mi madre, Ludi Cortez Gutiérrez, que reside en el cielo, en agradecimiento por el amor incondicional y el apoyo que me brindó. También, dedico esta investigación a mi familia y a mis amigos por su constante respaldo y cariño.

Carolina Abigail Jiménez Cortez

Dedico esta investigación en primer lugar a Dios, en segundo lugar, a mis padres por el apoyo incondicional durante toda mi vida, en tercer lugar, a mi esposo por el amor y comprensión durante estos años juntos y finalmente a mi familia por estar presente brindándome el apoyo moral.

Yevit Amparo Alvarez Ventocilla

AGRADECIMIENTO

Queremos agradecer a nuestra gloriosa Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, aún más especial a nuestra Escuela de Ingeniería Electrónica, por abrirnos las puertas de sus aulas y forjarnos para ser los mejores profesionales del Perú y del mundo. Agradecer infinitamente a nuestros docentes por el traslado de conocimiento que hoy en día lo aplicamos en el ámbito laboral y personal.

Las autoras

ÍNDICE

ÍNDICE DE ECUACIÓN	5
ÍNDICE DE TABLAS.....	6
RESUMEN	10
ABSTRACT	11
INTRODUCCIÓN	12
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
1.1. Descripción de la realidad problemática.....	13
1.2. Formulación del problema.....	14
1.2.1. Problema general	14
1.2.2. Problemas Específicos	14
1.3. Objetivos.....	14
1.3.1. Objetivo general	14
1.3.2. Objetivos específicos.....	14
1.4. Justificación	15
1.4.1. Justificación teórica	15
1.4.2. Justificación práctica	16
1.4.3. Justificación social.....	16

1.4.4.	Justificación metodológica.....	16
1.5.	Delimitantes de la investigación.....	17
1.5.1.	Delimitante teórica.....	17
1.5.2.	Delimitante temporal.....	17
1.5.3.	Delimitante espacial	18
II.	MARCO TEÓRICO.....	19
2.1	Antecedentes: internacional y nacionales.....	19
2.1.1	Antecedentes internacionales	19
2.1.2	Antecedentes nacionales	21
2.2	Bases teóricas	25
2.2.1	Monitor de signos vitales.....	25
2.2.2	Asistencia virtual	26
2.2.3	Adultos mayores con discapacidad visual.....	27
2.3.	Marco Conceptual.....	27
2.4.	Definición de términos básicos.....	30
III.	HIPÓTESIS Y VARIABLES.....	33
3.1	Hipótesis.....	33
3.1.1.	Operacionalización de variable	33
IV.	DISEÑO METODOLÓGICO	37

4.1. Diseño metodológico	37
4.1.1. Tipo de Investigación	37
4.1.2. Diseño de Investigación	37
4.2. Método de investigación	58
4.3. Población y muestra.....	58
4.4. Lugar de estudio y periodo desarrollado	60
4.5. Técnicas e instrumentos para la recolección de la información.....	60
4.5.1. Técnicas para la recolección de la información	60
4.6 Análisis y procesamiento de datos Inferencial	62
4.7 Aspectos éticos en Investigación	63
V. RESULTADOS	64
5.1 Resultados descriptivos.....	64
5.2 Resultados inferenciales	68
VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	71
6.1 Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados.....	71
6.2 Contrastación de los resultados con otros estudios similares	71
6.3 Responsabilidad ética de acuerdo con los reglamentos vigentes	72
VII. CONCLUSIONES	73
VIII. RECOMENDACIONES.....	75

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	76
ANEXOS	84
Anexo 1: Matriz de consistencia.....	84
Anexo 2: Formato de Cuestionario.....	86
Anexo 3: Hoja de datos de ESP- WROOM-32	89
Anexo 4: Hoja de datos de MAX 301012	90
Anexo 5: Hoja de datos de MLX90614 (GY 906).....	93
Anexo 6: Hoja de datos de MPU 6050	94
Anexo 7: Código de programación del sistema de monitoreo de los signos vitales	96
Anexo 8: Código de programación del aplicativo móvil	101

ÍNDICE DE ECUACIÓN

Ecuación 1.- Fórmula de la frecuencia cardiaca	30
Ecuación 2.- Frecuencia cardiaca.....	44
Ecuación 3.- Fórmula de la potencia emitida	44
Ecuación 4.- Fórmula de la temperatura del objeto	44
Ecuación 5.- Fórmula de aceleración de MPU6050	45
Ecuación 6.- Tasa de giro.....	45
Ecuación 7.- Fórmula para calcular la pérdida de señal en la transmisión inalámbrica.....	46

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.- Operacionalización de variables	36
Tabla 2.- Resultados del cuestionario	64
Tabla 3.- Resultados promedios por pregunta de satisfacción del monitor de signos vitales.....	65
Tabla 4.- Resultados promedios por pregunta de satisfacción del aplicativo móvil	67
Tabla 5.- Resultados de la guía de observación	68
Tabla 6.- Matriz de consistencia	85
Tabla 7.- Formato de cuestionario	88

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Parámetros de Signos vitales normales	26
Figura 2.- Enfermedades preexistentes en adultos mayores que se pueden prevenir midiendo la temperatura corporal y el ritmo cardiaco	29
Figura 3.- Diagrama de fases del proyecto	39
Figura 4.- Pines de salida del ESP-WROOM-32	41
Figura 5.- Diagrama de flujo de código de programación del sistema de monitoreo de los signos vitales	42
Figura 6.- Programa principal.....	43
Figura 7.- Conexión de sensores al microcontrolador ESP-WROOM-32	45
Figura 8.- Diagrama de flujo de recepción y envío de señales electrónicas al móvil	46
Figura 9.- PCB cara frontal	47
Figura 10.- PCB cara posterior	47
Figura 11.- Interfaz de inicio de sesión	49
Figura 12.- Interfaz de elección de usuario	49
Figura 13.- Interfaz de registro de usuario	50
Figura 14.- Interfaz de registro de parámetros de signos vitales y caídas.....	50
Figura 15.- Gráfica de ppm en los últimos 7 días de registro	51
Figura 16.- Gráfico de la evolución de la temperatura en los últimos 7 días.....	51

Figura 17.- Interfaz de configuración de alarma de medicamentos	52
Figura 18.- Mapa de localización de voluntarios disponibles	52
Figura 19.- Configuración de contacto de emergencia	53
Figura 20.- Inicio de sesión de usuario voluntario	54
Figura 21.- Slide de registro de usuario voluntario	54
Figura 22.- Slide de chat de usuario voluntario y voluntario paciente	55
Figura 23.- Diagrama de flujo de programación del aplicativo móvil	56
Figura 24.- Funciones principales del aplicativo móvil	57
Figura 25.- Resultados en método gráfico de barras respecto a las preguntas de satisfacción del monitor de signos vitales.....	65
Figura 26.- Resultados en método gráfico de barras respecto a las preguntas de satisfacción del aplicativo móvil.....	66
Figura 27.- Vista del monitor de los signos vitales.....	68
Figura 28.- Vista del monitor de los signos vitales	69
Figura 29.- Pruebas de funcionamiento del monitor de signos vitales	69
Figura 30.- Pruebas de funcionamiento del aplicativo móvil	70
Figura 31.- Pruebas de funcionamiento del monitor de signos vitales y el aplicativo móvil en simultáneo	70
Figura 32.- Hoja de datos del ESP-WROOM-32	89
Figura 33.- Hoja de datos del MAX 30102	92

Figura 34.- Hoja de datos del MPU 605095

RESUMEN

Objetivo: Diseñar un sistema de alerta y monitoreo de signos vitales con asistencia virtual que mejore la atención a los adultos mayores con discapacidad visual, Callao, 2022.

Metodología: La presente investigación es de tipo aplicada con un diseño de investigación experimental y con un enfoque cuantitativo. La población trabajada está ubicada en la provincia constitucional del Callao y se realizará en 10 adultos mayores con discapacidad visual.

Resultados: Se compila la información de los instrumentos para la recolección de datos, entre los resultados positivos obtenidos presentamos la respuesta de 10 adultos mayores con discapacidad visual, quienes participaron voluntariamente en una prueba del uso del prototipo del sistema de monitoreo de signos vitales con asistencia virtual. El puntaje promedio obtenido en esta evaluación es un favorable 4.9 lo que nos demuestra que nuestro rango de aprobación es de un 81.7%.

Conclusiones: Diseñar un sistema de alerta y monitoreo de signos vitales con asistencia virtual mejorará la atención a los adultos mayores con discapacidad visual, Callao, 2022.

Palabra clave: signos vitales, adultos mayores, asistencia virtual.

ABSTRACT

Objective: Design a vital signs alert and monitoring system with virtual assistance that improves care for older adults with visual disabilities, Callao, 2022.

Methodology: The present research is of an applied type with an experimental research design and a quantitative approach. The population worked is located in the constitutional province of Callao and will be carried out on 10 older adults with visual disabilities.

Results: Information is collected from the instruments for data collection, among the results obtained we present the response of 10 older adults with visual disabilities, who voluntarily participated in a test of the use of the prototype of the vital signs monitoring system with virtual assistance. The average score obtained in this evaluation is a favorable 4.9, which shows us that our approval rate is 81.7%.

Conclusions: Designing a vital signs alert and monitoring system with virtual assistance will improve care for older adults with visual disabilities, Callao, 2022.

Key words: vital signs, older adults, virtual assistance.

INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo de investigación se busca mejorar la calidad de vida de los adultos mayores con discapacidad visual mediante la toma constante de los signos vitales con sensores no invasivos, así mismo, poder contar con un historial de las mediciones realizadas para la visualización posterior del médico tratante. Esta información le permitirá al médico especialista poder evaluar el comportamiento de los signos del paciente para detectar enfermedades preexistentes o contar con un diagnóstico más exacto de lo que adolece y así brindar un tratamiento más focalizado.

Para poder hacerlo posible lo antes mencionado, en esta investigación utilizamos un sistema de monitoreo que capta los signos vitales del usuario y envía la información a un aplicativo móvil instalado en el celular del paciente, lo que permitirá su almacenamiento de información de los valores obtenidos mediante un historial de detección.

El aplicativo móvil, también será descargado por el voluntario para poder contactarse con el adulto mayor en caso éste requiera apoyo de acompañamiento a una cita médica o a un control de revisión casual.

Por otro lado, el asistente virtual brindará información al aplicativo móvil como es la ubicación del paciente como del voluntario y enviará mensaje de alerta al familiar responsable y al médico tratante en caso se presente algún signo de alerta. Así mismo, responderá a información o requerimientos básicos al paciente.

Finalmente, el presente trabajo de investigación busca brindar un apoyo social y de salud al paciente adulto con el fin de que no se sientan desamparados en esta etapa de vida que en su gran mayoría son abandonados tanto moral como médicamente.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

De acuerdo con el informe técnico “Situación de la Población Adulta Mayor”, realizado con los resultados de la Encuesta Nacional de Hogares (ENAH) en el 2022 por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), alrededor del 40 % de los hogares cuentan entre sus miembros a una persona adulta mayor, los cuales se presenta que, el 85,9% de la población adulta mayor femenina desarrolló algún problema de salud crónico.

Durante el trimestre analizado y para el caso de la población masculina el 75,3% se tiene que monitorear constantemente los signos vitales pues son pacientes con enfermedades crónicas [1]. Y, así mismo, otro aspecto a tomar en consideración es que en algunos casos las personas de tercera edad son prácticamente olvidadas por sus familiares y no cuentan con apoyo para poder asistir a un hospital para realizarse acciones preventivas básicas como es la toma de sus signos vitales, a esto se suma el grado de discapacidad visual que poseen la mayoría de estas personas que impide aún más su movilización. Además de no contar con lo antes mencionado, generalmente estas personas no cuentan con los recursos económicos suficientes, para comprar un aparato y/o dispositivo, para el constante monitoreo de sus signos vitales y así prevenir o controlar enfermedades preexistentes propias de su edad.

Sumado a estos problemas, tenemos el deficiente estado del sistema de salud que presenta nuestro país y la poca sensibilidad que hay con el trato de los pacientes.

Es por ello por lo que el presente trabajo busca identificar todas las carencias mencionadas para brindar al paciente un oportuno apoyo teniendo en cuenta la discapacidad que poseen, por lo que, en este caso, nos enfocaremos especialmente en ellos

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

- **PG:** ¿De qué manera el diseño de un sistema de monitoreo de signos vitales con asistencia virtual podrá prevenir enfermedades preexistentes en adultos mayores con discapacidad visual en Callao en el año 2022?

1.2.2. Problemas Específicos

- **PE1:** ¿Cómo el diseño de un prototipo de monitor de signos vitales no es impedimento para la lectura de los signos vitales teniendo en cuenta un bajo consumo de energía del prototipo?
- **PE2:** ¿De qué manera la integración de un asistente virtual contribuirá al manejo efectivo del prototipo de signos vitales, proporcionando información clave para prevenir enfermedades preexistentes en adultos mayores con discapacidad visual??

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

- **OG:** Diseñar un sistema de monitoreo de signos vitales con asistencia virtual que mejore la atención en los adultos mayores con discapacidad visual y prevenga enfermedades preexistentes.

1.3.2. Objetivos específicos

- **OE1:** Diseñar un prototipo de monitor de signos vitales, asegurando que no represente un impedimento para la lectura precisa de los signos vitales, al mismo tiempo que se logre un bajo consumo de energía en el prototipo.
- **OE2:** Implementar un asistente virtual en el manejo del prototipo de signos vitales, con el fin de proporcionar información clave para la prevención efectiva de enfermedades preexistentes en adultos mayores con discapacidad visual.

1.4. Justificación

En los últimos años, los adultos mayores con discapacidad visual, necesitan un constante monitoreo de sus signos vitales, como son la temperatura y el pulso cardíaco, y debido a estudios ya realizados se han encontrado que se encuentran estrechamente ligados con el padecimiento de varios tipos de enfermedades relacionadas con la edad. La monitorización de los signos vitales es una tarea compleja, debido a que la medición de estos parámetros biomédicos requiere de equipos sofisticados, grandes y costosos que requieren de personal especializado para su funcionamiento. Hasta la actualidad, no existe en el mercado un dispositivo portátil a un precio relativamente asequible con funciones de asistencia virtual de este tipo. Por ello, se quiere abordar esta necesidad con un sistema de monitoreo de signos vitales portátil y wearable, que pueda ser movilizado a donde quiera que se dirija el paciente y adicionalmente cuente con un asistente virtual que conectado a un aplicativo móvil ayude a localizar voluntarios para el acompañamiento oportuno y brinde soporte oportuno en caso de emergencia o consultas básicas, así como también, que pueda almacenar los datos obtenidos para luego ser mostrados en un gráfico el comportamiento de estos. El sistema de monitoreo debe ser económico y de uso sencillo, con el objetivo de ser implementado en pacientes adultos mayores con discapacidad visual leve que no tengan la disponibilidad de ir en todo momento al hospital para un monitoreo de sus signos vitales.

1.4.1. Justificación teórica

Según el autor Bernal, la justificación teórica tiene como objetivo reflexionar y debatir el conocimiento actualmente existente, comparar las teorías que se poseen del problema y finalmente destacar el resultado adecuado para indicar cuál sería la solución óptima para el trabajo a realizar. [2] En ese sentido, el presente informe de investigación tiene una justificación teórica porque busca

aportar al conocimiento existente sobre la captación de las señales, como instrumento de medición de los signos vitales, cuyos resultados podrán ser monitoreados por los mismos pacientes, su familiar y su médico tratante. Asimismo, esta investigación tiene justificación teórica pues contiene conocimientos de programación y teorías de circuitos electrónicos para la elaboración del prototipo.

1.4.2. Justificación práctica

Según el autor Bernal, una investigación tiene justificación práctica cuando cuenta con diferentes estrategias que al aplicarlas facilitarán en resolver el problema o al menos, brindarán varias estrategias para solución de este. [2] En ese sentido, el presente informe de investigación tiene una justificación práctica porque estamos aplicando una nueva estrategia en el diseño de un sistema de que ayude a resolver la necesidad para la monitorización de los signos vitales de adultos mayores con discapacidad visual leve.

1.4.3. Justificación social

Según el autor Hernández, la justificación social debe de contener la importancia que sería su uso para la sociedad, a qué público se le estaría favoreciendo con este trabajo, de qué manera se aplicaría y, sobre todo, qué alcance social tendría el trabajo de investigación que se está realizando. [4] En ese sentido, el presente informe de investigación tiene una justificación social pues tendrá trascendencia en la sociedad ya que se mejora la calidad de vida de los adultos mayores con discapacidad visual leve y realiza la detección oportuna de enfermedades pre-existentes acorde a su edad. Por otro lado, este sistema ayudará a concientizar a los voluntarios registrados en el aplicativo sobre la labor social y practica que implica el cuidado y acompañamiento de los adultos mayores.

1.4.4. Justificación metodológica

Según el autor Mendez, la justificación metodológica debe proponer nuevas soluciones para brindar un conocimiento útil y verás, para ello, se debe buscar

nuevos sistemas que permitan realizar investigaciones. [5] En ese sentido, el presente informe de investigación tiene una justificación metodológica, pues en él se propone un nuevo método de monitoreo de signos vitales al integrar un aplicativo móvil que muestre en tiempo real los valores y performance de los signos vitales del paciente; así como el contacto con voluntarios que se encuentren alrededor del mismo que le puedan apoyar ante una solicitud de desplazamiento en caso de emergencia. Adicionalmente, en nuestro proyecto también se desarrollan nuevas técnicas que aporten con el conocimiento y la utilización de esta en otros trabajos de investigación.

1.5. Delimitantes de la investigación

1.5.1. Delimitante teórica

Según el autor Carrasco, la delimitación teórica hace referencia a un conjunto de información que forman parte del marco teórico de las variables del problema de una investigación, el conjunto de información mencionado está relacionado entre sí. [6]

En ese sentido existen pocos referentes nacionales e internacionales, existen investigaciones semejantes en el desarrollo de monitores de signos vitales, pero ningún antecedente lo integra con un aplicativo con asistente virtual que además contacte a los pacientes con voluntarios a su alrededor para que pueda recibir ayuda.

1.5.2. Delimitante temporal:

Según el autor Bernal, la delimitación temporal se refiere al establecimiento del periodo de tiempo en que se ejecutará y analizarán los datos de la investigación. [7]

En ese sentido, nuestro estudio de trabajo se realizó durante 22 meses en el periodo comprendido desde febrero del 2022 hasta diciembre del 2023.

1.5.3. Delimitante espacial

Según el autor Bernal, la delimitación espacial hace referencia al área geográfica donde se realizará la investigación.[7]

En ese sentido, nuestra investigación se realizó en la provincia constitucional del Callao – Perú.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes: internacional y nacionales

2.1.1 Antecedentes internacionales

Janet & Gonzáles Escalona(2013), en su tesis titulada “Diseño y construcción de un sistema de monitoreo de signos vitales”, el objetivo es diseñar y construir un instrumento médico capaz de monitorizar la presión arterial, la frecuencia cardíaca y la temperatura corporal, para ello se utilizó una metodología experimental y cuantitativo, llegando a la conclusión de que el prototipo siempre se someterá a pruebas de calidad, para verificar la funcionalidad de los sensores, y las mediciones proporcionadas por los sensores de presión y temperatura han demostrado ser confiables para medir los signos vitales del paciente. [8]

De lo expuesto por el autor, se reconoce que la construcción de un sistema de monitoreo de los signos vitales es caracterizada por el uso de sensores donde se aprecia que las mediciones obtenidas deben ser similares a los instrumentos de patrón.

