Repositorio Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN TARAPOTO - PERU

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-Compartirigual 2.5 Perú.
Vea una copia de esta licencia en http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/

Obra publicada con autorización del autor

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN – TARAPOTO

FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA

Bastón Inteligente basado en sensores para mejorar el desplazamiento de personas con discapacidad visual de la Asociación Fe y Esperanza de la ciudad de Tarapoto

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero de Sistemas e Informática

AUTOR:

Diego Custodio Marquina García

ASESOR:

Ing. Carlos Armando Ríos López

CO - ASESOR:

Ing. Dr. Carlos Enrique López Rodríguez

Tarapoto – Perú

2021

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN – TARAPOTO

FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA

Bastón Inteligente basado en sensores para mejorar el desplazamiento de personas con discapacidad visual de la Asociación Fe y Esperanza de la ciudad de Tarapoto

AUTOR:

Diego Custodio Marquina García

Sustentada y aprobada el 21 de mayo de 2021, por los siguientes jurados

……

Ing. Buenaventura Rios Rios

Presidente

……

Ing. Mtro. John Antony Ruíz Cueva

Secretario

……

Ing. M. Sc. Pedro Antonio Gonzáles Sánchez

Vocal

Declaratoria de autenticidad

Diego Custodio Marquina García, con DNI N° 47753737, egresado de la Escuela profesional de Ingeniería de Sistemas e Informática, Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, autor de la tesis titulada: **Bastón Inteligente basado en sensores para mejorar el desplazamiento de personas con discapacidad visual de la Asociación Fe y Esperanza de la ciudad de Tarapoto.**

Declaro bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de mi autoría.

2. La redacción fue realizada respetando las citas y referencias de las fuentes bibliográficas consultadas.

3. Toda información que contiene la tesis no ha sido auto plagiada.

4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido alterados ni copiados, por lo tanto, la información de esta investigación debe considerarse como parte a la realidad investigada.

Por lo antes mencionado, asumo bajo responsabilidad las consecuencias que deriven de mi accionar, sometiéndome a las leyes de nuestro país y normas vigentes de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

Tarapoto, 21 de mayo de 2021.

Ing. Diego Custodio Marquina García

DNI N° 47753737

Formato de autorización NO EXCLUSIVA para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el Repositorio Digital de Tesis

1. Datos del autor:

Apellidos y nombres: Marquina García Diego Custodio	
Código de alumno : 107145	**Teléfono:** 956862554
Correo electrónico : dicumaga_200@hotmail.com	**DNI:** 47753737

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

2. Datos Académicos

Facultad de: Ingeniería de Sistemas e Informática
Escuela Profesional de: Ingeniería de Sistemas e Informática

3. Tipo de trabajo de investigación

Tesis	(X)	Trabajo de investigación	( )
Trabajo de suficiencia profesional	( )		

4. Datos del Trabajo de investigación

Titulo : Bastón Inteligente basado en sensores para mejorar el desplazamiento de personas con discapacidad visual de la Asociación Fe y Esperanza de la ciudad de Tarapoto
Año de publicación: 2021

5. Tipo de Acceso al documento

Acceso público *	(X)	Embargo	( )
Acceso restringido **	( )		

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, una licencia **No Exclusiva**, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:

6. Originalidad del archivo digital.

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.

7. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS*

Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica

https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12º del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI **"Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus *repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales* serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA".**

.....

Firma y huella del Autor

8. Para ser llenado en el Repositorio Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto de la UNSM - T.

Fecha de recepción del documento.

14 / 06 / 2021

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN – T.
Repositorio Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto – UNSM-T.

.....

Ing. M. Sc. Alfredo Ramos Perea
Responsable

***Acceso abierto**: uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

** **Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.

Dedicatoria

El presente trabajo está dedicado:

A nuestro Dios por haberme permitido llegar hasta este punto, con vida y salud para poder lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor que nos brinda.

A mis padres, José Marquina García y Romelia García Saavedra, quienes, con su amor, su apoyo incondicional y esfuerzo han logrado cumplir un objetivo más en mi vida; muchos de mis logros se los debo a ellos, por forjarme de valores y principios que me sirvieron constantemente para alcanzar mis anhelos.

Agradecimientos

Mi más grande y sincero agradecimiento a mis asesores, el Ing. Carlos Armando Ríos López y Dr. Carlos Enrique López Rodríguez, quienes fueron los principales colaboradores durante todo este proceso, quienes con sus conocimientos, enseñanzas y colaboración permitieron el desarrollo de este trabajo.

A la Universidad Nacional de San Martin – Tarapoto, por permitirnos realizar nuestros estudios profesionales y por acogernos en esta casa superior de estudios donde desarrollamos nuestras habilidades.

Índice general

Dedicatoria....vi
Agradecimientos....vii
Índice de tablas....x
Índice de figuras....xi
Resumen....xii
Abstract....xiii

Introducción....1

CAPÍTULO I....3
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA....3
1.1. Antecedentes de la investigación....3
1.2. Bases Teoricas....5
1.1.1. Discapacidad visual....5
1.1.2. Tiflotécnica: Soluciones de orinteción y movildiad....8
1.1.2.1. Perro guía....8
1.1.2.2. Técnicas de rastreo....9
1.1.2.3. Técnica de objetos caídos....10
1.1.2.4. Puntos de referencia....10
1.1.3. Bastón inteligente basado en sensores....11
1.1.3.1. Bastón blanco....11
1.1.3.2. Tipos de bastón blanco....12
1.1.3.3. Inteligencia artificial....12
1.1.3.4. Ayudas electrónicas de movilidad etas (electronics travel devices)....14
1.1.3.5. Microcontroladores....16
1.1.3.6. Arduino....17
1.1.3.7. El sonido....18
1.1.3.8. Sensor ultrasónico....19
1.1.3.9. Sensor Infrarojo....20
1.1.3.10. Interfaz háptica....21
1.1.3.11. Motores eléctricos de vibración....21
1.3. Definición de términos básicos....22
1.3.1. Bastón blanco....22

1.3.2. Discapacidad visual 22
1.3.3. Ultrasonido 23
1.3.4. Infrarrojo 23
1.3.5. Prototipo 23
1.3.5. Sensor 24

CAPÍTULO II 25
MATERIAL Y MÉTODOS 25
2.1. Sistemas de hipótesis 25
2.2. Sistema de variables 25
2.3. Operacionalizacion de variables 26
2.4. Tipo de nivel de investigación 26
2.5. Diseño de investigación 26
2.6. Población y Muestra 27
2.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos 27
2.8. Tecnicas de procesamientos y análisis de datos 28

CAPÍTULO III 31
RESULTADOS Y DISCUSIÓN 31
3.1. Resultados 31
3.2. Discusión 43

CONCLUSIONES 45

RECOMENDACIONES 46

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 47

ANEXOS 51

Índice de tablas

Tabla 1: Porcentajes de las enfermedades que causan discapacidad visual y ceguera……..7
Tabla 2: Operacionalización de variables.....26
Tabla 3: Diseño de investigación……26
Tabla 4: Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....27
Tabla 5: Escala de calificación.....28
Tabla 6: Escala de puntuación para la valoracion del baston inteligente 28
Tabla 7: Valoracion del Alpha de Cronbach 30
Tabla 8: Alpha de Cronbach cuestionario VBI 31
Tabla 9: Nivel valorativo del baston inteligente.....32
Tabla 10: Tiempo de desplazamiento y cantidad de obstáculos evadidos – antes 33
Tabla 11: Tiempo de desplazamiento y cantidad de obstáculos evadidos – antes y después…….....35
Tabla 12: Estadísticas de muestra emparejada – Tiempo de desplazamiento 37
Tabla 13: Prueba T de muestra emparejada – Tiempo de desplazamiento 37
Tabla 14: Estadísticas de muestra emparejada – Tiempo de evasión de obstaculos. 40
Tabla 15: Prueba T de muestra emparejada – Tiempo de evasión de obstaculos. 40