Mirza (2014), en su tesis titulada “Smart vital signs monitoring and novel falls prediction system for older adults” el objetivo es evaluar y desarrollar un sistema de monitoreo inteligente combinado con datos fisiológicos para el monitoreo del paciente y datos de movimiento para la prevención de caídas, también busca mejorar el rendimiento de los sistemas actuales de monitoreo de pacientes mediante la identificación de deficiencias en la tecnología existente y el desarrollo de un sistema para proporcionar alertas a los profesionales de la salud, así como al usuario en caso de detectar una enfermedad o síntomas graves, para ello se utilizó una metodología de dos modelos difusos para dos prioridades diferentes. Específicamente, cuando se usan dos modelos difusos para los mismos datos, la lógica difusa no proporciona orientación sobre cómo estructurar las reglas de diagnóstico, ni qué forma de operadores difusos se deben usar, y no proporciona la certeza de la información necesaria en la

prioridad 1 y la prioridad 2 categorías, llegando a la conclusión de que su trabajo de investigación generará un sistema altamente especializado con el potencial de disminuir las tasas de mortalidad de la población del país debido a errores médicos y la gran carga de trabajo de los profesionales médicos.[9]

De lo expuesto por el autor, mediante el monitoreo de los signos vitales podemos prevenir diferentes tipos de enfermedades que presentan los adultos mayores, adicionando que el uso y mejoramiento de las tecnologías que se utilizan actualmente para el monitoreo pueden ayudar a reducir la tasa de mortalidad de los pacientes; así como ayudará al personal de salud a contar con alertas ante mediciones graves de sus pacientes.

Gabriela Vallejo (2015), en su tesis titulada “Sistema de monitoreo de signos vitales y alerta de accidentes para personas con problemas de movilidad” tuvo como objetivo implementar el sistema mencionado, para lo cual se utilizó una metodología de investigación bibliográfica, porque es una herramienta necesaria para el inicio del proceso investigativo; la explicación científica de las distintas partes del proyecto están respaldadas por libros, artículos, revistas, documentos, direcciones electrónicas y una Investigación Aplicada, como resultado se concluye que el equipo construido es capaz de medir la presión arterial, la temperatura corporal, además de detectar si el individuo sufrió algún golpe o impacto.[10]

De lo expuesto por el autor, podemos rescatar que su alerta es una buena forma de detectar si las personas están presentando problemas en los valores de temperatura, presión y sobre todo si han sufrido de algún impacto en el cuerpo como es el caso de las caídas.

Carlos (2017), en su tesis titulada “Medición de signos vitales mediante técnicas de visión artificial” tuvo como objetivo realizar un sistema de medición de signos vitales mediante aplicación de técnicas de visión artificial; para ello se utilizó una metodología experimental, llegando a la conclusión que el trabajo describe una

revisión sistemática que analiza los aspectos de importancia, para la medición de los signos vitales; utilizando técnicas de visión artificial.[11]

De lo expuesto por el autor, es importante reconocer que la combinación de un sistema de monitoreo inteligente con datos fisiológicos del paciente y datos de movimiento son útiles para la prevención de caídas y monitoreo de los pacientes.

Gutiérrez (2016), en su trabajo de tesis Titulado: "Sistema de Monitoreo Continuo de Signos Vitales con Sensores No Invasivos y Transmisión Inalámbrica de Datos", su primer objetivo fue desarrollar un sistema de monitoreo continuo de variables fisiológicas clínicas que contarán con sensores no invasivos y transmisión de datos inalámbrica; para ello utilizo la metodología experimental y este trabajo se dividió en dos etapas: durante la primera etapa se realizó el diseño y la implementación del sistema de adquisición de señales (hardware) y durante la segunda etapa se desarrolló la creación del software; llegando a la conclusión que la elección de los sensores es un paso esencial en el desarrollo de la memoria, debido a que son los responsables de conseguir la información. No obstante, hay dos aspectos a tener en cuenta: el tamaño del sensor y su sensibilidad. El primer aspecto es importante porque cada sensor elegido debe ser integrado en la camiseta, no debe generar molestias al usuario, no debe interferir con sus actividades diarias y no deben ser invasivos. Finalmente, el autor recomienda que los futuros trabajos deberán enfocarse en mejorar las etapas de desarrollo del sistema. [12]

De lo expuesto por el autor, es importante reconocer que la elección de los sensores es fundamental ya que se buscarán componentes más accesibles y no invasivos para su uso, recordar que, para el paciente, es esencial que el prototipo que utilice no debe de interferir en su vida cotidiana.

2.1.2 Antecedentes nacionales

Eberth (2018), en su tesis titulada "Diseño e implementación de una red de área corporal inalámbrica, para el monitoreo y control de signos vitales en pacientes

de la tercera edad con enfermedades cardiovasculares, en el Hospital Nacional Arzobispo Loayza de la ciudad, provincia y departamento de Lima”, el objetivo es determinar la influencia en el monitoreo y control de signos vitales de la WBAN, en los pacientes adultos mayores que padecen enfermedades cardiovasculares, en el Hospital Arzobispo Loayza de la ciudad, provincia y departamento de Lima, para ello se utilizó una Metodología cuantitativa, el objetivo es la búsqueda, selección y análisis de magnitudes numéricas para determinar los resultados en el área de las tecnologías inalámbricas de corta distancia y en aspectos relacionados a enfermedades cardiovasculares. Además, se usó el protocolo TDMA que permite realizar la comunicación en un solo salto que mejora el ciclo de trabajo del sistema, manteniendo la comunicación eficaz y segura, disminuyendo el consumo de la energía en los nodos sensores y se concluye que la dependencia de los nodos sensores de una red WBAN influyen en la mejoría de la transmisión de signos vitales en pacientes con enfermedades cardiovasculares. Finalmente, el autor indica que es recomendable el uso de la tecnología WBAN en la implementación del sistema de monitoreo y control de signos vitales en pacientes adultos mayores con enfermedades cardiovasculares, debido a que no afecta en la movilización del paciente por usar banda de frecuencias altas, que disminuyen la relación señal ruido [13].

De lo expuesto por el autor, podemos rescatar que la dependencia de los nodos sensores de la red WBAN realiza una mejoría en la transmisión de signos vitales en pacientes con enfermedades cardiovasculares, porque el protocolo TDMA utilizado permite la comunicación en un solo salto, optimizando así el ciclo de trabajo del sistema sin afectar la movilización del paciente.

Esteban & L. F. Roa Martínez (2019), en su tesis titulada” Diseño e implementación de un prototipo para un sistema de monitoreo de signos vitales con aplicación”, el objetivo general era diseñar e implementar un prototipo con aplicación en dispositivos móviles, de un sistema de monitoreo de signos vitales, para ello utilizó la metodología experimental comparativa; mediante las

comparaciones con las medidas de los instrumentos patrón, se halló la precisión (%) de los sensores, llegando a la conclusión que el prototipo es una herramienta confiable, debido a que el margen de error es pequeño y cercano al de los instrumentos patrón usados en la realización de las pruebas. Y, comparando el precio de los equipos médicos sofisticados, el prototipo tiene un costo bajo. No obstante, cabe recordar que el diagnóstico médico realizado por el prototipo debe ser analizado por un especialista. Finalmente, el autor recomienda que, en la aplicación de los dispositivos móviles, puede ser incluido diferentes opciones como una que permita desplegar gráficos en tiempo real de la evolución de las magnitudes medidas por el prototipo. [14]

De lo expuesto por el autor, se reconoce que las mediciones sean realizadas en un espacio óptimo y con el debido cuidado requerido. Adicionalmente, sus datos de información obtenidos serán reflejados en una gráfica y el médico tratante podrá visualizar el performance de los valores de medición de los signos vitales cuando el paciente se los muestre, esto ayudará a que el especialista tenga una información a detalle del comportamiento de los signos de su paciente.

Calderón, J. (2019). En su trabajo de tesis titulada: "Implementación de un oxímetro de pulsos para monitorizar la saturación del paciente a distancia", el objetivo general es diseñar un oxímetro de pulso que realice la monitorización a los pacientes en su propio domicilio, por esa razón la metodología en el desarrollo de esta investigación tecnológica aplicada se divide en las siguientes etapas: Plantear y formular el problema, documentar el funcionamiento ,diseñar la solución (Proyecto),implementar, realizar pruebas de funcionamiento, analizar resultados y obtener conclusiones; concluyendo que para la implementación de este sistema se debe importar algunos componentes como los diodos encapsulados emisores para la implementación del sensor de saturación. Porque durante las pruebas se excluyó la posibilidad de utilizar diodos comunes. Finalmente, el autor recomienda utilizar componentes de bajo consumo eléctrico para alargar la vida útil de la batería. Además, se requiere acceso de la red a

una dirección con IP pública fija para asegurar la conectividad con el paciente.
[15]

De lo expuesto por el autor, se reconoce que la implementación de un sensor conlleva a una etapa de pre-amplificación, y el ruido del ambiente realiza una interferencia con las mediciones, en consecuencia, es importante incorporar una etapa de filtro pasa bajo, pasa alto y pasa banda. Adicionalmente que es preferible utilizar componentes con bajo consumo eléctrico para que su durabilidad sea prolongada.

Reyes Brayan (2018), en su tesis titulada “Diseño de sistema de monitoreo de signos vitales de pacientes en emergencias de la Cía De bomberos Salvadora Trujillo N°26” el objetivo es diseñar un sistema de monitoreo con interfaz para interacción médico-paciente, que monitorice signos vitales (temperatura, presión arterial, oximetría y pulso) de pacientes en emergencias atendidas en las condiciones de trabajo de la Cía. de Bomberos Salvadora Trujillo N° 26, por ello se utilizó una Metodología Experimental, obteniendo como resultado estadísticas similares entre las lecturas de la tarjeta de adquisición de datos de signos vitales portátil y los dispositivos comerciales encontrados en los alrededores de los hospitales de la zona. Finalmente, el autor recomienda que cuando se toman los signos vitales de un paciente, estos datos se guardan de manera local, ya sea en el teléfono o en la memoria microSD, pero para contar con un mayor respaldo, estos deberían ser guardados en una base de datos en la Internet para su uso posterior. En tal sentido, futuros trabajos de investigación necesitan implementar una base de datos en la Internet y un portal web mediante el cual el médico y/o paciente puedan realizar la visualización de los registros de evolución del paciente o los signos vitales en tiempo real. El portal web debe contar con un control de acceso para que solo el paciente o el médico puedan acceder, protegiendo así la privacidad del paciente. [16]

De lo expuesto por el autor, realizar un sistema de monitoreo que envíe información a una base de datos es una ayuda importante a que el médico especialista tenga una mejor visión del estado del paciente, así como, la

evolución que presentan en sus signos vitales. Lo cual le permitirá tener una vista más panorámica para un futuro tratamiento.

Yupanqui & Roncal (2018), en su tesis titulado “Diseño e implementación de un módulo de monitoreo cardíaco portátil para zonas rurales” el objetivo es diseñar y desarrollar un módulo portátil de bajo costo de monitoreo cardíaco para zonas alejadas, por lo que se usó una Metodología Experimental, concluyendo que se logró la implementación de un sistema capaz de adquirir y transmitir la señal electrocardiográfica vía comunicación inalámbrica, que se visualiza en un aplicativo a tiempo real, que se encuentra instalado en la computadora además de que el prototipo que se desarrolló en su tesis tiene una interfaz fácil de usar para el usuario que fue validado por especialistas médicos. Finalmente, el autor sugiere que el prototipo fabricado en la presente tesis se pueda unir con un sensor de saturación de oxígeno en la sangre, para obtener un módulo portátil de monitoreo de signos vitales de bajo costo. [17]

De lo expuesto por el autor, podemos decir que es factible poder realizar un módulo portátil cardíaco o con algunas funcionalidades adicionales y que su función no se vea afectado a pesar de estar en zonas rurales. Así mismo, que sea un prototipo amigable con los pacientes que lo usen a fin de evitar que afecte la vida cotidiana de las mismas.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Monitor de signos vitales

Es un dispositivo que proporciona en tiempo real y de forma continua los parámetros fisiológicos básicos de un paciente. Estos dispositivos son una herramienta para captar, procesar e indicar los valores de los signos vitales. Dependiendo de su configuración y sus especificaciones técnicas algunos constan de un sistema de alarmas que advierten cuando ocurre alguna variación adversa de los límites deseados.[18]

Los signos vitales cuantifican indicadores del estado fisiológico básico y su

respuesta de este ante diferentes estímulos tanto como patológicos y fisiológicos. Dentro de los signos vitales básicos se encuentran:

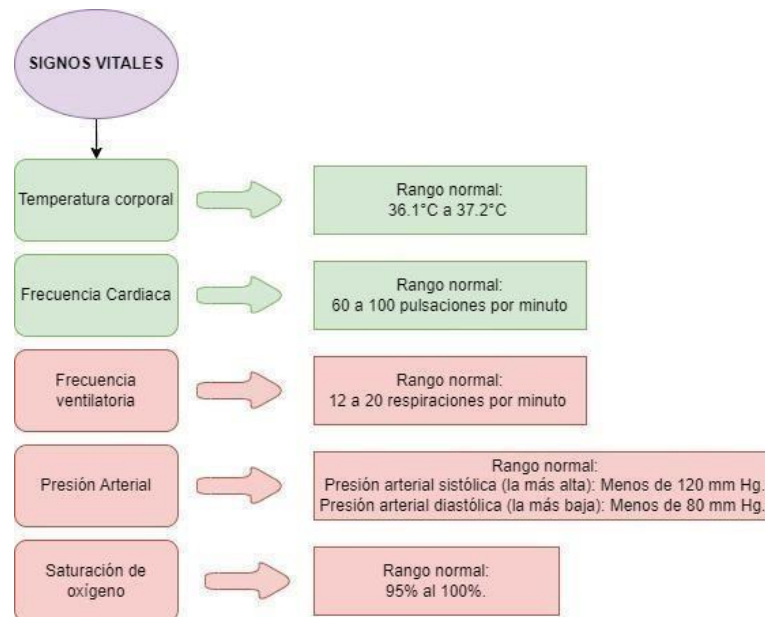


Figura 1.- Parámetros de Signos vitales normales

Fuente: Elaboración propia

a) Monitores de signos vitales portátiles: Son dispositivos diseñados para entornos donde se requiere portabilidad por lo cual estos dispositivos son livianos, compactos, funcionan con batería recargable con duración de al menos 2.5 horas, cuentan con alarmas configurables y dependiendo de sus especificaciones técnicas algunos cuentan con conectividad inalámbrica y capacidad de almacenamiento de datos. Estos dispositivos captan, amplifican, procesan, y muestran los parámetros fisiológicos básicos del paciente. [18]

2.2.2 Asistencia virtual

Es un programa informático diseñado para entender y responder a las consultas de los usuarios por lo que utilizan tecnologías como el procesamiento del lenguaje natural y aprendizaje automático. Las funciones que pueden

desempeñar los asistentes virtuales son variadas como, por ejemplo: programar recordatorios, enviar mensajes de texto, informar sobre el clima, etc. [19]

2.2.3 Adultos mayores con discapacidad visual

a) Adultos mayores:

Los adultos mayores en el rango de edad de 60 a 74 años son denominados de edad avanzada; las personas de 75 a 90 son consideradas viejas o ancianas, y las que sobrepasan los 90 se les denomina grandes longevos. A toda persona mayor de 60 años se le denomina de forma indistinta persona de la tercera edad. [20]

b) Enfermedades oftalmológicas asociadas a la deficiencia visual en adultos mayores

La deficiencia visual en adultos mayores está asociada a diversas enfermedades oftalmológicas, dentro de las que las principales causas son la degeneración de la mácula asociada a la edad, retinopatía diabética, presbicia, ojo seco, oclusión de la vena retiniana y el glaucoma. [21]

2.3. Marco Conceptual

Sistema de monitoreo de signos vitales

Según el autor Gutiérrez, la monitorización de los signos vitales se realiza utilizando diferentes sensores para obtener los parámetros fisiológicos del paciente, estos sensores van a recibir las señales y lo van a digitalizar mediante un microcontrolador para que posteriormente se visualice. [22]

En ese sentido, en el presente informe de investigación la monitorización consistirá en la medición constante de los parámetros fisiológicos con el uso debido de sensores no invasivos para el uso humano y se verá reflejado en el aplicativo móvil.

Según los autores Salcedo y Lobos, con la medición de los signos vitales podemos apreciar el estado de salud de una persona, debido a que los rangos de evaluación cuentan con un cierto parámetro de normalidad y los signos vitales deben permanecer dentro del mismo.[23]

En ese sentido, en el presente informe de investigación la toma de los signos vitales es esenciales para poder visualizar el estado óptimo en la que se debe encontrar un paciente.

Prevención de enfermedades

Según el autor Catalano, existen 2 tipos de prevención, la primera que consiste en la orientación de métodos de acción que ayudan a prevenir futuros riesgos; la segunda, consiste en la preparación del individuo para una futura respuesta ante un futuro peligro.[24]

En ese sentido, el presente informe de investigación la prevención será la toma de medición de la temperatura y frecuencia cardiaca, esto nos ayudará a la preparación del paciente para determinar la solución en caso cuente con alguna una enfermedad.

Según el autor Contino, la prevención es un grupo de acciones que se utilizan para apoyar a un conjunto de personas que se encuentren en una situación de vulnerabilidad y para ello se emplean diferentes diligencias que evitan el inicio de la problemática.[25]

En ese sentido, el presente informe de investigación preverá mediante la toma de los signos vitales a los adultos mayores con discapacidad visual ya que, como es de conocimiento, son los más vulnerables a sufrir futuros problemas de salud.

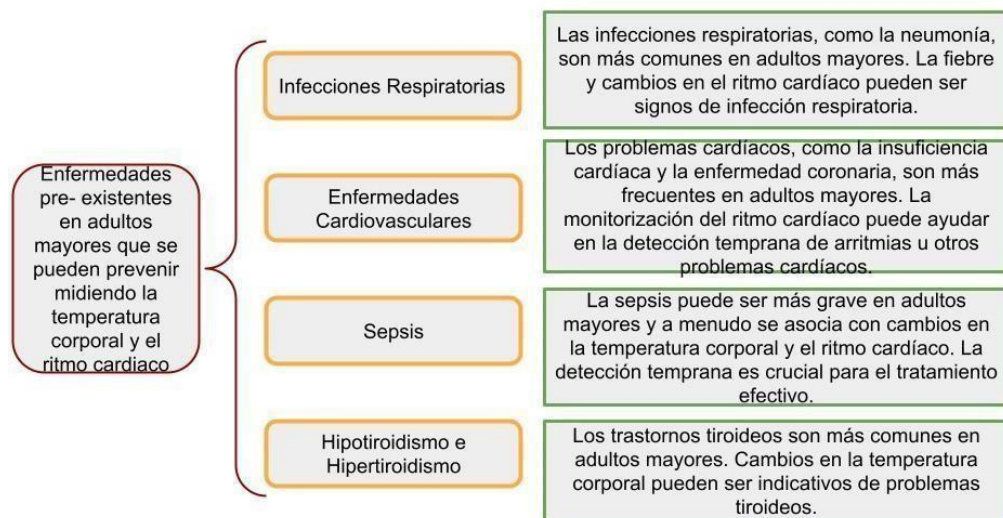


Figura 2.- Enfermedades preexistentes en adultos mayores que se pueden prevenir midiendo la temperatura corporal y el ritmo cardíaco.

Fuente: Elaboración propia

Asistencia virtual

Según el autor García, la asistencia virtual es el instrumento que ha avanzado de la inteligencia artificial, puesto que hace el uso de una preparación y procesamiento del lenguaje que naturalmente usamos en la vida cotidiana.[26]

En ese sentido, el presente informe de investigación contará con una asistencia virtual básica que permitirá que el paciente se relacione más rápido con el uso del aplicativo, obteniendo información necesaria que les ayudará a mantenerse informados de su estado de salud.

I1 = Alertas orales

I2 = Asistencia informativa oral

Medición constante de los signos vitales

Según los autores Villegas, la medición constante de los signos vitales demanda que el personal quién las toma debe contar con ciertas características que les permitan conocer y diagnosticar a tiempo el estado de un paciente. Por ello, es importante que se les brinde toda la información correspondiente de la toma de los signos vitales. [27]

En ese sentido, el presente informe de investigación busca ayudar al paciente a conocer los rangos de medición básicas acorde a su edad para que puedan monitorear sus signos vitales de manera óptima, por ello se implementó, un sistema de alarma en caso los valores de medición se encuentren fuera del rango establecido.

I1 = Frecuencia cardiaca

La frecuencia cardiaca es el número de veces que se contrae el corazón por el tiempo de un minuto, este funcionamiento le permite al corazón trabajar con normalidad. [28]

$$\text{Frecuencia cardiaca (ppm)} = \frac{\text{Numero de pulsaciones}}{\text{Tiempo en minutos}}$$

Ecuación 1.- Fórmula de la frecuencia cardiaca

I2 = Temperatura corporal

2.4. Definición de términos básicos

- Comandos de voz (CV): Se define como comandos de voz a las instrucciones que se le emite a algún sistema sin el uso de algún recurso o indicación manual. Para ello se utiliza la tecnología de reconocimiento de voz para una comunicación bidireccional. [29]
- Procesamiento electrónico de datos (PED): Se basa en recabar, evaluar y ordenar datos para lograr conseguir información concisa que se necesita

para el análisis del problema y posterior elección de decisión por parte del usuario con respecto a la indagación obtenida.[30]

- Adultos mayores (AM): Son aquellas personas que cuentan con más de 60 años, es por ello, que ante la sociedad son considerados como personas vulnerables. [31]
- Discapacidad visual (DV): Es la afectación del sistema visual que impide que dicho sentido funcione con normalidad. Esto trae consigo que el individuo que lo posee presente consecuencias en el transcurso de su vida. [32]
- Aplicación móvil: Es una aplicación exclusivamente para ser usada en los aparatos móviles, lo cual permitirá que el usuario pueda realizar diferentes funciones dependiendo de la actividad para la cual está creada la aplicación y la necesidad que tiene el que la usa. [33]
- WBAN: Es una red de dispositivos electrónicos que recopilan y procesan información específica del cuerpo y se transmiten en tiempo real a través de tecnología inalámbrica de corto alcance. [34]
- Telemedicina: Este término hace referencia al empleo de las tecnologías de la información aplicadas a la prestación de la atención médica a distancia. Existen una variedad de herramientas que utiliza la telemedicina tales como intercambio de datos en línea, videoconferencias, dispositivos de control remoto, etc. [35]
- Sensores: Los sensores son dispositivos que responden a incentivos de una entrada y convierten esta información en señales eléctricas u otras configuraciones de salida. [36]
- Microcontrolador: Es un sistema embebido que está compuesto por un procesador central el que se encarga de ejecutar las instrucciones, periféricos que le permiten interactuar con un entorno y una memoria que se encarga de almacenar el código del programa y los datos eventuales durante la ejecución del programa. [37]
- Software: Es la parte lógica y no es tangible en un sistema informático. Existen varios tipos de software como lo son los softwares de aplicación, software de sistema, de utilidad, entretenimiento, etc. [38]
- Temperatura corporal: El equilibrio que se da entre el calor perdido y el

producido dan como resultado la temperatura corporal, la cual es controlada por el hipotálamo. Cuando se altera ese equilibrio la temperatura sube o baja del rango normal. [39]

- Frecuencia cardíaca: Es un indicador de la cantidad de veces que el corazón late por minuto. En un adulto en estado de reposo el rango considerado normal comprende de 60 a 100 ppm. [40]

III. HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1 Hipótesis

Seguidamente, presentamos las hipótesis de nuestra investigación que serán contrastadas en el desarrollo del presente informe final de tesis.

Hipótesis General

El sistema de monitoreo de signos vitales con asistencia virtual prevendrá enfermedades preexistentes y mejorará la calidad de vida en adultos mayores con discapacidad visual en el Callao, 2022.

Hipótesis Específicas

Hipótesis específica N°1: La adquisición de signos vitales con un dispositivo que maneje un protocolo de baja energía proporcionará un diagnóstico rápido y eficiente que ayude a prevenir enfermedades preexistentes en adultos mayores con discapacidad visual en el Callao, 2022.

Hipótesis específica N°2: La asistencia virtual asociada al aplicativo móvil mejorará significativamente el manejo del dispositivo y nos brindará información útil a conocer de los adultos mayores con discapacidad visual en el Callao, 2022.

3.1.1. Operacionalización de variable

Definición conceptual de las variables

Variable Independiente: Diseño de un sistema de Monitoreo de Signos Vitales.

En general el monitoreo de signos vitales se basa en la obtención de medidas de los parámetros fisiológicos por medio de sensores que se encargan de obtener estos valores que luego son procesados, transmitidos por el microcontrolador para su posterior visualización. [41]

Dimensiones

- Asistencia virtual
- Adquisición de signos vitales

Variable dependiente: Prevención de enfermedades.

La prevención de enfermedades es un conjunto de actividades que buscan mejorar la salud de un individuo, en este caso, del adulto mayor. Ello es posible con procedimientos e intervenciones integrales a fin de mantener su salud con el nivel más alto de funcionamiento y con mayor independencia sobre ello. [42]

Dimensiones

- Infecciones respiratorias
- Enfermedades cardiovasculares
- Sepsis

Tabla de operacionalización de variable

Variables	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores	Ítems
<p>Variable independiente:</p> <p>Diseño de un sistema de Monitoreo de Signos Vitales</p>	<p>En general el monitoreo de signos vitales se basa en la obtención de medidas de los parámetros fisiológicos por medio de sensores que se encargan de obtener estos valores que luego son procesados, transmitidos por el microcontrolador para su posterior visualización.</p>	<p>1.1 Asistencia virtual</p> <p>1.2 Adquisición de signos vitales</p>	<p>1.1.1 Alertas orales</p> <p>1.1.2 Asistencia informativa oral</p> <p>1.2.1 Frecuencia cardiaca</p> <p>1.2.2 Temperatura corporal</p>	<p>1.1.1.1 Alerta de emergencia</p> <p>1.1.1.2 Alerta de toma de medicina</p> <p>1.1.2.1 Temperatura del día</p> <p>1.1.2.2 Ubicación Fecha y hora.</p> <p>1.2.1.1 Latidos inferiores a 100 por minuto</p> <p>1.2.1.2 Latidos superiores a 60 latidos por minuto</p> <p>1.2.2.1 Mayor a 36.1 °C</p> <p>1.2.2.2 Menor a 37.2 °C</p>

<p>Variable dependiente: Prevención de enfermedades</p>	<p>La prevención de enfermedades es un conjunto de actividades que buscan mejorar la salud de un individuo, en este caso, del adulto mayor. Ello es posible con procedimientos e intervenciones integrales a fin de mantener su salud con el nivel más alto de funcionamiento y con mayor independencia sobre ello.</p>	<p>2.1 Infecciones respiratorias</p> <p>2.2 Enfermedades cardiovasculares</p> <p>2.3 Sepsis</p>	<p>2.1.1 Temperatura corporal</p> <p>2.2.1 Frecuencia cardiaca</p> <p>2.3.1 Temperatura corporal y frecuencia cardiaca</p>	<p>2.1.1.1 Alteraciones anómalas en la temperatura corporal</p> <p>2.2.1.1 Alteraciones anómalas en la frecuencia cardiaca</p> <p>2.3.1.1 Alteraciones anómalas en la temperatura corporal</p> <p>2.3.1.2 Alteraciones anómalas en la frecuencia cardiaca</p>
---	---	---	--	---

Tabla 1.- Operacionalización de variables

Fuente: Elaboración propia

IV. DISEÑO METODOLÓGICO

4.1. Diseño metodológico

4.1.1. Tipo de Investigación

De acuerdo con el autor Lozada, la investigación de tipo aplicada se centra en dar solución a problemas específicos generando conocimientos con aplicaciones en situaciones de la realidad. [43]

La investigación fue de tipo aplicada pues tenemos como fin dar solución al problema de la falta de monitoreo de los signos vitales de los adultos mayores y así prevenir algunas enfermedades propias de su edad.

4.1.2. Diseño de Investigación

Según la autora Stracuzzi, es considerado diseño experimental a las variables independientes que han sido modificadas intencionalmente por parte del investigador, por lo tanto, los hechos no son analizados justo como se presentan en su escenario real.[44]

Este proyecto de investigación tiene un diseño no experimental, pues no manipulamos deliberadamente las variables independientes.

El presente proyecto de investigación se divide en 2 fases, cada uno con las siguientes etapas correspondientes:

A. Diseño de un prototipo de monitoreo de signos vitales usando un protocolo de bajo consumo de energía.

A.1. Etapa de configuración del microcontrolador ESP - WROOM-32.

A.2. Etapa del diseño de integración de sensores de temperatura y frecuencia cardiaca al microcontrolador.

A.3. Etapa de recepción y envío de señales electrónicas al móvil mediante bluetooth

A.4. Etapa de integración e implementación en el PCB

B. Diseño de un aplicativo móvil que facilite el manejo del prototipo en adultos mayores con discapacidad visual leve.

B.1. Etapa de diseño de un aplicativo móvil.

B.2. Etapa de implementación de funciones que reciban y almacenan los datos enviados por el microcontrolador.

B.3. Etapa de integración del asistente virtual

B.4. Etapa de validación del funcionamiento del sistema.

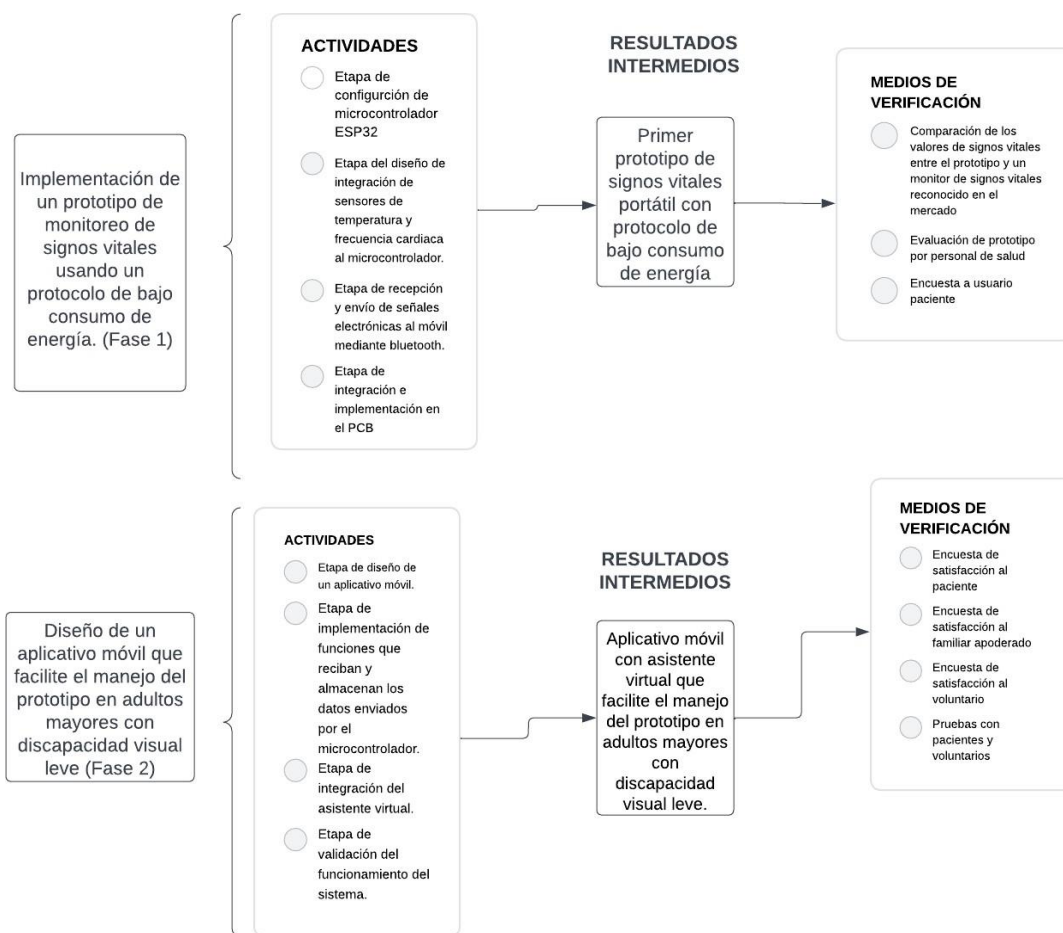


Figura 3.- Diagrama de fases del proyecto

Fuente: Elaboración propia

A. Diseño de un prototipo de monitoreo de signos vitales usando un protocolo de bajo consumo de energía.

Para el diseño del presente sistema se realizó un análisis exhaustivo de los componentes a utilizar en el prototipo, tales como los son los sensores de temperatura y frecuencia cardíaca. Es por ello por lo que se opta por elegir un microcontrolador, en este caso el ESP-WROOM-32, y sensores (MAX30102, MLX90614 (GY-906) Y MPU 6050) que estén acorde con las funciones que se requiere obtener del prototipo, los cuales son, la funcionalidad, tamaño, consumo de energía y costos en el mercado.

Para la lectura de los parámetros de los signos vitales se utilizaron los sensores MAX30102 y MLX90614 (GY-906), mientras que el sensor MPU 6050, se utilizó para detectar si el paciente presenta alguna caída abrupta. La captación de estas señales es enviada al aplicativo móvil mediante bluetooth para su respectivo almacenamiento.

A.1. Etapa de configuración del microcontrolador ESP-WROOM-32.

El ESP-WROOM-32 es un microcontrolador que posee un sistema de un chip que nos permite utilizar la solución de Wifi/ Bluetooth para la transmisión de los datos obtenidos de los sensores conectados a los periféricos. Cuenta con una frecuencia de 2.4Ghz y una potencia de 4nm lo cual nos permite considerar a este microcontrolador como el óptimo para la misión del presente proyecto. [45]

A diferencia de los otros microcontroladores del mercado, se eligió este microcontrolador por sus siguientes características:

- Económico
- Bajo consumo de energía
- Mejor captación, purificación y transmisión de señales
- Uso de tecnología IoT: WiFi y Bluetooth

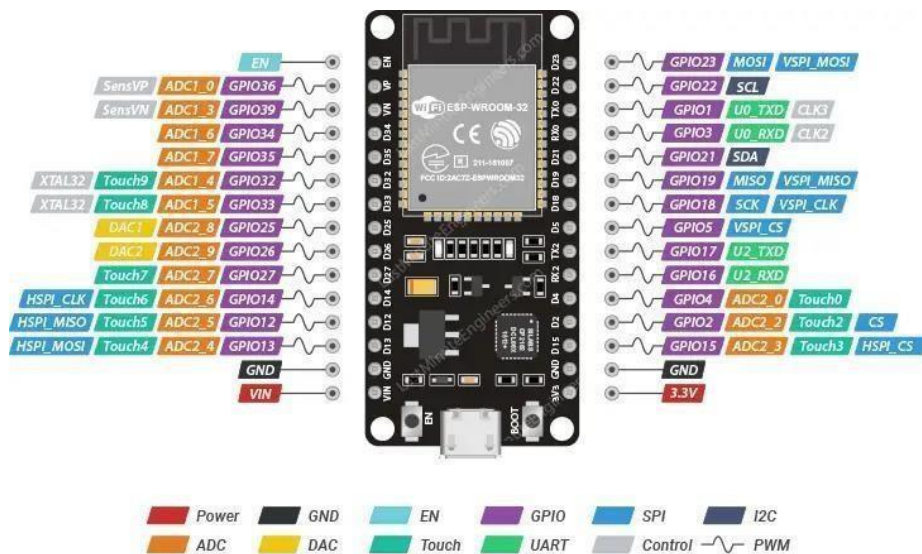


Figura 4.- Pines de salida del ESP-WROOM-32

Fuente: Portal web de Last Minute Engineers [46]

a.1) Programación:

La programación se realizó empleando el entorno de desarrollo Thonny y la programación la hemos desarrollado utilizando el lenguaje de programación Python.

El código principal del programa está compuesto por la importación de las bibliotecas y módulos a utilizar, esto incluye las bibliotecas para el manejo de los sensores el control de GPIO, temporizadores, Bluetooth, etc.

Asimismo, en el código principal hemos configurado los pines, temporizadores y sensores utilizados. También, hemos creado una instancia de la clase ESP32_BLE para manejar la comunicación y poder enviar datos a dispositivos conectados. El LED en el dispositivo parpadea para indicar si hay una conexión BLE establecida.