Índice de figuras

Figura 1: Discapacidad visual y ceguera en el mundo 6
Figura 2: Miniguide 14
Figura 3: Ultracane 15
Figura 4: Imagen de un Arduino UNO 18
Figura 5: Sensor ultrasónico en funcionamiento 20
Figura 6: Sensor infrarrojo de aproximidad en funcionamiento 21
Figura 7: Micromotor eléctrico de vibración 22
Figura 8: Nivel valorativo del baston inteligente 32
Figura 9: Tiempo de desplazamiento y cantidad de obstáculos evadidos – antes 34
Figura 10: Tiempo de desplazamiento y cantidad de obstáculos evadidos – antes y después 35
Figura 11: Distribución T-Student – Tiempo de desplazamiento 39
Figura 12: Distribución T-Student – Tiempo de evasión de obstaculos 42

Resumen

El presente proyecto de investigación titulado: **Bastón Inteligente basado en sensores para mejorar el desplazamiento de personas con discapacidad visual de la Asociación Fe y Esperanza de la ciudad de Tarapoto**, tiene como objetivo general, mejorar el desplazamiento de personas con discapacidad visual de la asociación fe y esperanza de la ciudad de Tarapoto. Así mismo tiene objetivos específicos; medir el desplazamiento de las personas con discapacidad visual de la asociación fe y esperanza de la ciudad de Tarapoto; elaborar un dispositivo electrónico, capaz de asistir el uso del bastón blanco y establecer la comparación del bastón inteligente basado en sensores con el desplazamiento de las personas con discapacidad visual en la asociación fe y esperanza de la ciudad de Tarapoto. Para el desarrollo de la propuesta se utilizaron diferentes metodologías. Para el levantamiento de información se utilizaron técnicas de observación, entrevista, toma del tiempo y la encuesta; para el análisis y procesamiento de datos se utilizaron las siguientes herramientas como el software estadístico SPSS v.26 y el programa Microsoft Excel 2016. Se obtuvo como resultado luego de medir el desplazamiento de las personas con discapacidad visual, teniendo el número de obstáculos entre 10 y 12; un promedio del tiempo de desplazamiento de 155 segundos o su equivalente de 02 minutos con 35 segundos; entonces se apreció el tiempo tomado por obstáculo donde el promedio de los individuos evaluados da un valor de 14.91 segundos. Para la valoración del bastón inteligente el 25 % lo calificó como “Bueno” y el 75 % lo califico que es “Muy Bueno”; infiriendo que el bastón inteligente implementado ha logrado satisfacer al usuario permitiéndole detectar de forma más eficiente los obstáculos y se puede inferir que el uso del bastón inteligente ha mejorado respecto al tiempo en el recorrido del trayecto reduciéndose el tiempo empleado, con ello una valoración positiva.

Palabras clave: Desplazamiento, bastón inteligente, personas invidentes, obstáculos.

Abstract

The research project entitled " Sensor-based smart cane to improve the movement of visually impaired people of the association "Fe y Esperanza" in the city of Tarapoto" has as general objective, to improve the movement of visually impaired people of the association "Fe y Esperanza" in the city of Tarapoto. The specific objectives are to measure the movement of visually impaired people of the association "Fe y Esperanza" in the city of Tarapoto; to develop an electronic device capable of assisting the use of the white cane and to establish the comparison of the intelligent cane based on sensors with the movement of visually impaired people in the association "Fe y Esperanza" in the city of Tarapoto. Different methodologies were used for the development of the proposal. For the collection of information, observation, interview, time-taking and survey techniques were used; for data analysis and processing, the following tools were used: SPSS v.26 statistical software and Microsoft Excel 2016. After measuring the displacement of the visually impaired people, with a number of obstacles between 10 and 12, an average displacement time of 155 seconds or its equivalent of 02 minutes and 35 seconds was obtained; then the time taken per obstacle was calculated, where the average of the evaluated subjects gives a value of 14.91 seconds. For the evaluation of the smart cane, 25% rated it as "Good" and 75% rated it as "Very Good"; inferring that the implemented intelligent cane has managed to satisfy the user by allowing him to detect obstacles more efficiently and it can be inferred that the use of the smart cane has improved the time spent on the route, thus reducing the time spent, which is a positive evaluation.

Key words: Displacement, smart cane, visually impaired people, obstacles.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
COORDINACIÓN
CENTRO DE IDIOMAS

Introducción

En la Ciudad de Tarapoto se encuentra la Municipalidad Provincial de San Martin, donde contempla dentro de su estructura orgánica a OMAPED (Oficina Municipal de Atención a la Persona con Discapacidad), su objetivo es establecer un vínculo entre la municipalidad y las personas que sufren de alguna discapacidad e integrarlos para tomar acciones de prevención, rehabilitación y protección, mejorando su calidad de vida. Esta oficina (OMAPED), tiene registrado una sola asociación conformado por personas con discapacidad visual de las cuales se tomó para estudio, de nombre Fe y Esperanza, que fue creado el 27 de octubre de 2012, con el fin de brindar oportunidades de trabajo para generar ingresos y llevar el sustento para su familia, teniendo como principal actividad que realizan la manoterapia holística. Por otra parte, estas personas hacen uso de los otros sentidos para ubicarse y desplazarse en su entorno, de esta manera se genera un proceso de adaptación para potenciar otros sentidos que suplan el faltante. En relación con las personas con discapacidad visual, se desarrollan otros sentidos como la audición y el tacto para desplazarse, pero aun así su movimiento no es normal pues deben utilizar instrumentos como el bastón blanco o de Hoover, el cual brinda una extensión de la mano de la persona ciega que le permite tocar la superficie en que se desplaza para guiarse y evitar obstáculos presentes en el camino. No obstante, la función del bastón es insuficiente a la hora de detectar obstáculos o superficies vacías que se encuentre por encima de la cadera del grupo de personas que hacen uso, lo que le acarrea golpes en sus extremidades superiores, tórax y/o la cabeza. Esta investigación tiene como problema central la identificación obstáculos por encima de donde termina el barrido del bastón, es decir, una distancia mínima, para un desplazamiento seguro y confiable de un lugar a otro, aun mas cuando son lugares nuevos que no es muy frecuentado. Esto se debe a que el bastón que las personas con discapacidad visual utilizan para identificar la superficie sobre la cual caminan, no les brinda la suficiente autonomía para identificar cierto tipo de superficies o impedimentos en el camino. En tales circunstancias, se hace indispensable que las personas con discapacidad visual utilicen un dispositivo para el desplazamiento, por lo general usan un bastón blanco el cual le brinda una posibilidad de desplazamiento, pero por sí solo no es suficiente porque muchas personas que lo utilizan no se sienten con la confianza y seguridad suficiente para salir sin compañía de otra persona que los oriente.

El presente proyecto de investigación titulado “Bastón Inteligente basado en sensores para mejorar el desplazamiento de personas con discapacidad visual de la Asociación Fe y Esperanza de la ciudad de Tarapoto”, pretende elaborar y evaluar una solución que mejore la confianza y seguridad en el desplazamiento de las personas que no cuentan con este importante órgano de los sentidos, mediante, la implementación de un bastón inteligente basado en sensores se mejorará el desplazamiento de las personas con discapacidad visual. un sistema electrónico, adaptable al bastón que ya utilizan, por tanto, esta investigación aportara en la aplicación de teorías y generación de nuevos conocimientos relacionados al bastón inteligente y su influencia en el desplazamiento de personas con discapacidad visual. Teniendo como objetivo general, mejorar el desplazamiento de personas con discapacidad visual de la asociación fe y esperanza de la ciudad de Tarapoto, como objetivos específicos; medir el desplazamiento de las personas invidentes en la ciudad de Tarapoto; elaborar un dispositivo electrónico, capaz de asistir el uso del bastón blanco y establecer la relación del bastón inteligente basado en sensores con el desplazamiento de las personas invidentes en la ciudad de Tarapoto.

El diseño de la investigación es aplicada y experimental, se tiene 08 muestras que es el mismo número de personas que conforman la asociación Fe y Esperanza. Se obtuvo el siguiente resultado: $tc < tt = -9{,}693 < -1{,}895$ y $p < \alpha = 0.000 < 0.05$, como son verdaderas las dos proposiciones, entonces rechazamos la hipótesis nula H_0, y aceptamos la hipótesis alterna H_a: Mediante el uso del bastón inteligente se reduce el tiempo de evasión de obstáculos en personas con discapacidad visual de la asociación fe y esperanza de la ciudad de Tarapoto.

La estructura de la tesis está compuesta por tres (3) capítulos, el primer capítulo comprende la revisión bibliográfica, donde se establece, organiza y resume las referencias bibliográficas, exponiendo fundamentos teóricos científicos y definición de términos; el segundo capítulo consta de los materiales y métodos, en el que se describe el proceso del desarrollo de la investigación llevada a cabo; el tercer capítulo hace referencia a los resultados y discusiones de la investigación, en la que se detalla y discute los resultados obtenidos en dicha investigación, contribuyendo respuestas a la problemática y objetivos planteados. Finalmente, se incluye conclusiones y recomendaciones en base a los resultados obtenidos después de diseñar, desarrollar, implementar y evaluar la solución propuesta.

CAPÍTULO I
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. Antecedentes de la investigación

Dávila Torres, Bryan F (2016), en su tesis "Bastón inteligente para personas con discapacidad visual". Este proyecto tuvo como objetivo encontrar la solución más óptima a problemas de interacción que estén presentes normalmente en el medio ambiente de personas no videntes, al igual que brindar una herramienta personalizada para brindar soluciones únicas a cada usuario no vidente.

En el Ecuador existió un grave problema referente a la atención y cuidado requerido por personas con bastón blanco. Tanto los espacios públicos como privados son un obstáculo al momento de tener que interactuar con ellos. Es por eso se decidió crear una herramienta eficaz que proporcione soluciones viables, reales y sobretodo, pensadas únicamente para la comodidad del usuario. De esta manera, en el proyecto se buscó entender la importancia que tiene la interacción entre el espacio que nos rodea y la persona no vidente, buscando soluciones y alternativas que eduquen a la sociedad desde corta edad, y preestablezcan estatutos que sirvan como contribución directa a su bienestar integral.

Ribón Barrios, Deysi C (2015), en su tesis "Diseño y construcción de un prototipo de bastón sensorial para invidentes mediante la utilización de ultrasonido". Con el bastón sensorial se buscó minimizar los problemas de movilidad en las personas con discapacidad visual, mejorando la percepción sensorial de los invidentes por medio de los sensores y la indicación de estos. Basándose en las situaciones descritas, en esta propuesta se pretende diseñar y construir un prototipo de bastón para invidentes mediante la utilización de sensores de ultrasonido para la detección de obstáculos y vacíos. Se ensamblo un dispositivo o circuito, el cual contiene un microcontrolador ARDUINO pro micro, que es una pequeña placa que posee una memoria que se programa mediante código java y c++; un sensor de ultrasonido que hace el proceso de detección de los objetos, personas, etc., un motor el cual le dará una señal de alerta al acercarse a los dichos objetos, personas, entre otros, y un interruptor que le permitirá mantenerlo apagado cuando no la persona invidente no lo esté usando.

De esta manera el proyecto se presentó como prototipo debido a que las necesidades de los invidentes fueron distintas y no se pudo definir un sistema de alerta que funcione y que cumpla con las necesidades de ellos, también porque pueden realizarse mejoras añadiéndole otras funciones que pueden ser de beneficio para los ciegos.

Lizárraga Gonzales, Christian R (2018), en su trabajo de investigación "Propuesta para el diseño de un bastón electrónico para personas invidentes que mejorara la calidad de su desplazamiento diario". El objetivo general del trabajo fue realizar un diseño de un bastón electrónico para personas con alguna discapacidad visual, que ayude a la movilización segura de las personas para así brindarles mayor seguridad. Se identificó que la limitación que poseen las personas con deficiencia visual principalmente es la movilidad. De esta manera el trabajo se dirigió al diseño del bastón electrónico que apoye a las personas con limitaciones visuales. Con el diseño se quiso lograr que las personas tengan un desplazamiento seguro. Se utilizó un sensor ultrasonido que detectara objetos hasta una distancia de 2.5 metros y un sensor infrarrojo que detectara los desniveles y gradas. Como dispositivos de salida que indicaran a las personas con discapacidad visual fueron, un sensor de vibración que indicara según diferentes vibraciones en el escenario en el que se encuentra. También se dispuso de audio que indicara a través de voz si es un objeto o un desnivel. Finalmente concluye el presente trabajo tratando de impactar positivamente a una población vulnerable y poco atendida proponiendo el diseño e implementación de un bastón 2 electrónico, que permita minimizar los problemas de movilidad en las personas con discapacidad visual, mejorando la percepción sensorial que ellos necesitan.

Quezada Castillo, Juan M (2014), en su tesis "Diseño e implementación de un dispositivo electrónico de ayuda de desplazamiento para personas ciegas". El objetivo fue poder implementar un dispositivo electrónico de ayuda de desplazamiento de bajo costo para personas ciegas que pueda advertir al usuario de la presencia de obstáculos en su camino de manera anticipada.

Se diseñó e implementó un dispositivo electrónico de ayuda de desplazamiento para personas ciegas de bajo costo y de fácil manejo que permita detectar obstáculos ubicados en la parte frontal de la persona a un rango de 150 centímetros, además de detectar desniveles. En el desarrollo del proyecto se utilizó cinco sensores ultrasónicos, tres para detectar los objetos que se encuentren adelante y dos para detectar los desniveles. Por otro lado, para advertir a la persona ciega de los diversos obstáculos se

utilizaron motores vibradores. La intensidad de vibración varía según la altura a la cual los tres sensores encargados de la detección de objetos identifiquen un obstáculo. El sistema se encuentra acoplado a un bastón.

Finalmente, realizadas las pruebas se analiza la funcionalidad del dispositivo diseñado y el cumplimiento de los objetivos establecidos con el propósito de determinar si el sistema podría brindar una nueva alternativa de desplazamiento en busca de mejorar la calidad de vida de las personas ciegas.

Nieto Martelo, Luis A & Padilla Cerda, Carlos V (2015), en su tesis "Diseño y construcción de un módulo asistente adaptable al bastón de las personas con discapacidad visual para mejorar su desplazamiento". El objetivo general fue diseñar un sistema electrónico capaz de asistir el uso del bastón de las personas con discapacidad visual, con el propósito de identificar obstáculos por encima del rango de detección que brinda el bastón. Esta investigación pretendió idear una solución que mejore la confianza y seguridad en el desplazamiento de las personas que no cuentan con este importante órgano de los sentidos, mediante un sistema electrónico, adaptable al bastón que ya utilizan. El desarrollo del dispositivo fue factible ya que en la actualidad en el mercado hay una gran variedad, en los cuales se pueden encontrar los insumos necesarios para llevar a cabo el desarrollo del mismo.

1.2. Bases Teóricas

1.1.1. Discapacidad visual

(Ministerio de Salud, 2014). La discapacidad visual hace referencia aquellas personas que tienen limitaciones para ver, comprendiendo las personas que son ciegas (carecen de la vista) los que no pueden percibir la luz, hasta las que tienen serias deficiencias visuales como ver borroso o sombras aun utilizando lentes o ayudas especiales.

A nivel mundial la estimación hecha por la OMS en 2014 dice que en el mundo existen 285 millones de personas que son discapacitadas visuales y de las cuales 39 millones son totalmente ciegas. En el gráfico 2 se observa la relación entre la población mundial y los discapacitados visuales.

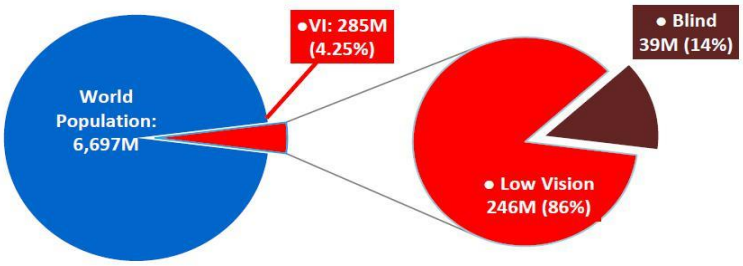


Figura 1: Discapacidad visual y ceguera en el mundo. (Fuente: World Health Organization: Visual Impairment and Blindness, 2010)

En el Perú existen cerca de 160,000 personas invidentes y casi 600,000 que sufren de alguna discapacidad visual, que les compromete su calidad de vida, desarrollo integral y bien familiar, según las cifras manejadas por el Ministerio de Salud (Minsa).

1.1.1.1. Grado de deficiencia visual

(World Health Organization, 2011). La OMS además establece en la Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE-10), la función visual se subdivide en cuatro niveles:

- Visión normal
- Discapacidad visual moderada
- Discapacidad visual grave
- Ceguera.