Algoritmo principal del sistema de monitoreo

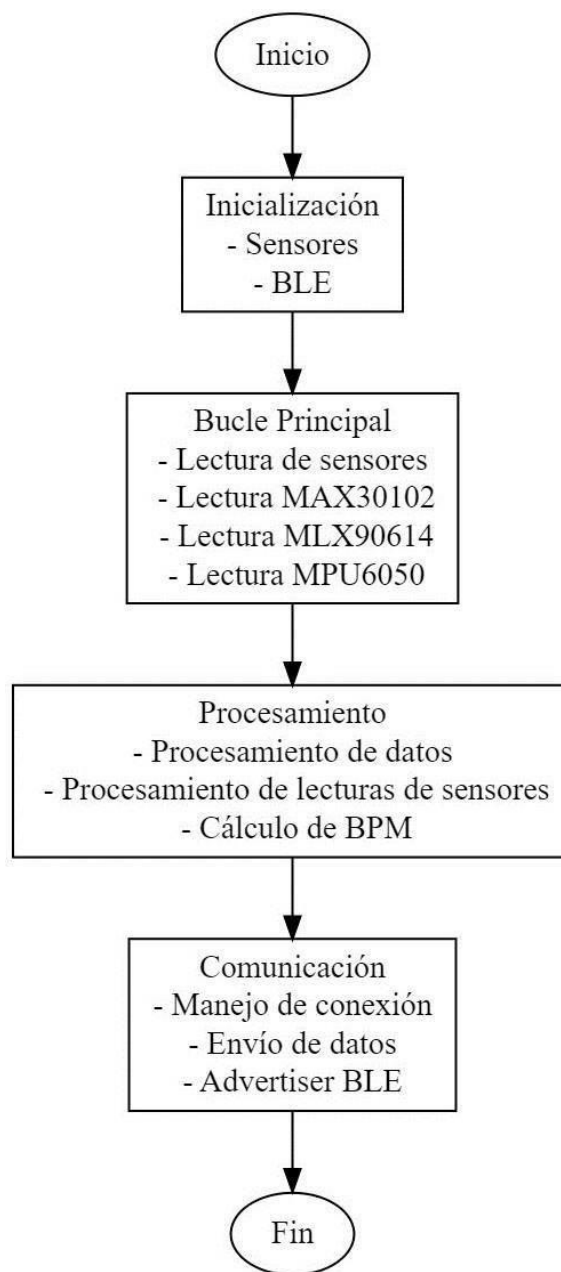


Figura 5.- Diagrama de flujo de código de programación del sistema de monitoreo de los signos vitales

Fuente: Elaboración propia

```
Thonny - Dispositivo MicroPython : /main.py @ 18:1
Fichero Editar Visualizar Ejecutar Herramientas Ayuda

<sin nombre> [main.py] [boot.py] [circular_buffer.py]
-----
13 is_ble_connected = False
14 led = machine.Pin(15, machine.Pin.OUT)
15 led_state = 0
16
17 start_time = time.ticks_ms()
18 interval = 10000 # 500 ms interval
19 #iniciqizizacion bluethoth
20 #name = 'ESP32'
21 #ble = bluetooth.BLE()
22
23 #uart = BLEUART(ble,name)
24
25 led = Pin(2, Pin.OUT)
26
27 MAX_HISTORY = 32
28 history = []

Console
-----
Traceback (most recent call last):
  File "main.py", line 217, in <module>
  File "max30102.py", line 655, in check
KeyboardInterrupt:
MicroPython v1.19.1 on 2022-06-18; ESP32 module with ESP32
Type "help()" for more information.
MicroPython v1.19.1 on 2022-06-18; ESP32 module with ESP32
Type "help()" for more information.
>>>
```

Figura 6.- Programa principal

Fuente: Elaboración propia

A.2. Etapa del diseño de integración de sensores de temperatura y frecuencia cardiaca al microcontrolador.

En la siguiente etapa se realiza la integración mediante un circuito de los sensores que ayudarán a la detección de los signos vitales y la caída del paciente con el microcontrolador ESP-WROOM-32. Los sensores utilizados en el presente proyecto son los siguientes:

- MAX30102: Módulo que cuenta con bajo ruido en su corriente LED y la captación de la señal de fotodiodo, es por ello por lo que son excelentes sensores que miden la absorción de la luz. Su implementación nos permite realizar un subsistema que nos permite captar frecuencia cardiaca de una persona y proporciona la medición a nuestro microcontrolador. El MAX30102 utiliza la tecnología fotopleletismografía (PPG). Un algoritmo analiza la señal PPG e identifica los puntos máximos que corresponden a cada pulso cardiaco. La frecuencia cardiaca se calcula a partir del transcurso de tiempo entre los picos PPG. [47]

$$\text{Frecuencia cardiaca} = \frac{60}{\text{intervalo entre picos}}$$

Ecuación 2.- Frecuencia cardiaca

Donde el intervalo se mide en segundos.

MLX90614(GY-906): Sensor que nos permite obtener la temperatura de un objeto sin la necesidad del contacto físico, sus rangos de medición en el medio ambiente son de 40-125°C y para detección de temperatura de un objeto varía entre 70-380°C. [48]

Para detectar la potencia emitida del sensor, se utilizan las siguientes formulas:

$$P = \sigma \cdot A \cdot \varepsilon \cdot T^4$$

Ecuación 3.- Fórmula de la potencia emitida

- P: potencia total emitida
- σ : constante de Stefan-Boltzmann ()
- A: área superficial del objeto
- ε : eficiencia de emisión del objeto
- T: temperatura del objeto

Donde la temperatura del objeto proviene de la siguiente fórmula:

$$T = a_0 + a_1 \cdot V_{\text{objeto}} + a_2 \cdot V_{\text{objeto}}^2$$

Ecuación 4.- Fórmula de la temperatura del objeto

- T: temperatura del objeto
- V_{objeto} : señal de voltaje medida por el sensor para la temperatura del objeto.

a_0, a_1, a_2 : coeficientes específicos del sensor

MPU 6050: Sensor que funciona como acelerómetro y giroscopio, mide el ángulo de inclinación, su funcionamiento se basa en el uso de los ejes X, Y y Z, su ángulo de inclinación de la plataforma cuenta con dos ruedas. [49]

La lectura del acelerómetro proporciona las aceleraciones en cada uno de los ejes (X, Y, Z) en unidades de gravedad.

$$\text{aceleración} = \frac{\text{lectura del acelerómetro}}{\text{sensibilidad del acelerómetro}}$$

Ecuación 5.- Fórmula de aceleración de MPU6050

La lectura del giroscopio nos suministra las tasas de giro en los ejes (X, Y, Z) en unidades de grados por segundo (°/s).

$$\text{Tasa de Giro} = \frac{\text{lectura del giroscopio}}{\text{sensibilidad del giroscopio}}$$

Ecuación 6.- Tasa de giro

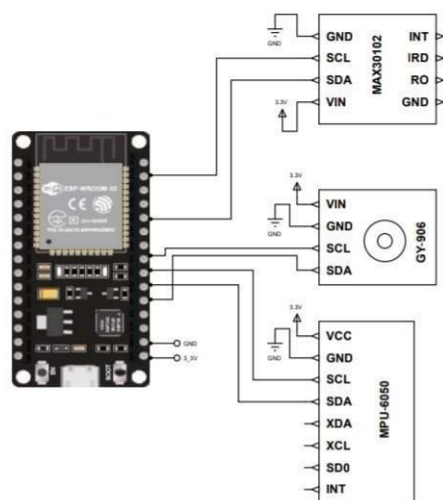


Figura 7.- Conexión de sensores al microcontrolador ESP-WROOM-32

Fuente: Elaboración propia.

A.3. Etapa de recepción y envío de señales electrónicas al móvil mediante bluetooth.

La potencia de transmisión y la sensibilidad del receptor son parámetros importantes que influyen en la cobertura de Bluetooth.

$$FSL = 20 \cdot \log_{10} \left(\frac{d}{1} \right) + 20 \cdot \log_{10} (f) + 20 \cdot \log_{10} (4\pi) + L$$

d_0

Ecuación 7.- Fórmula para calcular la pérdida de señal en la transmisión inalámbrica

Donde:

- FSL: es la pérdida de espacio libre en decibelios (dB).
- d : es la distancia entre el transmisor y el receptor.
- d_0 : es la distancia de referencia (por ejemplo, la distancia a la que se especifica la potencia de transmisión).
- f : es la frecuencia de operación en hertzios.
- L : son pérdidas adicionales.

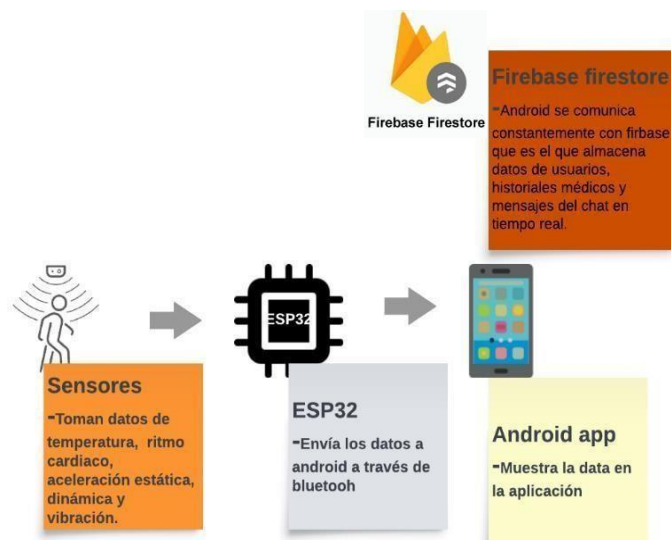


Figura 8.- Diagrama de flujo de recepción y envío de señales electrónicas al móvil

Fuente: Elaboración propia.

A.4. Etapa de integración e implementación en el PCB

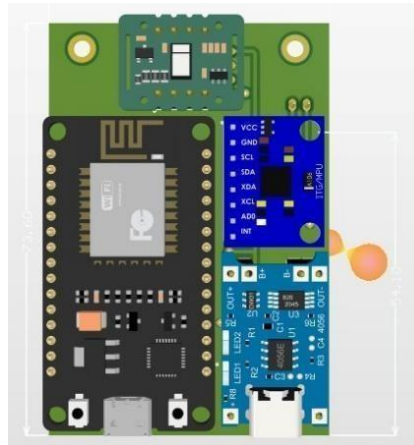


Figura 9.- PCB cara frontal

Fuente: Elaboración propia.

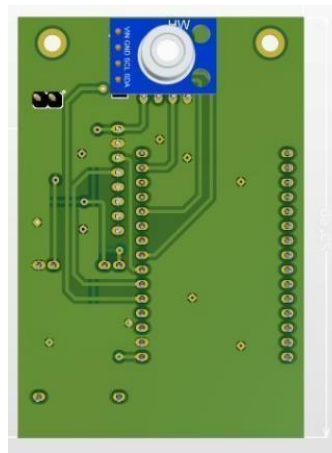


Figura 10.- PCB cara posterior

Fuente: Elaboración propia

B. Diseño de un aplicativo móvil que facilite el manejo del prototipo en adultos mayores con discapacidad visual leve.

Para esta segunda parte del diseño, nos enfocamos en realizar el aplicativo móvil con todas las funcionalidades básicas y requeridas del paciente, sumando a ello, nos permitirá obtener las señales enviadas del microcontrolador para luego ser almacenadas y mostradas en un determinado periodo de tiempo. El aplicativo también contará con un registro de voluntarios que se ofrezcan a apoyar al paciente con ciertos requerimientos que son, acompañamientos a citas médicas o apoyo con el suministro de medicamento. Finalmente, se incrementó al aplicativo móvil la función de asistencia virtual básica que cumple con la función de apoyar con cierta información al paciente mediante comando de voz.

B.1. Etapa de diseño de un aplicativo móvil

La aplicación LUDI es un asistente médico desarrollado en Flutter, diseñado para ayudar a los usuarios a realizar un seguimiento de su salud y recibir asistencia de voluntario. La aplicación utiliza Firebase como backend para almacenar datos y autenticación, Drift como base de datos local y también incorpora un sistema de chat con voluntarios médicos y un mapa para localizarlos.

b.1) Diseño del aplicativo usuario paciente:

El interfaz gráfico que es diseñado para el aplicativo móvil en la versión usuario paciente son las siguientes: interfaz de inicio de sesión, interfaz de registro del paciente, interfaz de parámetros de signos vitales y registro de caídas, interfaz de configuración de medicación, interfaz de ubicación de voluntarios, interfaz de configuración de usuario de emergencia.



Figura 11.- Interfaz de inicio de sesión

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente interfaz para registrarse se debe elegir si el usuario es paciente o voluntario.



Figura 12.- Interfaz de elección de usuario

Fuente: Elaboración propia

En el siguiente interfaz el usuario paciente debe registrarse colocando sus nombres completos, foto, número de celular, correo electrónico y contraseña.



Completamos todos los campos (son obligatorios para continuar) y seleccionamos en el botón "Guardar."

Figura 13.- Interfaz de registro de usuario

Fuente: Elaboración propia

En la próxima interfaz se observan los parámetros de los signos vitales y los registros de caídas.



Seleccionamos el botón de micrófono para activar el asistente virtual e indicarle la tarea a realizar

En nuestro Dashboard tendremos 3 secciones:

- Prueba de función cardíaca.
- Prueba de temperatura
- Detección de caídas

En donde podremos acceder a otras gráficas y mediciones al seleccionarlas (excepto en el de detección de caídas)

Barra de desplazamiento entre páginas

Figura 14.- Interfaz de registro de parámetros de signos vitales y caídas

Fuente: Elaboración propia

Nuestro dashboard cuenta con gráficos de los ppm mínimos y máximos de 7 días, 31 días y 12 meses.



Figura 15.- Gráfica de ppm en los últimos 7 días de registro

Fuente: Elaboración propia



Gráfico de 7 días, 31 días y 12 meses.

En el cual tendremos gráficos de la evolución de nuestra temperatura.

Cada color representa un estado de temperatura: bajo, normal, alto

Figura 16.- Gráfico de la evolución de la temperatura en los últimos 7 días.

Fuente: Elaboración propia

En el siguiente interfaz se configura el nombre del medicamento y el horario de toma de medicinas, esta configuración hará que suene una alarma en el horario configurado y muestre el nombre de la medicina a tomar.



Podremos seleccionar las fechas para configurar

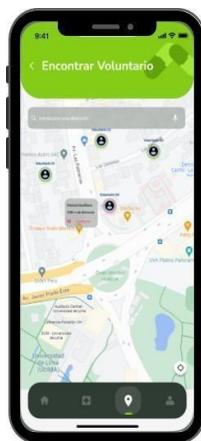
En esta vista encontraremos todos nuestros medicamentos configurados, y también podremos eliminarlos

Botón para añadir nueva medicación

Figura 17.- Interfaz de configuración de alarma de medicamentos

Fuente: Elaboración propia

El siguiente interfaz está diseñado para que el paciente pueda localizar al voluntario cercano a él y contactarlo para que lo apoye en su traslado en caso de emergencia. En ese mapa del interfaz el usuario ingresará los datos de la ubicación a donde se está dirigiendo.



Tenemos un mapa que nos envía la ubicación en tiempo real de todos los voluntarios disponibles.

Seleccionamos a un voluntario y luego al botón "Contactar"

Figura 18.- Mapa de localización de voluntarios disponibles

Fuente: Elaboración propia

En el siguiente interfaz el usuario paciente configura el contacto de emergencia al cual se enviará el mensaje de advertencia cuando se detecte una caída o cuando los parámetros de signos vitales salgan de los parámetros normales.



Figura 19.- Configuración de contacto de emergencia.

Fuente: Elaboración propia

b.2) Diseño del aplicativo usuario voluntario:

El aplicativo está diseñado para que el acceso de usuario voluntario tenga un interfaz de inicio de sesión, un formulario de registro donde completará sus datos personales y de contacto, asimismo cuenta con slide de chat donde el voluntario podrá ponerse en contacto con el paciente.

En el interfaz de inicio de sesión, el usuario tendrá que colocar su correo y contraseña que configuró al momento de su registro al aplicativo.



Figura 20.- Inicio de sesión de usuario voluntario

Fuente: Elaboración propia

En el siguiente interfaz el usuario voluntario debe registrar sus datos personales y de contacto.



Figura 21.- Slide de registro de usuario voluntario

Fuente: Elaboración propia

El siguiente interfaz está diseñado para que el usuario voluntario pueda contactarse por medio de chat con el usuario paciente.

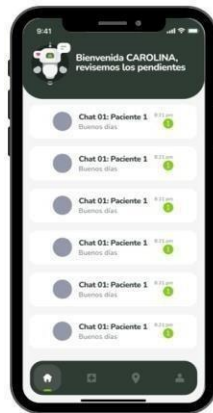


Figura 22.- Slide de chat de usuario voluntario y voluntario paciente

Fuente: Elaboración propia.

b.3) Programación de aplicativo móvil:

El código que se presenta a continuación fue utilizado para desarrollar la aplicación móvil y está escrito utilizando el framework de desarrollo Flutter. Entre las características principales del código se incluyen la inicialización de Firebase a través de flutterLocalNotificationsPlugin, la configuración de canales y notificaciones, la gestión de permisos para almacenamiento, micrófono, Bluetooth, SMS y notificaciones, así como la utilización de MultiProvider para la inicialización de proveedores y servicios. Además, se implementa la función principal main. En resumen, el código establece la estructura fundamental de una aplicación Flutter que hace uso de Firebase para autenticación, almacenamiento y base de datos, incorporando también notificaciones locales y gestión de permisos del sistema.

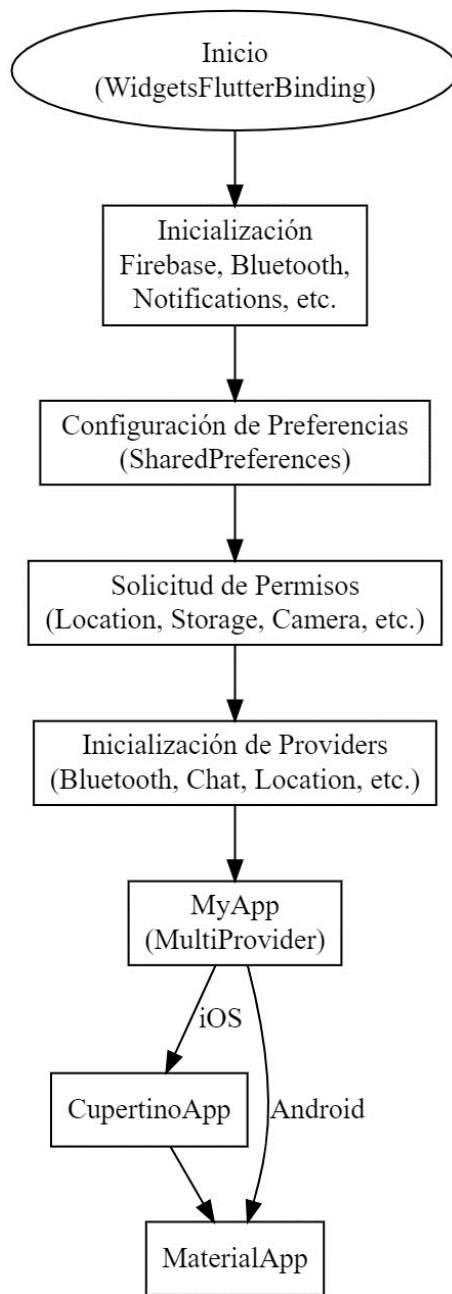


Figura 23.- Diagrama de flujo de programación del aplicativo móvil

Fuente: Elaboración propia

B.2. Etapa de implementación de funciones que se encarga de la recepción y almacenamiento de los datos.

La información de los signos vitales se almacena en Drift, que actúa como una base de datos local en el dispositivo del usuario. Este sistema proporciona un acceso rápido y eficiente a los datos. Además, se utilizó Firestore para almacenar información como datos de usuarios, historiales médicos y mensajes de chat en tiempo real.

B.3 Etapa de integración del asistente virtual.

El asistente virtual está integrado mediante el uso del Asistente Virtual de Google. Puede activarse simplemente presionando el icono del micrófono en nuestra aplicación y emitiendo el comando correspondiente.