La discapacidad visual moderada y la discapacidad visual grave se reagrupan comúnmente bajo el término «baja visión»; la baja visión y la ceguera representan conjuntamente el total de casos de discapacidad visual.

1.1.1.2. Causas y enfermedades

Existen enfermedades que pueden hacer que una persona quede en condición de discapacitado visual o presente ceguera total, la OMS en estudio realizado en el tema en el año 2010 estableció las enfermedades que más ocasionan impedimento visual ceguera en el mundo (Mariotti, y otros, 2012). En la Tabla 2 se aprecian los porcentajes de participación en cada categoría que tienen cada una de las enfermedades y problemas visuales según (Organización Mundial de la Salud).

Tabla 1

Porcentajes de las enfermedades que causan discapacidad visual y ceguera.

Enfermedades	Porcentaje por enfermedad	
	Discapacidad Visual	**Ceguera**
Cataratas	33%	51%
Retinopatía diabética	1%	1%
Ceguera infantil	1%	4%
Degeneración macular asociada a la edad	1%	5%
Glaucoma	2%	8%
Tracoma	1%	3%
Errores refracción no corregidas	42%	3%
Opacidad corneal	1%	4%
Otras causas	18%	21%

Fuente: Organización Mundial de la Salud, 2016.

Con la Tabla 2 se puede deducir que problemas como las cataratas no son tratados de la mejor manera debido a un aumento de 18 puntos porcentuales, lo mismo sucede con los otros problemas exceptuando a los errores de refracción y esto se debe básicamente a que son de fácil tratamiento, solo basta con la utilización de gafas, lo cual hace que también sea uno de los puntos más baratos en resolver económicamente hablando.

1.1.1.3. Relación espacial de las personas con discapacidad visual

(Roqueta, & otros, 2005), La percepción del entorno de una persona con discapacidad visual es muy diferente a una persona con sus capacidades visuales normales, se debe especialmente a la utilización de forma diferente de las señales obtenidas mediante tacto. (Martínez-Liébana, & otros, 2004) La percepción a través del tacto puede ser:

- Percepción táctil (estática): llamado también tacto pasivo, sólo nos informa de la temperatura, el peso, la consistencia, es aquel que la persona percibe sin ejecutar algún movimiento.

- Percepción cinestésica (dinámica): este tipo de percepción se basa en el movimiento voluntario de las manos y le permite a la persona apreciar el objeto, su textura, aspereza, dureza y forma. Una persona con discapacidad visual utiliza sus manos, mientras una sirve de referencia la otra actúa como explorador del objeto con lo cual al final se obtiene una idea global del objeto.

La iteración de esto dos sistemas de percepción es la percepción háptica conocida como tacto activo, es un sistema de percepción, integración y asimilación de sensaciones, a través del tacto activo. El sistema háptico es un sistema exploratorio, no sólo receptivo.

(De Ascencao, & otros, 2013). *"La percepción háptica es la base del desarrollo y aprendizaje de las personas con discapacidad visual, especialmente de los que presentan ceguera total".* Es así que se considera que cualquier información que llegue a través del tacto, ya sea vibración u otro tipo se considera percepción háptica.

1.1.2. Tiflotécnica: Soluciones de orientación y movilidad

(Loyola, & otros, 2011). La tiflotécnica es el conjunto de ayudas técnicas destinadas a que personas con deficiencias visuales consigan una mejor calidad de vida, centrada en autonomía y facilidad para el desenvolvimiento en su vida diaria.

Las personas con ceguera total y con discapacidad grave de la visión, utilizan diversos métodos para desplazarse y orientarse en ambientes tanto conocidos como desconocidos, entre los que se destacan: el perro guía, la técnica de rastreo, la técnica de objetos caídos, los puntos de referencia y el bastón blanco.

1.1.2.1. Perro guía

Conocido también como lazarillo esta técnica es poco usada debido a que presenta desventajas significativas comparadas con el bastón blanco. Uno de los principales problemas es el costo económico de adquisición, entrenamiento y mantenimiento es alto. Entre las ventajas que con lleva tener un perro guía

se encuentra la eficaz en medios rurales y que la movilidad es por lo general más rápida.

Una particularidad que presenta esta solución es que no es un medio recomendable para cualquier usuario ya que la persona debe ser adolescente o adulta, poseer buena salud, buen oído, inteligencia normal, temperamento y estabilidad emocional como para mantener una adecuada relación con el perro. Los niños carecen de la madurez necesaria y una persona anciana no posee la fuerza física para dominar al animal, que por otra parte requiere cuidados especiales.

(Ayala, 2011). El perro guía se convierte así en los ojos de su amo ciego. Los perros se terminan a prendiendo los caminos más habituales utilizados por las personas ciegas, pero esto no implica la desatención en el camino de las personas que son guiadas, como dejar de contar cuadras o descuidar señales auditivas al cruzar calles. Las razas de perros son muy importantes para un desplazamiento adecuado entre las cuales se encuentran labrador, golden retriever y pastor alemán. (Hersh, & otros, 2010).

1.1.2.2. Técnicas de rastreo

(Palermo, 2011). Se la conoce como técnica de seguimiento al tacto, técnica de deslizamiento con la mano o técnica de arrastre. Por lo general es la primera que se enseña en un proceso de entrenamiento. Permite a la persona desplazarse siguiendo una línea de referencia (como una pared o una mesa). Consiste en llevar el brazo más cercano a la línea guía unos 30 cm. por delante del cuerpo, a la altura de la cadera de modo que el dorso de la mano roce la pared u otra referencia. Los dedos deben estar semiflexionados a fin de evitar golpes o lastimaduras.

Con esta técnica puede invitarse al alumno a reconocer un lugar interior (como puede ser el centro de rehabilitación). En un principio deberá usarla casi permanentemente para luego hacerlo sólo cuando lo necesite. Es técnica es para uso en interiores mas no en exteriores.

1.1.2.3. Técnica de objetos caídos

Con esta técnica las personas que poseen ceguera congénita o adquirida deben utilizar diversos sentidos en especial el de la audición para escuchar cuando el objeto caiga en el piso. La técnica consiste en esperar que el objeto termine de caer y estar atento a los sonidos producidos, para después trazar un mapa mental de la ubicación del objeto y con esto establecer una ruta a seguir en la búsqueda del objeto.

Las personas que sufren ceguera reciente se pueden desesperar al escuchar que un objeto se cae y por con siguiente hacer movimientos bruscos posibilitando que se golpe con mesas, sillas u otros objetos causándoles heridas ya sean físicas o morales.

Según la Organización Nacional de Ciegos de España (ONCE), la forma correcta de buscar un objeto es agacharse con la espalda recta y con la mano protegiendo la cabeza. Una vez en el piso, realizar movimientos exploratorios concéntricos, con ambas manos, comenzando por la zona más cercana al cuerpo para luego alejarse. Algunas personas prefieren realizar movimientos laterales con ambas manos procurando que cada movimiento cubra más superficie que el anterior.

1.1.2.4. Puntos de referencia

La técnica de puntos de referencias es la herramienta más útil que posee una persona con discapacidad visual, se debe esencialmente a que con esta técnica la persona se ubica con respecto a un entorno conocido previamente.

Al igual que una persona con visión normal la cual utiliza su vista para guiarse y saber dónde se encuentra una persona ciega lo hace, pero con la ayuda de otros sentidos. Entre los sentidos utilizados se encuentra el de la audición, con el cual la persona puede saber si está cerca de una calle por el sonido de los carros, también se puede utilizar el olfato para determinar si está en la cocina, cuarto o baño.

1.1.3. Bastón inteligente basado en sensores

1.1.3.1. Bastón blanco

El bastón es una herramienta de movilidad y orientación con la cual la persona discapacitada puede extender sus sentidos del tacto ya que posibilita sentir a la persona las condiciones del terreno que se encuentra delante de este.

El bastón ha sido utilizado por siglos como herramienta para la movilidad de ancianos, invidentes o personas con problemas que ameritan de un apoyo adicional a sus extremidades inferiores para desplazarse. Actualmente el bastón blanco es la principal ayuda de las personas con discapacidad visual, dado que es muy útil y económico en comparación con su principal competencia (perros guías).