B.4. Etapa de validación del funcionamiento del sistema.

Se realizan las pruebas de funcionamiento del aplicativo móvil encontrándose que funcionan correctamente todas sus funcionalidades principales.

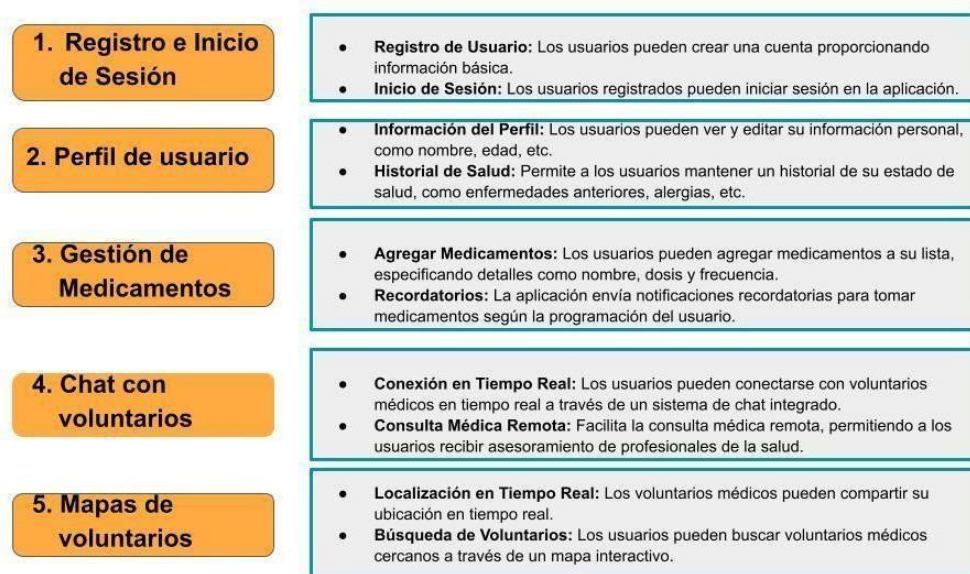


Figura 24.- Funciones principales del aplicativo móvil

Fuente: Elaboración propia.

4.1.3. Nivel de la investigación: De panel

Según el autor Cabrer, el diseño longitudinal en panel es la composición de diseños transversales y secuencias seculares puesto que las magnitudes, registros y exploraciones son tomadas de un mismo modelo de un mismo grupo poblacional.[50]

De lo expuesto por el autor el presente proyecto de investigación es de nivel de panel debido a que nuestros registros son tomados de un mismo grupo de análisis.

4.2. Método de investigación

Según los autores Rodríguez y Pérez, en el método hipotético – deductivo se utilizan las hipótesis como el inicio de las futuras deducciones, es decir, son todos aquellos datos empíricos que son sacados de las deducciones de la persona que se someten a una prueba de veracidad para determinar si las hipótesis iniciales fueron las correctas o no. [51]

En tal sentido, el presente trabajo de investigación presenta un método hipotético deductivo, hipotético porque se prueba la hipótesis de la investigación y es deductivo debido a que se buscó probar las hipótesis mencionadas en el presente trabajo.

4.3. Población y muestra

Población: De acuerdo con el autor Sampieri, la unión de todos los incidentes que encajan en una secuencia de especificaciones son denominados población.[52]

Según el doctor Arias la población es la agrupación innumerable o acotada de individuos que comparten atributos colectivos para los que serán extensibles las conclusiones del análisis.[53]

De lo expuesto por los autores, la población para el presente trabajo de investigación fueron las personas adultas mayores con alguna discapacidad visual leve que habitan en la provincia constitucional del Callao.

Muestra: A lo mencionado por los autores Sampieri, Collado y Baptista, en la investigación es considerado muestra, al grupo de personas que cuentan con características en común para ser una población de estudio y ser evaluados por el investigador. [54]

Para el autor Tamayo, la muestra es una fracción de la población que cuentan con ciertas características, dichas características son utilizadas para realizar un estudio de investigación. [55]

De lo rescatado por los autores, la muestra para el presente trabajo de investigación son los adultos mayores con discapacidad visual leve que habiten en la provincia constitucional del Callao.

Muestreo: En consonancia con la definición dada por el autor Arias, el muestreo consiste en el procedimiento en el que se averigua la posibilidad que tiene cada elemento de constituir parte de la muestra.[53]

De acuerdo con el autor Morillas, la elección de los individuos a analizar se hace fundamentando en su existencia o no, en un definido tiempo y espacio.[56]

De lo expuesto por los autores, la técnica de muestreo es probabilística y emplearemos un muestreo aleatorio simple, pues nuestro proyecto de investigación tiene un enfoque imparcial y objetivo. Por lo tanto, el presente trabajo de investigación el muestreo son los adultos mayores con discapacidad visual leve en la provincia constitucional el Callao.

4.4. Lugar de estudio y periodo desarrollado.

El presente proyecto será realizado en la provincia constitucional del Callao- Perú en los meses comprendidos entre los años 2022- 2023, lugar donde moran una cantidad considerable de adultos mayores con discapacidad visual leve.

4.5. Técnicas e instrumentos para la recolección de la información

En las siguientes líneas, se mencionan los instrumentos y técnicas para la recolección de información para nuestro objeto de estudio.

4.5.1. Técnicas para la recolección de la información

A lo mencionado por el autor Méndez, la técnica de recolección de datos son las fuentes o medios que le permiten al investigador contar con toda la información requerida con respecto a algún tema en específico. [57]

De lo indicado por el autor, en nuestro trabajo realizado podemos indicar que nuestra técnica de recolección de datos son la observación y la encuesta.

Observación: Concordando con el autor Sabino, la observación se define como la aplicación metódica y sistematizada de nuestra capacidad sensorial, con el objetivo de dar solución al problema en análisis. Esta práctica puede ser directa, donde el investigador forma parte activamente del conjunto analizado, o indirecta, cuando el investigador no forma parte del conjunto analizado y se limita a recopilar información. [58]

En este proyecto de investigación aplicaremos el tipo de observación indirecta en búsqueda de los datos necesarios de la realidad problemática sin nuestra intervención como parte de los datos de análisis. Observaremos el tiempo de consumo de la batería y la velocidad de respuesta del prototipo.

Encuesta: A lo indicado por el autor Méndez, indica que la encuesta busca conocer diferentes aspectos de la población a trabajar, entre dichos aspectos tenemos las opiniones, actitudes, solicitudes, etc. Así mismo, menciona que la

recolección de información de ser la menos subjetiva posible. [57]

Para esta investigación usaremos la encuesta más simple debido a que se desea conocer las opiniones de los individuos evaluados con respecto a nuestro objeto de investigación, los resultados se ven en el anexo 10.2.

4.1.1. Instrumentos

De acuerdo con el autor Mejía, aunque existan diversos tipos de instrumentos, como los de verificación, acopio y constatación de información, aquellos que proporcionan información cuantificable son los instrumentos más valiosos. [59]

Para la presente investigación los instrumentos que se utilizarán son la observación y la encuesta.

4.1.1.1. Observación

Guía de observación

4.1.1.2. Encuesta

Cuestionario

El instrumento de recolección de información es necesario que sea aprobado en función al acatamiento de ciertos requerimientos para que estos puedan ser evaluados.

4.1.1.2.1. Validez

Basándonos en el autor Sampieri, la validez es el nivel existente de cuantificación de la variable. Asimismo, el autor define la validación de contenido como el nivel en el que el instrumento denota un influjo determinante del contenido medido [60]

Los autores comentan que la validez del instrumento es el grado real de medición de la variable a través del tiempo, por lo cual en esta investigación se aplican

instrumentos comprendidos en la operacionalización de las variables, que tienen que ser evaluadas por el personal de la salud.

4.1.1.2.2. Confiabilidad

Según el autor Sampieri, la confiabilidad de un instrumento es medida por medio de divergentes métodos con el objetivo de aplicar la repetición al mismo objetivo procurando similares resultados; con el objetivo de validar si los datos obtenidos son fidedignos para lograr los objetivos planteados durante la investigación. [60]

De lo expuesto por el autor la confiabilidad de los instrumentos busca verificar si la información obtenida es confiable para obtener los objetivos planteados en la investigación. Por lo tanto, el instrumento que se usará para la presente investigación es la guía de observación.

4.6 Análisis y procesamiento de datos Inferencial

A lo indicado por el autor Porras, indica que el tipo inferencial es la generalización de características que solo ha contado con una información parcial. [61]

Es por ello por lo que en nuestro trabajo de investigación utilizamos este tipo de procesamiento, ya que utilizamos los valores de medición que cuenta el paciente en el aplicativo para luego ser evaluados por el profesional médico quien según su revisión mediante la generalización brindará un diagnóstico.

Descriptiva:

A lo indicado por el autor Porras, indica que el tipo descriptivo tiene como finalidad describir datos o información obtenida. [61]

En nuestra investigación utilizamos este tipo de procesamiento, puesto que según los datos mostrados en el aplicativo móvil el médico a cargo brindará los comentarios correspondientes al estado de salud del paciente.

4.7 Aspectos éticos en Investigación

La presente investigación, “Sistema de monitoreo de signos vitales con asistencia virtual, para la prevención de enfermedades preexistentes en adultos mayores con discapacidad visual, Callao, 2022” Académicos: El contenido de la información solo es con fines académicos.

- **Objetividad:** Los datos de esta investigación son analizados con criterios imparciales y técnicos.
- **Veracidad:** Los resultados obtenidos no son manipulados o adulterados, la información dada a conocer debe ser verdadera, cuidando la confiabilidad de esta.
- **Originalidad:** Conforme a la normativa establecida por la Universidad Nacional del Callao, se citaron las fuentes bibliográficas a fin de evitar plagio.

V. RESULTADOS

En el presente proyecto de investigación se obtuvieron resultados descriptivos e inferenciales las cuales corresponden a los resultados de las constataciones ejecutadas.

5.1 Resultados descriptivos

Hemos realizado la recopilación de información de los instrumentos para la recolección de datos, entre los resultados obtenidos presentamos la respuesta de 10 adultos mayores con discapacidad visual leve, quienes participaron voluntariamente en una prueba del uso del prototipo del sistema de monitoreo de signos vitales con asistencia virtual. A los cuales luego se les realizó un cuestionario de satisfacción la cual fue conducida por el investigador presente en las pruebas. Los resultados en el cuestionario fueron los siguientes:

		ENCUESTADOS									
	PREGUNTAS	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10
APLICATIVO MÓVIL	1	6	4	5	4	5	5	5	5	5	5
	3	4	4	5	4	5	6	4	5	5	6
	6	6	5	5	5	5	6	5	5	5	5
	7	6	4	6	6	6	6	5	6	5	6
	8	5	5	5	5	5	6	5	6	4	6
	9	5	4	5	5	5	5	4	5	5	4
	10	4	6	4	5	6	5	5	5	4	4
MONITOR DE SIGNOS VITALES	11	4	5	6	5	6	6	5	5	4	5
	2	5	5	5	4	5	5	4	5	5	4
	4	5	5	4	5	5	4	4	5	5	6
	5	5	4	5	5	5	5	5	6	4	5

Tabla 2.- Resultados del cuestionario

Fuente: Elaboración propia Excel

Los resultados de satisfacción del monitor de signos vitales están detallados en la siguiente gráfica estadística, donde se pueden observar las siguientes cifras y las tendencias asociadas con cada respuesta:

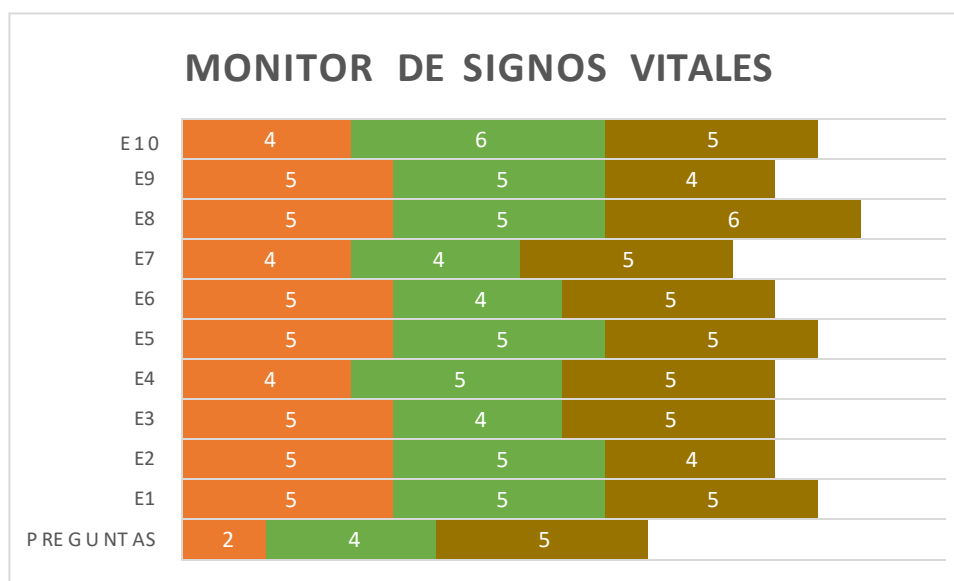


Figura 25.- Resultados en método gráfico de barras respecto a las preguntas de satisfacción del monitor de signos vitales

Fuente: Elaboración propia Excel

En la siguiente tabla se puede observar las tendencias en los promedios de las 3 respuestas de la sección de la evaluación correspondiente al monitor de signos vitales:

N°	Cuestiones	Puntaje Promedio
2	La colocación del prototipo fue accesible	4.7
4	El prototipo es de uso flexible y confortable	4.8
5	La velocidad de la detección de datos es óptima	4.9

Tabla 3.- Resultados promedios por pregunta de satisfacción del monitor de signos vitales.

Fuente: Elaboración propia Excel

De la tabla podemos medir el grado de aceptación por medio del promedio aritmético total de todas las respuestas obteniendo un valor favorable de 4.8 de 6.

Los resultados de satisfacción del aplicativo móvil detallados en la siguiente gráfica estadística, donde se pueden observar las siguientes cifras y las tendencias asociadas con cada respuesta:

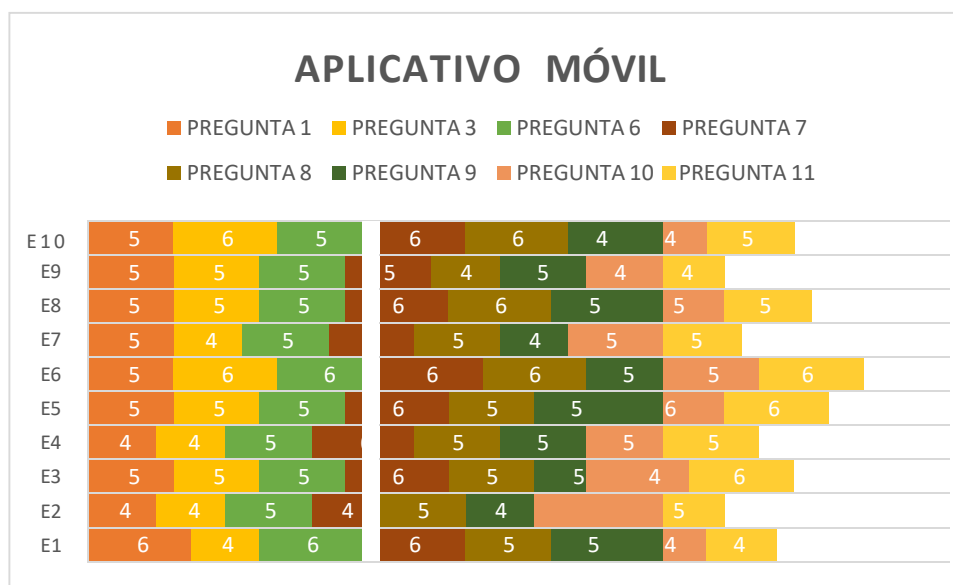


Figura 26.- Resultados en método gráfico de barras respecto a las preguntas de satisfacción del aplicativo móvil

Fuente: Elaboración propia Excel

En la siguiente tabla se puede observar las tendencias en los promedios de las 8 respuestas de la sección de la evaluación correspondiente al aplicativo móvil:

N°	Cuestiones	Puntaje Promedio
1	La descarga del aplicativo móvil fue fácil	4.9
3	El aplicativo móvil muestra las mediciones obtenidas	4.8
6	El sistema de recordatorio de medicamentos es funcional	5.2

7	El sistema de alerta de solicitud de ayuda y de caída es inmediato	5.6
8	La información obtenida del aplicativo móvil es útil	5.2
9	El apoyo del voluntario es funcional	4.7
10	La información de contacto del voluntario es suficiente	4.8
11	El manejo del sistema de uso es accesible para pacientes con o sin experiencia	5.1

Tabla 4.- Resultados promedios por pregunta de satisfacción del aplicativo móvil

Fuente: Elaboración propia Excel

De la tabla podemos medir el grado de aceptación por medio del promedio aritmético total de todas las respuestas obteniendo un valor favorable de 5.03.

A continuación, se muestran los resultados de la guía de observación utilizada en el presente informe de investigación nos brinda un resultado total en las acciones a evaluar y nos brindan observaciones a modo de realimentación positiva.

N°	ACCIONES PARA EVALUAR	REGISTRO DE CUMPLIMIENTO		OBSERVACIONES
		SI	NO	
1	Encendido del prototipo	X		El prototipo enciende correctamente y no se presenta problemas de retardo en sus funcionalidades
2	Tiempo de descarga de aplicativo móvil	X		El tiempo de descarga del aplicativo móvil es usualmente el promedio de la descarga de los aplicativos comunes, no se verifica demora en la descarga
3	Respuesta de detección de datos	X		La respuesta de la detección de datos es inmediata y los valores correctos
4	Accesibilidad de uso en el usuario	X		La accesibilidad de uso en el usuario no presenta complicaciones

5	Muestra de información sobre las mediciones en el aplicativo	X		La muestra de información de las mediciones en el aplicativo es inmediata a su detección, adicionalmente se almacena en su historial
---	--	---	--	--

6	Muestra de información de los voluntarios en el aplicativo	X		La información mostrada del voluntario en el aplicativo es lo esencial para el contacto con los mismos.
7	Funcionamiento de uso del sistema completo	X		El funcionamiento del uso del sistema completo es correcto puesto que cumple con toda la información solicitada por el usuario sin problema de funcionamiento en alguna etapa
8	Durabilidad de la batería	X		La durabilidad con la que cuenta la batería fue suficiente para las 10 pruebas realizadas.
9	Prevención de enfermedades preexistentes en adultos mayores	X		Con la detección de la temperatura corporal y el ritmo cardiaco, se logra identificar algunas enfermedades preexistentes que producen cambios en el ritmo cardiaco y fiebre en el paciente

Tabla 5.- Resultados de la guía de observación

Fuente: Elaboración propia Excel

5.2 Resultados inferenciales

En este tipo de resultados se muestra el uso del prototipo y aplicativo móvil. Se presentan las pruebas realizadas en el usuario para la demostración del funcionamiento.



Figura 27.- Vista del monitor de los signos vitales

Fuente: Elaboración propia



Figura 28.- Vista del monitor de los signos vitales

Fuente: Elaboración propia



Figura 29.- Pruebas de funcionamiento del monitor de signos vitales

Fuente: Elaboración propia

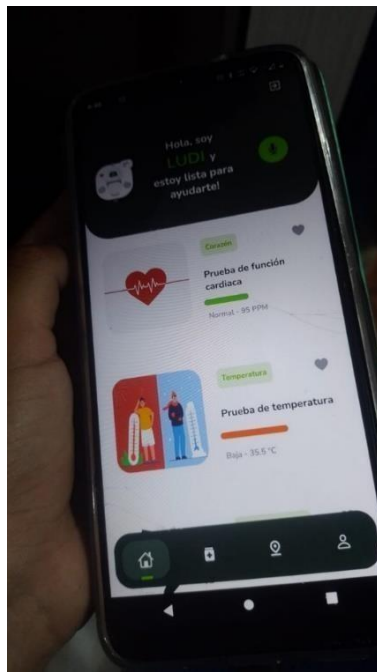


Figura 30.- Pruebas de funcionamiento del aplicativo móvil

Fuente: Elaboración propia

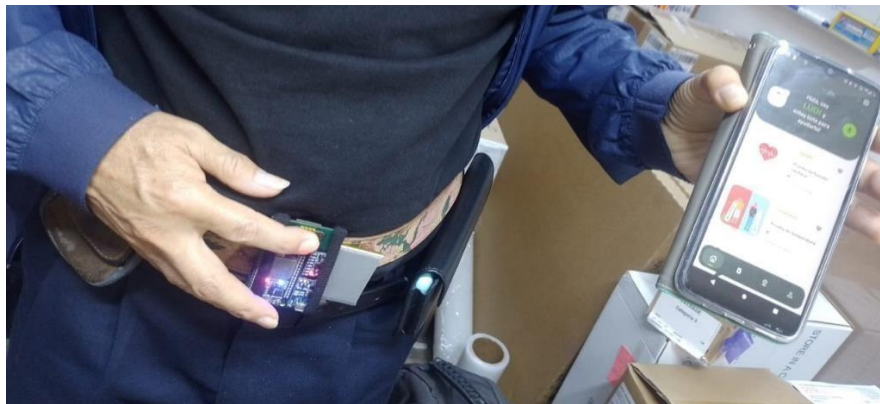


Figura 31.- Pruebas de funcionamiento del monitor de signos vitales y el aplicativo móvil en simultáneo

Fuente: Elaboración propia

VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1 Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados.

Con el presente trabajo de investigación se tuvo los resultados requeridos con un promedio general de 4.9 según nuestras encuestas realizadas que se reflejan en la Tabla N°04 y Tabla N°5 respectivamente, lo que muestra como resultado general que nuestro resultado fue cercano a TOTALMENTE DE ACUERDO.

Adicionalmente, demostramos que la guía de observación tuvo un resultado favorable con un SI en todas sus marcaciones como se refleja en la Tabla N°06, este resultado, nos ratifica que nuestro sistema de monitoreo es funcional para el uso del paciente, médico y voluntario, cumpliendo así con nuestra hipótesis general: *“El sistema de monitoreo de signos vitales con asistencia virtual prevendrá enfermedades preexistentes y mejorará la calidad de vida en adultos mayores con discapacidad visual en el Callao, 2022”*

6.2 Contrastación de los resultados con otros estudios similares.

En el presente trabajo de investigación se tuvo referente la información que menciona [22] con respecto al uso de sensores no invasivos para la detección y transmisión de datos obtenidos mediante el monitoreo continuo de los signos vitales del usuario a evaluar. En tal sentido, al aplicar el uso de este tipo de sensor el autor está destacando que la sensibilidad que posee nos permitirá obtener la señal óptima del paciente.

En el trabajo de investigación realizado por [14] se pudo destacar que la recopilación y almacenamiento de los datos obtenidos de los signos vitales da como resultado una valiosa información para el médico tratante ya que permite conocer el comportamiento de los signos vitales durante el periodo que éstos no son monitoreados por un especialista, esto les ayuda a conocer más sobre el estado de salud del paciente fuera del hospital y a poder determinar un diagnóstico oportuno que es lo que se busca en nuestro trabajo de investigación.

Finalmente, también podemos destacar del trabajo realizado por [13] que los pacientes de la tercera edad o adultos mayores son los más propensos a padecer problemas de salud acordes a su edad, es por ello por lo que mediante la toma constante de sus signos vitales podemos prevenir, evitar o tratar enfermedades preexistentes. Todo ello con un diagnóstico temprano y oportuno lo cual servirá también para evitar hospitalizaciones o diagnósticos tardíos.

6.3 Responsabilidad ética de acuerdo con los reglamentos vigentes

Los autores de la presente información asumen la responsabilidad por la información difundida en el presente informe final de investigación, conforme con el Reglamento del Código de Ética de la investigación de la UNAC, Resolución de Consejo Universitario N°260-2019-CU, en el cual se puntualiza acerca de los principios éticos como una norma de comportamiento conductual. Asimismo, los autores se responsabilizan por la evaluación obtenida y los procedimientos de su investigación cuya finalidad fue diseñar un sistema de alerta y monitoreo de signos vitales con asistencia virtual mejorará la atención a los adultos mayores con discapacidad visual.

VII. CONCLUSIONES

- El empleo de la tecnología WBAN para recabar las señales obtenidas mediante el monitoreo de signos vitales es conveniente por la seguridad de pacientes y su eficiencia en el análisis y transmisión de información de los signos vitales.
- El monitoreo constante de los signos vitales del paciente y su almacenamiento de información oportuna es una data importante para que el especialista pueda determinar un diagnóstico más específico y brindar un tratamiento determinante a la solución.
- Prevenir enfermedades preexistentes en adultos mayores disminuye el riesgo de mortalidad de estos por lo que una detección temprana mejora su calidad de vida y la de su familia.
- El uso del aplicativo móvil es útil para el almacenamiento de la información que se obtiene del paciente mediante el prototipo.
- El asistente virtual incorporado es favorable puesto que mediante ello se puede informar al familiar y médico tratante sobre el valor fuera de rango que presenta el paciente, adicionalmente, puede conectar mediante un mapa geográfico la ubicación del voluntario disponible entablando así una conversación.
- La interfaz gráfica del aplicativo móvil evidenció ser interactiva y de fácil uso tanto para el usuario voluntario y paciente. Ya que se logró observar fácil manejo de los usuarios al manejar el interfaz de configuración de alerta para toma de medicinas, el interfaz de registro y de búsqueda de voluntario para solicitar ayuda en caso de emergencia.
- Las notificaciones en caso de caídas o parámetros anómalos enviadas al contacto de emergencia y médico tratante llegaron a ser de gran ayuda pues aceleraron el tiempo de respuesta al acudir en la ayuda del paciente y tomar las acciones médicas correspondientes.

- La alarma audible de toma de medicina ayudó a los pacientes adultos mayores a tener una mayor adherencia a la toma de sus medicamentos lo cual mejora en gran medida su tratamiento médico.
- La implementación de un mapa en tiempo real, que refleje la ubicación de los voluntarios disponibles, ha optimizado la conexión entre aquellos pacientes que requieren asistencia y los voluntarios más cercanos, dispuestos a desplazarse para brindarles su ayuda.

VIII. RECOMENDACIONES

- Considerando el uso de una batería con corriente de carga de 2.5 amperios y un voltaje de 3.7 voltios se recomienda la carga de la batería por 1 hora.
- Se recomienda incluir el número de celular de la ambulancia de su institución de salud en el contacto de emergencia, facilitando la comunicación en caso de caídas o signos vitales fuera del rango del paciente.
- Es muy importante que el familiar encargado del paciente esté constantemente verificando el historial de temperatura corporal, frecuencia cardíaca y caídas del paciente para un traslado o escalamiento oportuno.
- El familiar y el médico tratante deben estar pendientes a las alarmas de emergencias enviadas por el asistente virtual mediante el aplicativo móvil con el fin de dar un soporte inmediato al paciente
- El paciente debe de tener conocimiento con respecto al uso del aplicativo y sus funciones específicas, así como también, debe de saber que toda información mostrada en el historial del aplicativo es real a menos que se altere de alguna manera la transmisión de datos, por lo que es responsable del uso óptimo del prototipo.
- Para un mejor historial de los signos vitales del paciente, se recomienda no retirar el prototipo a menos que el médico tratante indique lo contrario, ya que esto puede alterar la información.
- El voluntario debe ser una persona capaz de poder apoyar de manera voluntaria al paciente y contar con conocimientos básicos de ayuda.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] INEI, "Adultos mayores en el Perú." Accessed: Nov. 16, 2023. [Online]. Available: <https://m.inei.gob.pe/prensa/noticias/el-260-de-los-hogares-del-pais-tiene-como-jefa-o-jefe-de-hogar-a-una-persona-adulta-mayor-14096/#:~:text=En%20el%20trimestre%20de%20an%C3%A1lisis,de%20diferencia%20entre%20ambos%20sexos.>
- [2] C. Augusto. Bernal Torres, "Metodología de la investigación : administración, economía, humanidades y ciencias sociales," p. 305, 2010.
- [3] "Metodología de la investigación: administración, economía, humanidades y ... - César Augusto Bernal Torres, César A. Bernal - Google Libros." Accessed: Nov. 15, 2023. [Online]. Available: https://books.google.com.pe/books/about/Metodolog%C3%ADa_de_la_investigaci%C3%B3n.html?id=ySmOZwEACAAJ&redir_esc=y
- [4] R. Hernández, C. Fernández, and P. Baptista, *Metodología de la investigación*, 6ta Edición. México DF, 2014.
- [5] C. E. Mendez Alvarez, "Metodologia - diseño y desarrollo del proceso de investigacion con énfasis en las ciencias empresariales," *The Axis Vertebra*, vol. 9788847052. 2011.
- [6] Metodología de la investigación científica, *Metodología de la investigación científica*, Primera. Lima, 2006.
- [7] C. Augusto. Bernal Torres, "Metodología de la investigación : administración, economía, humanidades y ciencias sociales," p. 305, 2010, Accessed: Nov. 15, 2023. [Online]. Available: https://books.google.com/books/about/Metodolog%C3%ADa_de_la_investigaci%C3%B3n.html?hl=es&id=ySmOZwEACAAJ

- [8] D. Olvera and J. Gonzáles, “Diseño y construcción de un sistema de monitoreo de signos vitales,” Instituto Politécnico Nacional, México D.F, 2013.
- [9] M. Mansoor, “Smart Vital Signs Monitoring and Novel Falls Prediction System for Older Adults,” AUT University, New Zealand, 2014.
- [10] G. Vallejo, “Sistema de Monitoreo de Signos Vitales y Alerta de Accidentes para Personas con Problemas de Movilidad,” Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2015.
- [11] J. Cobos, “Medición de signos vitales mediante técnicas de visión artificial,” Universidad Carlos III de Madrid, Madrid, España, 2017.
- [12] C. Gutiérrez, “Sistema de Monitoreo Continuo de Signos Vitales con Sensores No Invasivos y Transmisión Inalámbrica de Datos,” Universidad de Concepción, Concepción, 2016.
- [13] E. García, “Diseño e implementación de una red de área corporal inalámbrica, para el monitoreo y control de signos vitales en pacientes de la tercera edad con enfermedades cardiovasculares, en el Hospital Nacional Arzobispo Loayza de la ciudad, provincia y departamento de Lima,” 2018. Accessed: Nov. 11, 2023. [Online]. Available: <http://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/2038>
- [14] L. E. Chunga Limo and L. F. Roa Martínez, “Diseño e implementación de un prototipo para un sistema de monitoreo de signos vitales con aplicación para dispositivos móviles,” Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque, 2019. Accessed: Nov. 13, 2023. [Online]. Available: <http://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/7942>
- [15] J. Calderón, “Implementación de un oxímetro de pulsos para monitorizar la desaturación del paciente a distancia,” *UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y*

- HUMANIDADES*, pp. 12-68, 2019, Accessed: Nov. 13, 2023. [Online]. Available: <https://repositorio.uch.edu.pe/xmlui/handle/20.500.12872/408>
- [16] B. Reyes, “Diseño de sistema de monitoreo de signos vitales de pacientes en emergencias de la CÍA de bomberos Salvadora Trujillo N° 26.,” Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, 2018. Accessed: Nov. 13, 2023. [Online]. Available: <https://1library.co/document/myj125py-diseno-sistema-monitoreo-pacientes-emergencias-bomberos-salvadora-trujillo.html>
- [17] J. Yupanqui and S. Roncal, “Diseño e implementación de un módulo de monitoreo cardíaco portátil para zonas rurales.,” PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ, Lima, 2018. Accessed: Nov. 13, 2023. [Online]. Available: <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/12506>
- [18] H. García-Estrada, A. Pastrana-Manzanero, O.-A. Linares-Escobar, J. García- Vázquez, M.-G. Ramírez-Sotelo, and A.-I. Cabrera-Llanos, “Monitor de signos vitales con comunicación inalámbrica Wi-Fi para unidad de cuidados intensivos desarrollado en LabVIEW y la tarjeta myRIO-1900,” *Research in Computing Science*, vol. 147, no. 12, 2018, doi: 10.13053/rcs-147-12-19.
- [19] A. Calvopiña, F. Tapia, and L. Tello-Oquendo, “Uso del asistente virtual Alexa como herramienta de interacción para el monitoreo de clima en hogares inteligentes por medio de Raspberry Pi y DarkSky API,” *RISTI - Revista Iberica de Sistemas e Tecnologias de Informacao*, vol. 2020, no. 36, pp. 102-115, Mar. 2020, doi: 10.17013/RISTI.36.102-115.
- [20] OMS, “Informe mundial sobre el envejecimiento y la salud.,” 2015. Accessed: Nov. 17, 2023. [Online]. Available: www.who.int
- [21] L. A. Travis, K. Boerner, J. P. Reinhardt, and A. Horowitz, “Exploring functional disability in older adults with low vision,” *J Vis Impair Blind*, vol. 98, no. 9, 2004, doi: 10.1177/0145482x0409800905.

- [22] C. Gutiérrez, "Sistema de Monitoreo Continuo de Signos Vitales con Sensores No Invasivos y Transmisión Inalámbrica de Datos," Universidad de Concepción, Concepción, 2016.
- [23] A. Salcedo and J. Lobos, "Estudio comparativo de los signos vitales, en pacientes sanos (ASA I) sometidos a cirugía de exodoncia, con y sin sedación oral con Midazolam," Universidad Andres Bello, Santiago, 2014.
- [24] R. Catalano and D. Doloey, "Prevención," Ensayo. Accessed: Nov. 15, 2023. [Online]. Available: <https://www.buenastareas.com/ensayos/Prevencion/53491415.html>
- [25] M. Contino, "La psicopedagogía a modo de prevención. Importancia de la detección temprana de dificultades para lograr el proceso de lectoescritura," Universidad Abierta Interamericana, Buenos Aires, 2016.
- [26] L. Garcia, "Asistente virtual tipo chatbot," Universidad Católica de Colombia, Bogotá.
- [27] V. Juliana, V. Oscar, and V. Valentina, "Seminología de los signos vitales: Una mirada novedosa a un problema vigente," pp. 1-21, Oct. 2012.
- [28] J. Valladares-García, "Frecuencia cardiaca: controla tu riesgo," *Sociedad española de cardiología*, 2018.
- [29] NFON, "COMANDO DE VOZ." Accessed: Nov. 16, 2023. [Online]. Available: <https://www.nfon.com/es/get-started/cloud-telephony/lexicon/base-de-conocimiento-destacar/comandos-de-voz>
- [30] KYOCERA, "Procesamiento de datos." Accessed: Nov. 16, 2023. [Online]. Available: <https://www.kyoceradocumentsolutions.es/es/smarter-workspaces/business-challenges/the-cloud/procesamiento-datos-grandes->

servidores.html#:~:text=El%20concepto%20de%20procesamiento%20de,
a%20cabo%20acciones%20convenientes%20en

- [31] B. Coraza and N. Tagua, "Adultos mayores albergados en un hogar estatal," Universidad Nacional de Cuyo, 2011.
- [32] P. Balboa, "Cómputo vestible para asistir a personas con discapacidad visual," Centro de investigación científica y de educación superior de Ensenada, Baja California, México, 2020.
- [33] I. Gaona, "DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA APLICACIÓN MÓVIL PARA MEJORAR EL PROCESO DE VENTA DE LÍNEAS PREPAGO EN UNA EMPRESA DE TELECOMUNICACIONES," Lima, 2020.
- [34] H. Taleb, A. Nasser, G. Andrieux, N. Charara, and E. Motta Cruz, "Wireless technologies, medical applications and future challenges in WBAN: a survey," *Wireless Networks*, vol. 27, no. 8, 2021, doi: 10.1007/s11276-021-02780-2.
- [35] E. Lodi and M. G. Modena, "Telemedicina," *G Ital Cardiol*, vol. 22, 2021, doi: 10.5712/rbmfc16(43)2552.
- [36] E. Reyes-Flores, "Tipos de Sensores," *Con-Ciencia Serrana Boletín Científico de la Escuela Preparatoria Ixtlahuaco*, vol. 1, no. 2, 2019.
- [37] J. P. Rumie Vittar *et al.*, "Sistema de Adquisición de Datos utilizando una CIAA-Safety," *Elektron*, vol. 6, no. 2, 2022, doi: 10.37537/rev.elektron.6.2.168.2022.
- [38] H. J. Meeker, "Software Development," in *Bioinformatics, Medical Informatics and the Law*, 2022. doi: 10.1145/638750.638777.
- [39] A. Guirao, "Temperatura Corporal," *La Opinión*, 2020.

- [40] S. española de Cardiología, “Frecuencia cardiaca,” *Sociedad española de cardiología, Fundación española del corazón*, 2014.
- [41] C. Gutiérrez, “ Sistema de monitoreo continuo de signos vitales con sensores no invasivos y transmisión inalámbrica de datos,” Universidad de Concepción., Concepción - Chile, 2016.
- [42] E. Calle and L. Naula, “Factores que influyen en el cumplimiento del rol del personal de salud en la promoción y prevención de la salud de los adultos mayores que acuden a centro de salud El Tambo y San Gerardo en la troncal, periodo 2016,” UNIVERSIDAD DE CUENCA, Cuenca, 2017.
- [43] J. Lozada, “Investigación Aplicada: Definición, propiedad Intelectual e Industria,” *CIENCIAMÉRICA*, pp. 47-50, Dec. 2014. Accessed: Nov. 18, 2023. [Online]. Available: <https://cienciamerica.edu.ec/index.php/uti/article/view/30/23>
- [44] S. Palella and F. Martins, *Metodología de la Investigación Cuantitativa.*, 3er ed. Caracas, 2012.
- [45] S. Berrios, “Diseño de un sistema IOT para el monitoreo y control del cultivo de lechugas en un invernadero,” UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA, Tacna, 2022.
- [46] “ESP32 Pinout Reference - Last Minute Engineers.” Accessed: Dec. 03, 2023. [Online]. Available: <https://lastminuteengineers.com/esp32-pinout-reference/>
- [47] L. Ruiz, “Sistema de telemedicina para monitoreo continuo de constantes vitales en lactantes menores para evitar el síndrome de muerte súbita,” UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO, Ambato, 2018.