El bastón blanco fue usado técnicamente hasta la segunda guerra mundial cuando los combatientes veteranos regresaban a América, debido a que era utilizado siendo sujetado diagonalmente en una posición fija, lo que hacía que el bastón únicamente cumpliera el papel de identificador. El Doctor Richard Hoover desarrollo la técnica de “bastón largo” o “Hoover”. Con la utilización del bastón blanco el cual es largo, liviano, se pone en práctica la técnica de Hoover que permite a los discapacitados visuales desplazarse de forma autónoma y segura. (Unión Latino Americana de Ciegos, 2000).

La técnica de desplazamiento de Hoover indica que el bastón debe cogerse con toda la mano y utilizando el dedo índice a lo largo para que se convierta en una extensión del brazo. La ubicación con respecto al cuerpo, debe ser al frente, en la mitad del cuerpo, con el brazo extendido. Para la detección se debe realizar un arco del ancho de los hombros, con un toque a cada lado del cuerpo. Y finalmente lo se mueve la muñeca, para avanzar se debe ir alternando la posición de los pies y del bastón, lo que quiere decir es que al avanzar con el pie derecho el bastón debe estar tocando el lado izquierdo y así sucesivamente. (LaGrow, y otros, 1997).

1.1.3.2. Tipos de bastón blanco

Existen diversos tipos de bastones blancos con los que una persona se puede desplazar, cada uno de estos bastones tiene diferentes aplicaciones. Los bastones blancos pueden ser largos, de apoyo, de guía, de identificación. En este documento se considera que los bastones para niños no entran en todos los tipos.

- Bastón largo: es el tradicional bastón blanco o de Hoover, el Dr. Richard Hoover lo diseñó con el propósito de ser una herramienta de movilidad para detectar objetos en el camino de un usuario. Con base a la estatura de la persona se puede elegir la longitud del bastón el cual va des el suelo hasta la altura del esternón. Este bastón es usado para desplazamiento en zonas desconocidas, brindando una medida de protección adicional al detectar como mucha más anticipación los objetos.

- Bastón de guía: el bastón es más corto que el tradicional, la longitud del bastón va desde el suelo hasta la altura de la cintura de la persona, tiene objetivo primordial detectar bordillos, huecos y desniveles. Tiene una función de movilidad más limitada. También utilizado como sistema de protección en forma diagonal ubicado en la parte frontal de la persona.

- Bastón de identificación: Como el nombre lo indica este tipo de bastón sirve para identificar el tipo de discapacidad que posee la persona, distinguiéndolos si tiene ceguera o sordo-ceguera. Estos bastones son más ligeros y tienen la misma longitud que los bastones de guía y su función como herramienta de movilidad es limitada.

- Bastón de soporte: El bastón sirve como facilitador para la estabilidad física de aquellas personas que además de ser no poder ver tienen problemas de normal movilidad.

1.1.3.3. Inteligencia artificial

La IA es un área de investigación y desarrollo que tiene por objeto resolver problemas complejos; para los cuales no se conocen soluciones algorítmicas

exactas computables en la práctica: ya sea por sus grandes dimensiones, su complejidad estructural, o los niveles intrínsecos de incertidumbre (Laureano, Cruces & Espinoza, 2005).

Uno de los grandes sueños de la IA es poder construir sistemas artificiales que exhiban un comportamiento adaptativo que además es el que distingue la inteligencia humana y de máquina. Para lograrlo se requiere forzosamente un grado de consciencia, que implica que se cuenta con una especie de conocimiento compilado al que le subyace la presencia de una gran cantidad de información. Lo anterior conlleva a tratar de hacer converger dos campos las ciencias que conciernen al cerebro y las ciencias que conciernen al proceso de la información. Palma & Marín (2008), demuestra que la inteligencia artificial puede verse desde dos puntos de vista: la ciencia y la ingeniería. La IA como ciencia, trata de entender la naturaleza de la inteligencia, engloba hechos asociados a la neurología y la cognición, desarrolla teorías que explican conductas de seres inteligentes, reproducen acciones y razonamientos de los seres vivos en dispositivos artificiales, así como vocabularios y conceptos que permiten comprender y reproducir el comportamiento inteligente en humanos.

Una vez que contamos con modelos que permiten una simulación de las conductas humanas podemos pensar en implementarlas y de esta forma pasamos a la IA como ingeniería, conocida como ingeniería de conocimiento, se ocupa de construir máquinas que puedan mostrar ciertas capacidades inteligentes que resuelvan problemas complejos, su misión es adquirir, conceptualizar, formalizar y usar grandes cantidades de conocimiento de la más alta calidad específicos de una tarea.

1.1.3.3.1 Sistemas expertos

Un sistema experto se puede definir como aquel programa de ordenador que contiene la erudición de un especialista humano versado en un determinado campo de aplicación. En este sentido lo que buscan los sistemas expertos es que los conocimientos del experto se representen en una forma que el ordenador pueda procesar. Esto es, un modelo computarizado de las

capacidades de razonamiento y habilidades en resolución de problemas del especialista humano. Dado que un sistema experto pretende emular la actividad de los expertos humanos, debería ser capaz en principio de lo siguiente:

- Resolver el problema planteado de la misma manera que el experto humano.
- Trabajar con datos incompletos o información insegura (como hace el experto humano en algunas ocasiones).
- Explicar el resultado obtenido.
- Aprender conocimientos nuevos sobre la marcha.
- Reestructurar los conocimientos de que dispone en función de datos nuevos.

1.1.3.4. Ayudas electrónicas de movilidad etas (electronics travel devices)

EL desarrollo de dispositivos electrónicos como ayuda de movilidad para personas invidentes inicio a partir de los años 40s, los ETA (Electronic Travell Aids) por sus siglas en inglés, son otra herramienta diferente o complementaria a las ya mencionadas. (The Impact of Electronic Mobility Devices for Persons Who Are Visually Impaired: A Systematic Review of Effects and Effectiveness, 2009).

a) Miniguide

***Figura 2*:** Miniguide. (Fuente: Imagen tomada de Google)

Miniguide fue diseñado para ser usado como complemento de las herramientas usadas por las personas invidentes tal como el bastón o perro guía, con el fin de facilitarles la detección de obstáculos. Este dispositivo consta de un sensor

de ultrasonido, el cual mide la distancia de objetos presentes en el camino o dirección en la cual apunta, de acuerdo con esta información emite una señal vibratoria que el usuario debe interpretar como prevención, la distancia a la que se detecta el objeto y enviar la alerta al usuario puede ser configurada mediante un botón en rangos que corresponden a cincuenta centímetros, uno, dos, cuatro y ocho metros de distancia.

El Miniguide se puede llevar en la mano o en caso de usar bastón, es posible fijarlo mediante una base. El dispositivo tiene unas dimensiones de 38 mm de largo, 38 mm de ancho y 23 mm de alto, es alimentado por una batería de ion de litio cuya duración varía de acuerdo a la demanda del dispositivo. (GDP Research).

b) Ultracane.

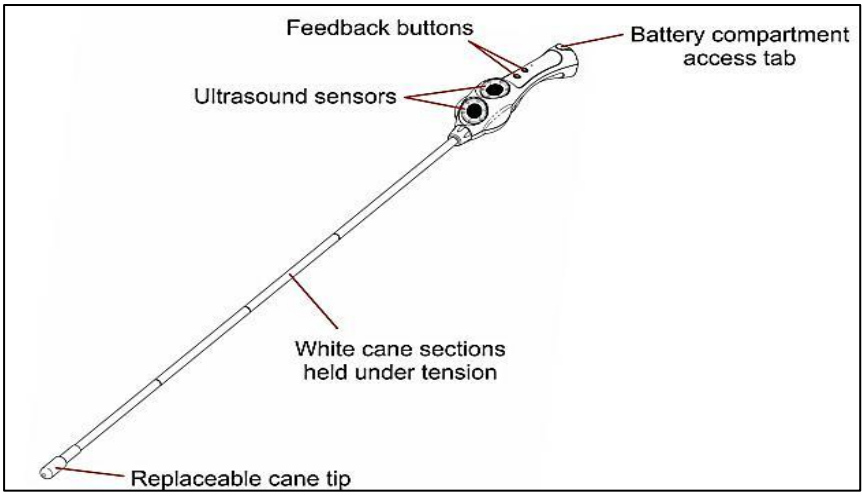


Figura 3: Ultracane. (Fuente: Pagina web, *https://www.ultracane.com/*)

Ultracane es una de las principales ayudas electrónicas que se comercializan en la actualidad, se trata de un bastón blanco equipado con sensores ultrasónicos en la parte anterior integrados en la misma estructura, el dispositivo trabaja con dos rangos de detección diferentes, que permiten al usuario seleccionar la distancia a la cual desea ser prevenido de obstáculos presentes en el camino. (Ultracane)

En el instante en el que se detecta un obstáculo el usuario es alertado mediante dos botones ubicados en la parte superior como se nota en la Figura 8 indicando la ubicación del mismo (Arriba o enfrente). En cuanto a la fuente de energía el

dispositivo es alimentado por dos baterías AA, su carga es monitoreada, cuando está llegando a su fin, se emiten sonidos solicitando el remplazo de las mismas. Ultracane es plegable similar a los bastones tradicionales lo que facilita su portabilidad.

El uso de dos sensores del dispositivo brinda mayor cobertura en la exploración del entrono por ende mayor seguridad al momento de caminar, lo cual se tendrá en cuenta para cumplir el objetivo principal del proyecto.

1.1.3.5. Microcontroladores

Un Microcontrolador es un pequeño circuito integrado programable que contiene los elementos necesarios para realizar tareas repetitivas, estos son utilizados desde hace mucho tiempo en dispositivos como celulares, televisores, neveras etc. debido a su reducido tamaño y bajo costo. (Valdés Pérez, & otros, 2007) Los microcontroladores poseen una serie de elementos que le permiten realizar las tareas designadas. Los elementos de esta estructura se dividen en:

- Memoria del programa: guarda el código del programa, es de tipo no volátil, significa que la información no se perderá, aunque no tenga corriente.
- Memoria EEPROM: guardar información que es utilizada en cada ejecución del programa, de tipo no volátil.
- Memoria RAM: Esta memoria esta destina a almacenar variables y datos necesarios durante la ejecución de algún proceso. Es de tipo volátil.
- CPU: El procesador está encargado de ejecutar instrucciones programadas.
- Módulos: Son características especiales que posee un microcontrolador, estos pueden ser: convertidor A/D, drivers para motores, comunicación USB, comunicación I2C, comparadores, interrupciones, etc.
- Puertos de entrada y salida: Sirven en la interacción entre Microcontrolador con el medio exterior. Cada puerto en un Microcontrolador posee características especiales, con pines que cumplen funciones específicas.

1.1.3.6. Arduino

Arduino llega del desarrollo de la computación física, que es la creación de interfaces que sirven para la interacción entre computadores y el mundo físico, mediante la utilización de microcontroladores y de periféricos como sensores y actuadores, la definición más aceptada por la comunidad académica es:

"La computación física se refiere a la construcción de sistemas físicos interactivos, utilizando una combinación de hardware y software que puede detectar información del mundo real y responder a ella.

Esto incluye proyectos que utilizan sensores y microcontroladores para ingresar información analógica en un software o para controlar dispositivos eléctricos y mecánicos u otro tipo de hardware". (Nieto, Luis & Padilla Carlos, 2015) (p.31).

Arduino es una plataforma de hardware y software libre, haciendo que el costo de la tarjeta sea bajó, convirtiéndose así en una de las placas de computadora o SBC por sus siglas en inglés (Single Board Computer) más utilizadas. El hardware está basado en microcontroladores Atmel AVR, los más usados son el Atmega168, Atmega328, Atmega1280, ATmega8. Por otro lado, el software utiliza el lenguaje de programación Processing/Wiring que está basado en Java, haciéndolo ideal para implementación en proyectos complejos, el software fue diseñado para que pudiese trabajar en todas las plataformas informáticas como MacOSX, Windows y GNU/Linux. (ARDUINO).

El escoger Arduino implica una serie de ventajas frente a otras placas, entre las que se destacan el tamaño reducido como se aprecia en la Figura 4, además de ser multiplataforma estableciendo una gran diferencia con otras placas que por lo general solo trabajan con Windows, posee un entorno de programación de fácil, pero la principal ventaja es Arduino es de código abierto tanto de software como de hardware lo que brinda la posibilidad de construir o reestructurar la placa. (ARDUINO).

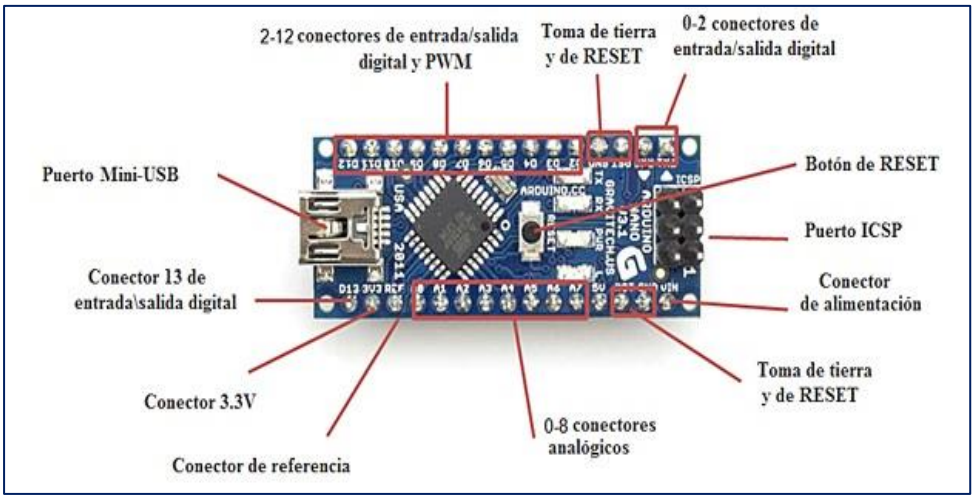


***Figura 4*:** Imagen de un Arduino UNO. (Fuente: Pagina web, *www.store.arduino.cc*)

1.1.3.7. El sonido

El sonido son ondas que transmiten energía debido a las vibraciones de partículas de forma ordenada, por lo cual para que se pueda propagar el sonido se necesita un medio ya sea un fluido o un sólido; el sonido no se puede propagar en el vacío.

La velocidad del sonido depende de las propiedades físicas del medio en el que se desplace, como la densidad, la temperatura, la humedad y la humedad, en el caso del aire. La densidad es la relación en la cantidad de masa en un volumen, en un medio gaseoso se presenta poca masa en un gran volumen, esto significa que las partículas están alejadas unas de otras afectando la trasmisión de la onda lo cual brinda una menor velocidad que un sólido o un líquido. La temperatura afecta en menor grado la velocidad, si se calienta cualquier estado de la materia, sea un sólido o un fluido, se está agregando energía a las partículas provocando movimientos más rápidos de dichas partículas. La velocidad del sonido en el aire con una temperatura de 0 °C es de 331.3 m/s. (Kane, y otros, 1989)

El oído del ser humano no puede oír todos los sonidos, solo puede escuchar sonidos en el rango de los 20 Hz hasta los 20 KHz, a esta región también se le conoce como región audible. (Wilson, y otros, 2003).

1.1.3.8. Sensor ultrasónico

También conocido como sonar, su funcionamiento se basa en la emisión mediante un transmisor de ondas de sonidos de alta frecuencia, frecuencias que superan los 20 KHz. Dependiendo del tiempo que demore la señal en retornar al receptor se calcula la distancia mediante la utilización de la Ecuación 1.

***Ecuación 1*:** Cálculo de la distancia utilizando el sonido

$$d = \frac{1}{2} V . t$$

El sonido es una onda que necesita un medio físico para poder transportarse. En el caso del sensor ultrasónico el medio a utilizar es el aire, se puede ver afectado por factores físicos como la temperatura, esto influye directamente la densidad del aire, lo cual puede ocasionar repercusiones sobre la velocidad de la onda de sonido dando una lectura errónea, para evitar este error, la Ecuación 2 relaciona la temperatura con la velocidad del sonido. Donde *V* es la velocidad del sonido a 0 °C y *T* la temperatura del aire en el momento de la medición.