- [48] J. Pilla, "Sistema de control sanitario para el acceso a la ferreteria masaquiza usando una plicación móvil en la ciudad de Pelileo," UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA, Pelileo, 2021.
- [49] J. Morales and J. Gomez, "Diseño e implentación de un robot SEGWAY," UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA, Piura, 2016.
- [50] R. Bono Cabrer, "Diseños Cuasiexperimentales Y Longitudinales," *Departamento de Metodología de las Ciencias del Comportamiento*, 2017.
- [51] A. Rodríguez and A. Pérez, "Métodos científicos de indagación y de construcción del conocimiento," 2017.
- [52] Hernadez Sampieri 2014, "metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed," *Metodologia de la Investigacion*, vol. 6, no. metodologia de la investigacion, 2014.
- [53] F. G. Arias Odon, *El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica 6ª Edición*. 2012.
- [54] S. Henández, C. Fernández, and L. Baptista, "Selección de la muestra." México DF, 2014.
- [55] L. Castillo, "Enseñanza-Aprendizaje de los Niños y Niñas de Educación Inicial," 2023.
- [56] A. Morillas, "Muestreo en poblaciones finitas: curso básico," *Muestreo en poblaciones finitas*, 2004.
- [57] E. Angulo, "Técnicas de recolección de datos y encuesta." Accessed: Nov. 19, 2023. [Online]. Available: https://www.eumed.net/tesis-doctorales/2012/eal/tecnicas_recoleccion_datos.html
- [58] CARLOS A. SABINO, "El proceso de investigacion," *El Proceso De Investigación*, vol. 4, 1996.

- [59] E. Mejía, “Técnicas e instrumentos de investigación,” *Métodos, técnicas e instrumentos de investigación*, vol. Primera ed, no. 9972-834-08-05, 2020.
- [60] Hernandez Sampieri 2014, “Metodología de la investigación.,” *Metodologia de la Investigacion*, vol. 6, no. metodologia de la investigacion, 2014.
- [61] A. Porras, “Estadística inferencial,” pp. 1-30, 2017.
- [62] “ESP-WROOM-32 Development Kit - WiFi and Bluetooth Low Energy (BLE) | Robotics University.” Accessed: Dec. 03, 2023. [Online]. Available: <https://www.robotics-university.com/2017/01/esp-wroom-32-development-kit-wifi-and-bluetooth-low-energy-ble.html>
- [63] “MAX30102--High-Sensitivity Pulse Oximeter and Heart-Rate Sensor for Wearable Health”, Accessed: Dec. 03, 2023. [Online]. Available: www.maximintegrated.com
- [64] “GY-906-BAA Infrared Temperature Sensor Module TO-39 with Chipset MLX90614ESF-BAA.” Accessed: Dec. 03, 2023. [Online]. Available: <https://mybotic.com.my/temperature-humidity-sensor/gy-906-baa-infrared-temperature-sensor-module-to-39-with-chipset-mlx90614esf-baa>
- [65] “MPU-6000 and MPU-6050 Product Specification Revision 3.4 MPU-6000/MPU-6050 Product Specification,” 2013.

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia

TIITULO	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
SISTEMA DE MONITOREO DE SIGNOS VITALES CON ASISTENCIA VIRTUAL, PARA LA PREVENCIÓN DE ENFERMEDADES PREEXISTENTES EN ADULTOS MAYORES CON DISCAPACIDAD VISUAL, CALLAO, 2022	Problema general: ¿De qué manera el diseño de un sistema de monitoreo de signos vitales con asistencia virtual podrá prevenir enfermedades preexistentes en adultos mayores con discapacidad visual en Callao en el año 2022?	Objetivo general: - OG: Diseñar un sistema de monitoreo de signos vitales con asistencia virtual que mejore la atención en los adultos mayores con discapacidad visual y prevenga enfermedades preexistentes.	Hipótesis General El sistema de monitoreo de signos vitales con asistencia virtual prevendrá enfermedades preexistentes y mejorará la calidad de vida en adultos mayores con discapacidad visual en el Callao, 2022.	Variable independiente: Sistema de Monitoreo de Signos Vitales	1.1 Asistencia virtual 1.2 Adquisición de signos vitales	1.1.1 Alertas orales 1.1.2 Asistencia informativa oral 1.2.1 Frecuencia cardiaca 1.2.2 Temperatura corporal

	<p>Problemas Específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - PE1: ¿Cómo el diseño de un prototipo de monitor de signos vitales no es impedimento para la lectura de los signos vitales teniendo en cuenta un bajo consumo de energía del prototipo? - PE2: ¿De qué manera la implementación de un asistente virtual facilitará el manejo del prototipo brindará información que prevendrá enfermedades preexistentes en adultos mayores con discapacidad visual? 	<p>Objetivos específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - OE1: Diseñar un prototipo de monitor de signos vitales usando un protocolo de bajo consumo de energía. - OE2: Implementar un asistente virtual para facilitar el manejo del prototipo brindará información que prevendrá enfermedades preexistentes en adultos mayores con discapacidad visual. 	<p>Hipótesis Específicas:</p> <p>Hipótesis específica N°1: La adquisición de signos vitales con un dispositivo que maneje un protocolo de baja energía proporcionará un diagnóstico rápido y eficiente que ayude a prevenir enfermedades preexistentes en adultos mayores con discapacidad visual en el Callao, 2022.</p> <p>Hipótesis específica N°2: La asistencia virtual asociada al aplicativo móvil mejorará significativamente el manejo del dispositivo y nos brindará información útil a conocer de los adultos mayores con discapacidad visual en el Callao, 2022.</p>	<p>Variable dependiente:</p> <p>Prevención de enfermedades</p>	<p>2.1 Frecuencia cardiaca</p> <p>2.2 Temperatura corporal</p>	<p>2.1 Frecuencia cardiaca</p> <p>2.2 Temperatura corporal</p>
--	---	---	--	---	--	--

Tabla 6.- Matriz de consistencia

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2: Formato de Cuestionario

El cuestionario utilizado en el presente trabajo de investigación se realizó en 10 adultos mayores con discapacidad visual leve, con este cuestionario pudimos evaluar el grado de conformidad, desempeño y satisfacción de los adultos que utilizaron el sistema de monitoreo presentado. Obteniendo un resultado favorable en el uso del sistema, cuya valoración del coeficiente del alfa de Cronbach fue 4.9.

Fecha		
Género	Masculino:	
Edad		

Responder las preguntas considerando lo siguiente:
Con una escala del 1 al 6, donde 1 significa "Totalmente en desacuerdo" y 6 "Totalmente de acuerdo"

Cuestiones		1 Totalmente en desacuerdo	2	3	4	5	6 Totalmente de acuerdo
1	La descarga del aplicativo móvil fue fácil						
2	La colocación del prototipo fue accesible						
3	El aplicativo móvil muestra las mediciones obtenidas						
4	El prototipo es de uso flexible y confortable						
5	La velocidad de la detección de datos es óptima						
6	El sistema de recordatorio de medicamentos es funcional						
7	El sistema de alerta de solicitud de ayuda y de caída es inmediato						
8	La información obtenida del aplicativo móvil es útil						

9	El apoyo del voluntario es funcional						
10	La información de contacto del voluntario es suficiente						
11	El manejo del sistema de uso es accesible para pacientes con o sin experiencia						

Tabla 7.- Formato de cuestionario

Fuente: Elaboración propia

Anexo 3: Hoja de datos de ESP- WROOM-32

Categories	Items	Specification
Certification	RF certification	FCC/CE-RED/IC/TELEC/KCC/SRRC/NCC
	Wi-Fi certification	Wi-Fi Alliance
	Bluetooth certification	BQB
	Green certification	RoHS/REACH
Test	Reliability	HTOL/HTSL/uHAST/TCT/ESD
Wi-Fi	Protocols	802.11 b/g/n (802.11n up to 150 Mbps) A-MPDU and A-MSDU aggregation and 0.4 μ s guard interval support
	Frequency range	2.4 GHz ~ 2.5 GHz
Bluetooth	Protocols	Bluetooth v4.2 BR/EDR and BLE specification
	Radio	NZIF receiver with -97 dBm sensitivity
		Class-1, class-2 and class-3 transmitter
Audio	AFH CVSD and SBC	
Hardware	Module interfaces	SD card, UART, SPI, SDIO, I2C, LED PWM, Motor PWM, I2S, IR, pulse counter, GPIO, capacitive touch sensor, ADC, DAC
	On-chip sensor	Hall sensor
	Integrated crystal	40 MHz crystal
	Integrated SPI flash	4 MB
	Operating voltage/Power supply	3.0 V ~ 3.6 V
	Operating current	Average: 80 mA
	Minimum current delivered by power supply	500 mA
	Recommended operating temperature range	-40 °C ~ +85 °C
	Package size	(18.00 \pm 0.10) mm \times (25.50 \pm 0.10) mm \times (3.10 \pm 0.10) mm
	Moisture sensitivity level (MSL)	Level 3

Figura 32.- Hoja de datos del ESP-WROOM-32

Fuente: Portal web de Robotics University [62]

Anexo 4: Hoja de datos de MAX 301012

Electrical Characteristics

($V_{DD} = 1.8V$, $V_{LED+} = 5.0V$, $T_A = -40^{\circ}C$ to $+85^{\circ}C$, unless otherwise noted. Typical values are at $T_A = +25^{\circ}C$) (Note 1)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
POWER SUPPLY						
Power-Supply Voltage	V_{DD}	Guaranteed by RED and IR count tolerance	1.7	1.8	2.0	V
LED Supply Voltage V_{LED+} to PGND	V_{LED+}	Guaranteed by PSRR of LED driver	3.1	3.3	5.0	V
Supply Current	I_{DD}	SpO ₂ and HR mode, PW = 215 μ s, 50sps		600	1200	μ A
		IR only mode, PW = 215 μ s, 50sps		600	1200	
Supply Current in Shutdown	I_{SHDN}	$T_A = +25^{\circ}C$, MODE = 0x80		0.7	10	μ A

Electrical Characteristics (continued)

($V_{DD} = 1.8V$, $V_{LED+} = 5.0V$, $T_A = -40^{\circ}C$ to $+85^{\circ}C$, unless otherwise noted. Typical values are at $T_A = +25^{\circ}C$) (Note 1)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
PULSE OXIMETRY/HEART-RATE SENSOR CHARACTERISTICS						
ADC Resolution				18		bits
Red ADC Count (Note 2)	REDC	LED1_PA = 0x0C, LED_PW = 0x01, SPO2_SR = 0x05, ADC_RGE = 0x00		65536		Counts
IR ADC Count (Note 2)	IRC	LED2_PA = 0x0C, LED_PW = 0x01, SPO2_SR = 0x05 ADC_RGE = 0x00		65536		Counts
Dark Current Count	LED_DCC	LED1_PA = LED2_PA = 0x00, LED_PW = 0x03, SPO2_SR = 0x01 ADC_RGE = 0x02		30	128	Counts
				0.01	0.05	% of FS
DC Ambient Light Rejection	ALR	ADC counts with finger on sensor under direct sunlight (100K lux), ADC_RGE = 0x3, LED_PW = 0x03, SPO2_SR = 0x01	Red LED	2		Counts
			IR LED	2		Counts
ADC Count—PSRR (V_{DD})	PSRR V_{DD}	1.7V < V_{DD} < 2.0V, LED_PW = 0x01, SPO2_SR = 0x05		0.25	1	% of FS
		Frequency = DC to 100kHz, 100mV _{p-p}		10		LSB

ADC Count—PSRR (LED Driver Outputs)	PSRR _{LED}	3.1V < V _{LED+} , < 5.0V, LED1_PA = LED2_PA = 0x0C, LED_PW = 0x01, SPO2_SR = 0x05	0.05	1	% of FS	
		Frequency = DC to 100kHz, 100mV _{P-P}	10		LSB	
ADC Clock Frequency	CLK		10.32	10.48	10.64	MHz
ADC Integration Time	INT	LED_PW = 0x00	69			μs
		LED_PW = 0x01	118			
		LED_PW = 0x02	215			
		LED_PW = 0x03	411			
Slot Timing (Timing Between Sequential Channel Samples; e.g., Red Pulse Rising Edge To IR Pulse Rising Edge)	INT	LED_PW = 0x00	427.1			μs
		LED_PW = 0x01	524.7			
		LED_PW = 0x02	720.0			
		LED_PW = 0x03	1106.6			
COVER GLASS CHARACTERISTICS (Note 3)						
Hydrolytic Resistance Class		Per DIN ISO 719		HGB 1		

Electrical Characteristics (continued)

(V_{DD} = 1.8V, V_{LED+} = 5.0V, T_A = -40°C to +85°C, unless otherwise noted. Typical values are at T_A = +25°C) (Note 1)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
IR LED CHARACTERISTICS (Note 3)						
LED Peak Wavelength	λ _P	I _{LED} = 20mA, T _A = +25°C	870	880	900	nm
Full Width at Half Max	Δλ	I _{LED} = 20mA, T _A = +25°C		30		nm
Forward Voltage	V _F	I _{LED} = 20mA, T _A = +25°C		1.4		V
Radiant Power	P _O	I _{LED} = 20mA, T _A = +25°C		6.5		mW
RED LED CHARACTERISTICS (Note 3)						
LED Peak Wavelength	λ _P	I _{LED} = 20mA, T _A = +25°C	650	660	670	nm
Full Width at Half Max	Δλ	I _{LED} = 20mA, T _A = +25°C		20		nm
Forward Voltage	V _F	I _{LED} = 20mA, T _A = +25°C		2.1		V
Radiant Power	P _O	I _{LED} = 20mA, T _A = +25°C		9.8		mW
PHOTODETECTOR CHARACTERISTICS (Note 3)						
Spectral Range of Sensitivity	λ (QE > 50%)	QE: Quantum Efficiency	600		900	nm
Radiant Sensitive Area	A			1.36		mm ²
Dimensions of Radiant Sensitive Area	L x W			1.38 x 0.98		mm x mm

INTERNAL DIE TEMPERATURE SENSOR				
Temperature ADC Acquisition Time	T_T	$T_A = +25^\circ\text{C}$	29	ms
Temperature Sensor Accuracy	T_A	$T_A = +25^\circ\text{C}$	± 1	$^\circ\text{C}$
Temperature Sensor Minimum Range	T_{MIN}		-40	$^\circ\text{C}$
Temperature Sensor Maximum Range	T_{MAX}		85	$^\circ\text{C}$
DIGITAL INPUT CHARACTERISTICS: SCL, SDA				
Input High Voltage	V_{IH}	$V_{\text{DD}} = 2\text{V}$	$0.7 \times V_{\text{DD}}$	V
Input Low Voltage	V_{IL}	$V_{\text{DD}} = 2\text{V}$	$0.3 \times V_{\text{DD}}$	V
Hysteresis Voltage	V_{H}		0.2	V
Input Leakage Current	I_{IN}	$V_{\text{IN}} = \text{GND or } V_{\text{DD}} (\text{STATIC})$	± 0.05 ± 1	μA
DIGITAL OUTPUT CHARACTERISTICS: SDA, $\overline{\text{INT}}$				
Output Low Voltage	V_{OL}	$I_{\text{SINK}} = 6\text{mA}$	0.2	V

I ² C TIMING CHARACTERISTICS (SDA, SDA, $\overline{\text{INT}}$) (Note 3)				
I ² C Write Address			AE	Hex
I ² C Read Address			AF	Hex
Serial Clock Frequency	f_{SCL}		0 400	kHz
Bus Free Time Between STOP and START Conditions	t_{BUF}		1.3	μs
Hold Time (Repeated) START Condition	$t_{\text{HD:STA}}$		0.6	μs
SCL Pulse-Width Low	t_{LOW}		1.3	μs
SCL Pulse-Width High	t_{HIGH}		0.6	μs
Setup Time for a Repeated START Condition	$t_{\text{SU:STA}}$		0.6	μs
Data Hold Time	$t_{\text{HD:DAT}}$		0 900	ns
Data Setup Time	$t_{\text{SU:DAT}}$		100	ns
Setup Time for STOP Condition	$t_{\text{SU:STO}}$		0.6	μs
Pulse Width of Suppressed Spike	t_{SP}		0 50	ns
Bus Capacitance	C_{B}		400	pF
SDA and SCL Receiving Rise Time	t_{R}		$20 + 0.1C_{\text{B}}$ 300	ns
SDA and SCL Receiving Fall Time	t_{RF}		$20 + 0.1C_{\text{B}}$ 300	ns
SDA Transmitting Fall Time	t_{TF}		300	ns

Figura 33.- Hoja de datos del MAX 30102

Fuente: Max 30102 [63]

Anexo 5: Hoja de datos de MLX90614 (GY 906)

Specification:

- Model: GY-906-BAA
- Chipset: MLX90614ESF-BAA
- Sensing Distance: 2CM
- Power Supply: 3-5V
- Communication Method: Standard IIC Communication Protocol
- Dimension (L*W*H): 16.8mm*11.46mm*6.2mm
- Detector Diameter: 8.2mm

Features and Benefits:

- Small size, low cost
- Mounted on a breakout board with two types of pins
- 10k Pull up resistors for the I2C interface with optional solder jumpers
- Easy to integrate
- Factory calibrated in wide temperature range:
 - 40°C to +125°C for sensor temperature and
 - 70°C to +380°C for object temperature.
- High accuracy of 0.5°C over wide temperature range
- (0°C to +50°C for both Ta and To) High (medical) accuracy calibration
- Measurement resolution of 0.02°C
- Single and dual zone versions
- SMBus compatible digital interface
- Customizable PWM output for continuous reading
- Simple adaptation for 816V applications
- Sleep mode for reduced power consumption
- Different package options for applications and measurements versatility
- Automotive grade

Fuente: Portal web de Mybotic [64]