Ecuación 2: Velocidad del sonido dependiendo de la temperatura.

$$V = V_{abs} \sqrt{1 + \frac{T}{273}}$$

Los sensores ultrasónicos en robótica poseen tres diferentes propósitos: evasión de obstáculos, en el cual solo se necesita conocer la distancia a la que se encuentra el objeto para la tomas de decisiones; mapeo por sonar, donde no solo interesa la distancia a la que se encuentre el objeto sino la relación de distancia con diferentes objetos para trazar un mapa del ambiente; y reconocimiento de objetos, en la cual se procesan secuencias de ecos para clasificar un objeto basándose en la respuesta al sonido. (Madulika, y otros, 2013)

La reflexión como efecto sonoro hace que los sonidos reboten al encontrarse con un objeto como consecuencia se produce una pérdida de intensidad, haciendo que se aumente la distancia. El sensor se basa en estos principios, posee un emisor de sonidos ultrasónicos y de un receptor llamado echo, ver Figura 5. (Burbano, y otros, 2003).

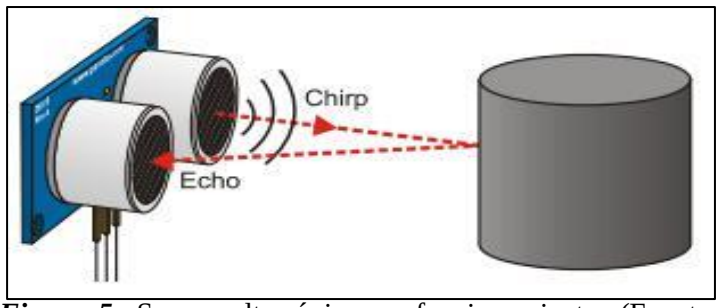


Figura 5: Sensor ultrasónico en funcionamiento. (Fuente: página web Parallax, tomado de: http://www.parallax.com/)

1.1.3.9. Sensor Infrarrojo

Los sensores infrarrojos están diseñados especialmente para la detección, clasificación y posicionado de objetos; la detección de formas, colores y diferencias de superficie, incluso bajo condiciones ambientales extremas. Este componente puede tener la apariencia de un LED normal, la diferencia radica en que la luz emitida por él no es visible para el ojo humano, únicamente puede ser percibida por otros dispositivos electrónicos. El sensor infrarrojo requiere de una comunicación lineal entre transmisor y receptor, lo que hace impredecible la línea de vista para su efectiva transmisión por lo tanto siempre será uno a uno, dejando de lado las configuraciones punto multipunto.

La velocidad de transmisión de datos, un archivo de datos de aproximadamente unos 4Mb, puede tardar de 15 a 20 minutos pasándola por infrarrojo, este se comunica por medio de ondas de muy alta frecuencia (similar a las ondas de radio), como las infrarrojas, pero tienen limitaciones, como el ángulo y distancia, tienen que estar muy cerca y casi de frente para poder que transfiera datos.

Actualmente, el control remoto de aparatos electrónicos es algo habitual. El extendido uso del mando a distancia en televisión, video y equipos de música, ver Figura 6 El uso de infrarrojo está siendo ampliado al usarse en aparatos

tales como: Aire acondicionado, para la apertura de puertas, control de reproductores portátiles, etc. (Naranjo Karen, y otros,2009).

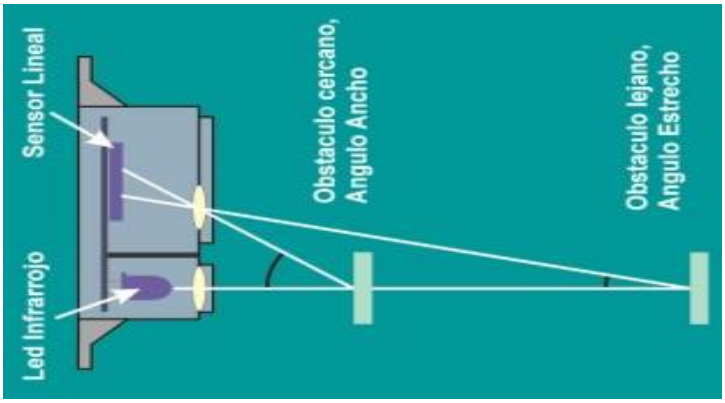


Figura 6: Sensor infrarrojo de aproximidad en funcionamiento. (Fuente: página web Parallax, tomado de: *http://www.x-robotics.com/)*

1.1.3.10. Interfaz háptica

En Physical Computing o Computación física, refiere a la construcción de sistemas físicos que permiten la interacción entre el mundo real y el digital, esta interacción ser hace mediante la combinación de hardware y software, tomando información de aspectos físicos como temperatura, presión, humedad entre otros y respondiendo a esto. En pocas palabras el computador detecta los estímulos físicos y reacciona ante estos. Una interfaz háptica es un tipo de computación física, pero funciona de manera contraria, en este caso es el computador el que genera el estímulo y quien percibe es la persona.

Las interfaces hápticas son de mucha ayuda en procesos de la vida cotidiana, donde las personas necesitan estímulos como vibraciones para interactuar de mejor forma con su entorno, como es el caso de las personas con discapacidad visual. Otro ejemplo de interfaz háptica puede ser la simulación de presionar un botón en una pantalla táctil, mediante vibración. (Zenteno Jiménez, 2013)

1.1.3.11. Motores eléctricos de vibración

Un motor eléctrico convierte la energía eléctrica en movimiento mecánico. Los motores de vibración son un tipo de motor que producen diversos tipos de vibraciones, son usualmente utilizados en interfaces hápticas, como celulares, controles de juego, pantallas táctiles, juguetes entre otros. La vibración en un

motor comercial mayormente es causada mediante la utilización de una carga no uniforme en su eje, desbalanceando el motor y provocando que comience a vibrar, pero además se puede controlar las vibraciones variando la frecuencia, esto sistemas son utilizado para producir vibraciones con ciertas características de sonido.

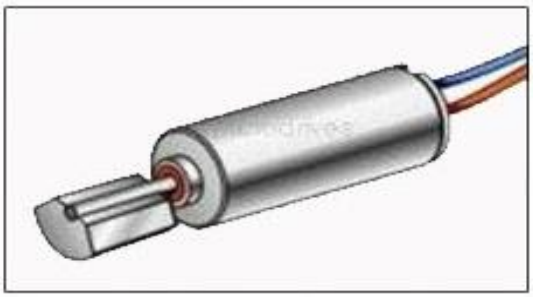


Figura 7: Micromotor eléctrico de vibración.
(Fuente: Imagen tomada de Google)

La utilización de vibradores en ciertos dispositivos puede marcar la diferencia con otros productos, dándole un valor agregado, ya que no es lo mismo un celular o una palanca de juego sin vibrador.

1.3. Definición de términos básicos

1.3.1. Bastón blanco

El bastón blanco es una vara alargada que identifica a las personas ciegas y les sirve de guía para desplazarse de manera autónoma por la vía pública. Esta herramienta tiene tres características básicas: distintivo, protección e información. Los bastones suelen tener una empuñadura de goma y en la parte inferior una puntilla metálica rodante. Existen modelos plegables o rígidos. (James Biggs, 1921).

1.3.2. Discapacidad visual

Se define como la alteración del sistema visual que consiste en la pérdida total o parcial del sentido de la vista. Existen varios tipos de discapacidad visual parcial dependiendo del grado y tipo de pérdida de visión, como la visión reducida, el escotoma, la ceguera parcial (de un ojo) o el daltonismo. (Rodolfo Robles Valverde,1915).

1.3.3. Ultrasonido

El ultrasonido es el término que designa a la onda sonora que ostenta una frecuencia que se halla por arriba del espectro audible por el oído del hombre; el sonido se ubica en los 20.000 Hz.

Es realmente variado e importante el uso que en la sociedad actual se le da al ultrasonido, por ejemplo, en la industria, gracias a él se podrán medir distancias o desarrollar pruebas no destructivas; asimismo, la medicina hace un uso especial del mismo en muchas de sus especialidades. (Dr. C. Chilowsky,1924).

1.3.4. Infrarrojo

Es la emisión de energía en forma de ondas electromagnéticas en la zona del espectro situada inmediatamente después de la zona roja de la radiación visible. La longitud de onda de los rayos infrarrojos es menor que las ondas de radio y mayor que la luz visible, oscila entre aproximadamente 10-6 y 10-3 metros. la radiación infrarroja pude detectarse como calor, para lo que se emplean instrumentos como el bolómetro. Los rayos infrarrojos se utilizan para obtener imágenes de objetos lejanos ocultos por la bruma atmosférica. (Alberto Gonzales, 2006).