Anexo 6: Hoja de datos de MPU 6050

6.1 Gyroscope Specifications

VDD = 2.375V-3.46V, VLOGIC (MPU-6050 only) = 1.8V±5% or VDD, T_A = 25°C

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS	NOTES
GYROSCOPE SENSITIVITY						
Full-Scale Range	FS_SEL=0		±250		°/s	
	FS_SEL=1		±500		°/s	
	FS_SEL=2		±1000		°/s	
	FS_SEL=3		±2000		°/s	
Gyroscope ADC Word Length			16		bits	
Sensitivity Scale Factor	FS_SEL=0		131		LSB/(°/s)	
	FS_SEL=1		65.5		LSB/(°/s)	
	FS_SEL=2		32.8		LSB/(°/s)	
	FS_SEL=3		16.4		LSB/(°/s)	
Sensitivity Scale Factor Tolerance	25°C	-3		+3	%	
Sensitivity Scale Factor Variation Over Temperature			±2		%	
Nonlinearity	Best fit straight line; 25°C		0.2		%	
Cross-Axis Sensitivity			±2		%	
GYROSCOPE ZERO-RATE OUTPUT (ZRO)						
Initial ZRO Tolerance	25°C		±20		°/s	
ZRO Variation Over Temperature	-40°C to +85°C		±20		°/s	
Power-Supply Sensitivity (1-10Hz)	Sine wave, 100mVpp; VDD=2.5V		0.2		°/s	
Power-Supply Sensitivity (10 - 250Hz)	Sine wave, 100mVpp; VDD=2.5V		0.2		°/s	
Power-Supply Sensitivity (250Hz - 100kHz)	Sine wave, 100mVpp; VDD=2.5V		4		°/s	
Linear Acceleration Sensitivity	Static		0.1		°/s/g	
SELF-TEST RESPONSE						
Relative	Change from factory trim	-14		14	%	1
GYROSCOPE NOISE PERFORMANCE						
Total RMS Noise	FS_SEL=0 DLPFCFG=2 (100Hz)		0.05		°/s-rms	
Low-frequency RMS noise	Bandwidth 1Hz to 10Hz		0.033		°/s-rms	
Rate Noise Spectral Density	At 10Hz		0.005		°/s/√Hz	
GYROSCOPE MECHANICAL FREQUENCIES						
X-Axis		30	33	36	kHz	
Y-Axis		27	30	33	kHz	
Z-Axis		24	27	30	kHz	
LOW PASS FILTER RESPONSE						
	Programmable Range	5		256	Hz	
OUTPUT DATA RATE						
	Programmable	4		8,000	Hz	
GYROSCOPE START-UP TIME						
ZRO Settling (from power-on)	DLPFCFG=0 to ±1% of Final		30		ms	

6.2 Accelerometer Specifications

VDD = 2.375V-3.46V, VLOGIC (MPU-6050 only) = 1.8V±5% or VDD, T_A = 25°C

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS	NOTES
ACCELEROMETER SENSITIVITY						
Full-Scale Range	AFS_SEL=0		±2		g	
	AFS_SEL=1		±4		g	
	AFS_SEL=2		±8		g	
	AFS_SEL=3		±16		g	
ADC Word Length	Output in two's complement format		16		bits	
Sensitivity Scale Factor	AFS_SEL=0		16,384		LSB/g	
	AFS_SEL=1		8,192		LSB/g	
	AFS_SEL=2		4,096		LSB/g	
	AFS_SEL=3		2,048		LSB/g	
Initial Calibration Tolerance			±3		%	
Sensitivity Change vs. Temperature	AFS_SEL=0, -40°C to +85°C		±0.02		%/°C	
Nonlinearity	Best Fit Straight Line		0.5		%	
Cross-Axis Sensitivity			±2		%	
ZERO-G OUTPUT						
Initial Calibration Tolerance	X and Y axes		±50		mg	1
	Z axis		±80		mg	
Zero-G Level Change vs. Temperature	X and Y axes, 0°C to +70°C		±35		mg	
	Z axis, 0°C to +70°C		±60		mg	
SELF TEST RESPONSE						
Relative	Change from factory trim	-14		14	%	2
NOISE PERFORMANCE						
Power Spectral Density	@10Hz, AFS_SEL=0 & ODR=1kHz		400		μg/√Hz	
LOW PASS FILTER RESPONSE						
	Programmable Range	5		260	Hz	
OUTPUT DATA RATE						
	Programmable Range	4		1,000	Hz	
INTELLIGENCE FUNCTION INCREMENT			32		mg/LSB	

Figura 34.- Hoja de datos del MPU 6050

Fuente: MPU 6050 [65]

Anexo 7: Código de programación del sistema de monitoreo de los signos vitales

```
import mlx90614
from imu import MPU6050
from max30102 import MAX30102, MAX30105_PULSE_AMP_MEDIUM
from machine import sleep, SoftI2C, Pin, Timer
from utime import ticks_diff, ticks_us
from math import sqrt
import machine

from time import sleep_ms
import ubluetooth
import time
ble_msg = ""
is_ble_connected = False
led = machine.Pin(15, machine.Pin.OUT)
led_state = 0

start_time = time.ticks_ms()
interval = 10000 # 500 ms interval
#iniciqlizacion bluethoth
#name = 'ESP32'
#ble = bluetooth.BLE()

#uart = BLEUART(ble,name)

led = Pin(2, Pin.OUT)

MAX_HISTORY = 32
history = []
beats_history = []
beat = False
beats = 0

i2c = SoftI2C(sda=Pin(21),scl=Pin(22),freq=400000)
i2c1 = SoftI2C(scl=Pin(5), sda=Pin(4),freq=100000)
i2c2 =SoftI2C(scl=Pin(17), sda=Pin(16),freq=100000)

sensor = MAX30102(i2c=i2c) # An I2C instance is required

sensor1 = mlx90614.MLX90614(i2c1)

imu = MPU6050(i2c2)
```

```

# Scan I2C bus to ensure that the sensor is connected
if sensor.i2c_address not in i2c.scan():
    print("Sensor not found.")

elif not (sensor.check_part_id()):
    # Check that the targeted sensor is compatible
    print("I2C device ID not corresponding to MAX30102 or MAX30105.")

else:
    print("Sensor connected and recognized.")

# It's possible to set up the sensor at once with the setup_sensor() method.
# If no parameters are supplied, the default config is loaded:
# Led mode: 2 (RED + IR)
# ADC range: 16384
# Sample rate: 400 Hz
# Led power: maximum (50.0mA - Presence detection of ~12 inch)
# Averaged samples: 8
# pulse width: 411
print("Setting up sensor with default configuration.", '\n')
sensor.setup_sensor()

# It is also possible to tune the configuration parameters one by one.
# Set the sample rate to 400: 400 samples/s are collected by the sensor
sensor.set_sample_rate(400)
# Set the number of samples to be averaged per each reading
sensor.set_fifo_average(8)
# Set LED brightness to a medium value
sensor.set_active_leds_amplitude(MAX30105_PULSE_AMP_MEDIUM)
sensor.set_led_mode(2)
sleep(1)
# The readTemperature() method allows to extract the die temperature in °C
print("Reading temperature in C.", '\n')
print(sensor.read_temperature())
t_start = ticks_us() # Starting time of the acquisition
def blt_temepature(t):
    if is_ble_connected:
        ble.sendTemp(str(sensor1.read_object_temp()))
def display_bpm(t):
    global beats
    #print('BPM: ', beats)
    # uart.write('BPM: ', beats)
    #print('temperatura:',sensor1.read_object_temp())
    #uart.write(sensor1.read_object_temp())
    ax=round(imu.accel.x,2)
    ay=round(imu.accel.y,2)
    az=round(imu.accel.z,2)

```

```

    magnitude=sqrt(ax**2 + ay**2 + az**2)
    gx=round(imu.gyro.x)
    gy=round(imu.gyro.y)
    gz=round(imu.gyro.z)
print("ax",ax,"\t","ay",ay,"\t","az",az,"\t","gx",gx,"\t","gy",gy,"\t","gz",gz,"\t","\n\r")
    #print("magnitude:",magnitude)
#uartb.write("ax",ax,"\t","ay",ay,"\t","az",az,"\t","gx",gx,"\t","gy",gy,"\t","gz",gz,"\t",
"\n\r")
    if is_ble_connected:
        #print(str(beats))
        #print(str(magnitude))
        ble.sendBpm(str(beats))
        ble.sendMag(str(magnitude))
#def on_rex():
    #rx_buffer = uart.read.decode().strip()
    #uart.irq(handler=on_rex)
timer = Timer(1)
timer.init(period=200, mode=Timer.PERIODIC, callback=display_bpm)
timer2 = Timer(2)
timer2.init(period=200, mode=Timer.PERIODIC, callback=blt_temepature)
#####
class ESP32_BLE():
    def __init__(self, name):
        # Create internal objects for the onboard LED
        # blinking when no BLE device is connected
        # stable ON when connected
        self.led = Pin(2, Pin.OUT)
        self.timer1 = Timer(0)
        self.name = name
        self.ble = ubluetooth.BLE()
        self.ble.active(True)
        self.disconnected()
        self.ble.irq(self.ble_irq)
        self.register()
        self.advertiser()
    def connected(self):
        global is_ble_connected
        is_ble_connected = True
        self.led.value(1)
        self.timer1.deinit()
    def disconnected(self):
        global is_ble_connected
        is_ble_connected = False
        self.timer1.init(period=100, mode=Timer.PERIODIC, callback=lambda t:
self.led.value(not self.led.value()))
    def ble_irq(self, event, data):
        global ble_msg

```

```

if event == 1: # _IRQ_CENTRAL_CONNECT:
    # A central has connected to this peripheral
    self.connected()
elif event == 2: # _IRQ_CENTRAL_DISCONNECT:
    # A central has disconnected from this peripheral.
    self.advertiser()
    self.disconnected()
elif event == 3: # _IRQ_GATTS_WRITE:
    # A client has written to this characteristic or descriptor.
    buffer = self.ble.gatts_read(self.rx)
    ble_msg = buffer.decode('UTF-8').strip()
def register(self):
    # Nordic UART Service (NUS)
    NUS_UUID = '6E400001-B5A3-F393-E0A9-E50E24DCCA9E'
    RX_UUID = '6E400002-B5A3-F393-E0A9-E50E24DCCA9E'
    TEMP_UUID = '6E400003-B5A3-F393-E0A9-E50E24DCCA9E'
    BPM_UUID = '6E400004-B5A3-F393-E0A9-E50E24DCCA9E'
    MAG_UUID = '6E400005-B5A3-F393-E0A9-E50E24DCCA9E'
    BLE_NUS = ublueetooth.UUID(NUS_UUID)
    BLE_RX = (ublueetooth.UUID(RX_UUID), ublueetooth.FLAG_WRITE)
    BLE_TEMP = (ublueetooth.UUID(TEMP_UUID), ublueetooth.FLAG_NOTIFY)
    BLE_BPM=(ublueetooth.UUID(BPM_UUID), ublueetooth.FLAG_NOTIFY)
    BLE_MAG=(ublueetooth.UUID(MAG_UUID), ublueetooth.FLAG_NOTIFY)
    BLE_UART = (BLE_NUS, (BLE_TEMP, BLE_BPM,BLE_MAG))
    SERVICES = (BLE_UART, )
    ((self.temp, self.bpm,self.mag), ) =
self.ble.gatts_register_services(SERVICES)
def sendTemp(self, data):
    self.ble.gatts_notify(0, self.temp, data + '\n')
def sendMag(self, data):

    self.ble.gatts_notify(0, self.mag, data + '\n')
def sendBpm(self, data):
    self.ble.gatts_notify(0, self.bpm, data + '\n')
def advertiser(self):
    name = bytes(self.name, 'UTF-8')
    adv_data = bytearray("\x02\x01\x02") + bytearray((len(name) + 1, 0x09)) +
name
    self.ble.gap_advertise(100, adv_data)
    print(adv_data)
    print("\r\n")
    # adv_data
    # raw: 0x02010209094553503332424C45
    # b'\x02\x01\x02\t\tESP32BLE'
    # 0x02 - General discoverable mode
    # 0x01 - AD Type = 0x01
    # 0x02 - value = 0x02

```

```

# https://jimmywongiot.com/2019/08/13/advertising-payload-format-
on-ble/
# https://docs.silabs.com/bluetooth/latest/general/adv-and-
scanning/bluetooth-adv-data-basics
ble = ESP32_BLE("ESP32BLE")
while True:
# The check() method has to be continuously polled, to check if
# there are new readings into the sensor's FIFO queue. When new
# readings are available, this function will put them into the storage.
    sensor.check()
    # Check if the storage contains available samples
    if sensor.available():
        # Access the storage FIFO and gather the readings (integers)
        red_reading = sensor.pop_red_from_storage()
        ir_reading = sensor.pop_ir_from_storage()
        value = red_reading
        history.append(value)
        # Get the tail, up to MAX_HISTORY length
        history = history[-MAX_HISTORY:]
        minima = 0
        maxima = 0
        threshold_on = 0
        threshold_off = 0
        minima, maxima = min(history), max(history)
        threshold_on = (minima + maxima * 3) // 4 # 3/4
        threshold_off = (minima + maxima) // 2 # 1/2
        if value > 1000:
            if not beat and value > threshold_on:
                beat = True
                led.on()
                t_us = ticks_diff(ticks_us(), t_start)
                t_s = t_us/1000000
                f = 1/t_s
                bpm = f * 60
                if bpm < 500:
                    t_start = ticks_us()
                    beats_history.append(bpm)
                    beats_history = beats_history[-MAX_HISTORY:]
                    beats = round(sum(beats_history)/len(beats_history) ,2)
            if beat and value< threshold_off:
                beat = False
                led.off()
        else:
            led.off()

```

Anexo 8: Código de programación del aplicativo móvil

```
import 'package:abi/firebase_options.dart';
import 'package:abi/src/config.dart';
import 'package:abi/src/data/datasources/database.dart';
import 'package:abi/src/domain/repositories/auth_provider.dart';
import 'package:abi/src/domain/repositories/chat_provider.dart';
import 'package:abi/src/domain/repositories/location_provider.dart';
import 'package:abi/src/presentation/providers/ble.dart';
import 'package:abi/src/presentation/views/dashboard/dashboard.dart';
import 'package:abi/src/presentation/views/drugs/drugs_dashboard.dart';
import 'package:abi/src/presentation/views/drugs/drugs_new.dart';
import 'package:abi/src/presentation/views/emergency.dart';
import 'package:abi/src/presentation/views/login.dart';
import 'package:abi/src/presentation/views/personal.dart';
import 'package:abi/src/presentation/views/plots/heart.dart';
import 'package:abi/src/presentation/views/plots/temperature.dart';
import 'package:abi/src/presentation/views/register/register_screen.dart';
import 'package:abi/src/presentation/views/splash.dart';
import
'package:abi/src/presentation/views/volunteers/volunteers_dashboard.dart';
import 'package:abi/src/presentation/views/volunteers/volunteers_map.dart';
import
'package:android_alarm_manager_plus/android_alarm_manager_plus.dart';
import 'package:cloud_firestore/cloud_firestore.dart';
import 'package:firebase_auth/firebase_auth.dart';
import 'package:firebase_core/firebase_core.dart';
import 'package:firebase_storage/firebase_storage.dart';
import 'package:flutter/cupertino.dart';
import 'package:flutter_local_notifications/flutter_local_notifications.dart';
import 'package:intl/date_symbol_data_local.dart';
import 'package:permission_handler/permission_handler.dart';
import 'package:provider/provider.dart';
import 'package:shared_preferences/shared_preferences.dart';

final FlutterLocalNotificationsPlugin flutterLocalNotificationsPlugin =
  FlutterLocalNotificationsPlugin();

const AndroidNotificationChannel drugsChannel = AndroidNotificationChannel(
  'medicines_channel',
  'Medicinas',
  description: 'Notificaciones de medicinas',
  importance: Importance.max,
  playSound: true,
  enableVibration: true,
  sound: RawResourceAndroidNotificationSound('alerta'),
);
```

```

void main() async {
  WidgetsFlutterBinding.ensureInitialized();
  initializeDateFormatting('es_PE');
  await Firebase.initializeApp(
    options: DefaultFirebaseOptions.currentPlatform,
  );
  await flutterLocalNotificationsPlugin.initialize(
    const InitializationSettings(
      android: AndroidInitializationSettings('app_icon'),
    ),
  );
  await flutterLocalNotificationsPlugin
    .resolvePlatformSpecificImplementation<
      AndroidFlutterLocalNotificationsPlugin>()
    ?.createNotificationChannel(drugsChannel);
  await initNotifications();
  await AndroidAlarmManager.initialize();
  final prefs = await SharedPreferences.getInstance();
  firstLogin = prefs.getBool('firstLogin') ?? true;
  prefs.setBool('firstLogin', false);
  Map<Permission, PermissionStatus> statuses = await [
    Permission.location,
    Permission.storage,
    Permission.camera,
    Permission.microphone,
    Permission.bluetooth,
    Permission.sms,
    Permission.scheduleExactAlarm,
    Permission.notification,
  ].request();
  runApp(
    MyApp(
      prefs: prefs,
    ),
  );
}

```

```
bool firstLogin = true;
```

```
GlobalKey<NavigatorState> navigatorKey = GlobalKey<NavigatorState>();
```

```

class MyApp extends StatelessWidget {
  MyApp({
    super.key,
    required this.prefs,
  });
}

```



```

final SharedPreferences prefs;
final FirebaseFirestore firestore = FirebaseFirestore.instance;
final FirebaseStorage storage = FirebaseStorage.instance;
final FirebaseAuth auth = FirebaseAuth.instance;
// This widget is the root of your application.
@override
Widget build(BuildContext context) {
  return MultiProvider(
    providers: [
      Provider<BluetoothProvider>(
        create: (context) => BluetoothProvider(),
        lazy: false,
      ),
      Provider<ChatProvider>(
        create: (context) => ChatProvider(
          firestore: firestore,
          prefs: prefs,
          storage: storage,
        ),
      ),
      Provider<LocationProvider>(
        create: (context) => LocationProvider(
          firestore: firestore,
          auth: auth,
          geo: geo,
        ),
      ),
      Provider<LocalAuthProvider>(
        create: (context) => LocalAuthProvider(
          auth: auth,
          firestore: firestore,
          prefs: prefs,
          storage: storage,
        ),
      ),
    ],
    child: CupertinoApp(
      title: 'LUDI',
      theme: const CupertinoThemeData(
        scaffoldBackgroundColor: CupertinoColors.white,
        primaryColor: AppColors.primaryColor,
        brightness: Brightness.light,
        // Set Nunito as default app font
        textTheme: CupertinoTextThemeData(
          textStyle: TextStyle(
            fontFamily: 'Nunito',
            color: CupertinoColors.black,

```

```

    ),
  ),
),
debugShowCheckedModeBanner: false,
initialRoute: firstLogin ? '/' : '/login',
navigatorKey: navigatorKey,
routes: {
  '/': (context) => const SplashScreen(),
  '/login': (context) => const LoginScreen(),
  '/register': (context) => const RegisterPage(),
  '/dashboard': (context) => const DashboardPage(),
  '/dashboard_volunteer': (context) => const VolunteersDashboardPage(),
  '/volunteer_map': (context) => const VolunteerMapPage(),
  '/drugs': (context) => const DrugsPage(),
  '/drugs_new': (context) => const DrugsNewPage(),
  '/heartplot': (context) => const HeartPlotPage(),
  '/temperatureplot': (context) => const TemperaturePlotPage(),
  '/personal': (context) => const PersonalPage(),
  '/emergency': (context) => const EmergencyPage(),
},
),
);
}
}

```

```

Future<void> initNotifications() async {
  final FlutterLocalNotificationsPlugin flutterLocalNotificationsPlugin =
    FlutterLocalNotificationsPlugin();
  const AndroidInitializationSettings initializationSettingsAndroid =
    AndroidInitializationSettings('app_icon');
  final InitializationSettings initializationSettings = InitializationSettings(
    android: initializationSettingsAndroid,
  );
  await flutterLocalNotificationsPlugin.initialize(
    initializationSettings,
  );
}

```