1.3.5. Prototipo

Un Prototipo es un objeto que sirve como referencia para futuros modelos en una misma cadena de producción. Un Prototipo es el primer dispositivo que se fabrica y del que se toman las ideas más relevantes para la construcción de otros diseños y representa todas las ideas en cuanto a diseño, soporte y tecnología que se les puedan ocurrir a sus creadores. Por lo general un prototipo no sale a la venta a menos que sea menos que sea un terminal orientado para que otros desarrolladores de tecnología trabajen con él para insertar nuevas funciones o especificaciones para que funcione de una manera más eficiente.

“Un prototipo es un artefacto o grupo de artefactos construido sobre iteraciones rápidas que nos ayudan a realizar los experimentos para descubrir puntos clave en nuestro negocio”. (Hugo López, 2016).

1.3.5. Sensor

Es un dispositivo que está capacitado para detectar acciones o estímulos externos y responder en consecuencia. Es decir, nos permite captar la información del medio físico que nos rodea. Se encargan de medir las magnitudes físicas y transformarlas en señales eléctricas capaces de ser entendidas por un microcontrolador capaz de detectar magnitudes químicas o físicas, y transformarlas en señales eléctricas. (Paola Guimerans, 2018).

CAPÍTULO II
MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Sistemas de hipótesis

Hipótesis alternativa:

(H_1): Mediante la implementación de un bastón inteligente basado en sensores se mejorará el desplazamiento de las personas con discapacidad visual.

Hipótesis nula:

(H_0): Mediante la implementación de un bastón inteligente basado en sensores no se mejorará el desplazamiento de las personas con discapacidad visual.

2.2. Sistema de variables

Por el lugar que ocupan en la hipótesis las variables pueden ser: dependientes que es representado por la letra "Y" e independientes que es representado por la letra "X", las que se detallan a continuación:

Variable independiente

X: Bastón inteligente basado en sensores.

Indicadores:

X1: Valoración del Bastón

Variable dependiente

Y: Desplazamiento de las personas con discapacidad visual

Indicadores:

Y1: Tiempo de desplazamiento

Y2: Cantidad de obstáculos evadidos

2.3. Operacionalizacion de variables

Tabla 2

Operacionalización de variables.

Variable	Dimensiones	Indicadores	Tipo	Unidad de medida
Dependiente:		Y1: Tiempo de desplazamiento	Variable cuantitativa ordinal	Razón
Y: Desplazamiento de las personas invidentes	Medición del desplazamiento	Y2: Cantidad de obstáculos evadidos	Variable cuantitativa discreta	Razón

Fuente: Elaboración propia.

2.4. Tipo de nivel de investigación

El estudio que se desarrollará corresponde a una investigación del tipo aplicada y experimental, debido a que se llevará a cabo un análisis de toda la estructura del proceso, la interrelación de sus componentes y la funcionalidad de cada uno de ellos, buscando mediante una comprensión completa del funcionamiento del sistema, lograr mejoras en todo el sistema en general.

2.5. Diseño de investigación

Tabla 3

Diseño de investigación.

Estructura	Procedimientos
GE: O1—X—O2 **Donde:** **GE: Grupo Experimental** **OE1: Evaluación pre test** **OE2: Evaluación pos test** **X: Bastón**	1.- Precisión del grupo de estudio o muestra (Grupo experimental). 2.- Evaluación pre test al grupo de estudio (Grupo experimental). 3.- Aplicación o tratamiento (al grupo experimental). 4.- Evaluación pos test. 5.- Comparación de los resultados de la evaluación pre test y evaluación pos test. Utilidad: Este diseño es útil para conocer los resultados de la aplicación que se ensaya.

Fuente: Elaboración propia.

2.6. Población y Muestra

Población

La población de la investigación son todas las personas que tienen discapacidad visual afiliados a la asociación Fe y esperanza que conforman un grupo de 08 personas.

Muestra

La muestra está conformada por los miembros de la asociación de invidentes de la ciudad de Tarapoto registradas en OMAPED (Oficina Municipal de Atención a Personas con Discapacidad), que suman un total de 08 personas.

2.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Tabla 4

Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Técnica	Justificación	Instrumentos	Aplicado en…
Encuestas	Conocer cuáles son sus necesidades, para tener un óptimo desplazamiento por entornos habituales y no habituales con la ayuda de dispositivos electrónicos.	Cuestionario	A la muestra que es parte del estudio.
Observación directa.	Realizar visitas a la asociación involucrada.	Guia de observación	A la muestra que es parte del estudio.

Fuente: Elaboración propia

Instrumentos

Cuestionario: Se utilizó para obtener la información directa plasmada de la técnica de la encuesta.

En el caso del cuestionario aplicado para medir la primera variable: valoración del bastón inteligente, dicho instrumento estuvo constituido por 10 ítems, donde la alternativa a) equivale a 5; b) equivale a 4; c) equivale a 3; d) equivale a 2 y finalmente la alternativa e) tiene un valor de 1.

Tabla 5

Escala de calificación.

Puntaje	Escala
1	Muy malo
2	Malo
3	Regular
4	Bueno
5	Muy bueno

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6

Escala de puntuación para la valoración del bastón inteligente.

Escala de Puntuación	Descripción
[10 - 18 >	Muy malo
[18 - 26>	Malo
[26 - 34>	Regular
[34 - 42>	Bueno
[42 - 50]	Muy bueno

Fuente: Elaboración propia

2.8. Técnicas de procesamientos y análisis de datos

El programa de computador que se utilizará para el procesamiento de datos y análisis de datos para realizar las pruebas respectivas es el Microsoft Excel 2016 y SPSS v.26 que es un instrumento de análisis multivariante de datos cuantitativos que está diseñado para el manejo de datos estadísticos.

Para hallar que hay en los datos:

La media aritmética o promedio (M): Es el estadístico de tendencia central más significativo y corresponde variables de cualquier nivel de medición, pero particularmente a las mediciones de intervalo y de razón.

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n}$$

Dónde: X, media aritmética; X_1, X_2, X_3, X_n conjunto de observaciones y n número total de los valores considerados.

Desviación estándar (S): Es el promedio de las desviaciones o dispersiones de las puntuaciones respecto a la media o promedio, permite medir el grado de homogeneidad o heterogeneidad de los datos de la población objeto de medición. Cuanto mayor sea la dispersión de los datos respecto a la media mayor será la desviación estándar, lo cual significa mayor heterogeneidad entre las mediciones. La fórmula para calcular la desviación estándar de una muestra de observaciones de datos es:

$$\mathbf{S} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

Dónde: Xi, enésimo dato; $\bar{X}$, valor medio o media de la muestra, n, número de datos (de 1, 2, 3…, n).

La varianza: Se define como la elevación al cuadrado de la desviación estándar, S2.

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n} (X_j - \bar{X})^2}{n-1}$$

Para describir las diferencias entre grupos y variables:

Prueba T-Student: Es una prueba estadística para evaluar hipótesis en torno a una media cuando los tamaños de la muestra n son menores e igual que 30 mediciones para saber si hay diferencia significativa entre la media de dos muestras.

$$t = \frac{\bar{X}_D - \mu_0}{s_D / \sqrt{n}}.$$

Dónde: t = T-Student calculada para datos apareados

$\bar{X}d$ = media de las diferencias de las muestras apareadas.

μo= Media hipotética de la población para las diferencias.

S_D= Desviación estándar de la muestra para las diferencias de las muestras pareadas

n = Tamaño de la muestra

Confiabilidad

En lo que respecta a la confiabilidad de un instrumento (Cuestionario valoración del bastón inteligente) se llevó a cabo mediante una prueba piloto, al cual por tratarse de un cuestionario tipo Likert se aplicó la prueba del alfa de Cronbach, cuyo criterio básico fue que el valor obtenido sea mayor a 0,70 pues en la medida de que más se aproxime a la unidad, mayor confiabilidad tiene el instrumento.

$$\alpha = \left[\frac{k}{k-1}\right]\left[1 - \frac{\sum_{i=1}^{k} S_i^2}{S_t^2}\right],$$

La valoración para del Alpha de Cronbach esta categorizado por los siguientes valores:

Tabla 7

Valoración del Alpha de Cronbach

Coeficiente Alfa	Valor	Grado
Coeficiente Alfa	< 0.9	Excelente
Coeficiente Alfa	< 0.8	Bueno
Coeficiente Alfa	< 0.7	Aceptable
Coeficiente Alfa	< 0.6	Cuestionable
Coeficiente Alfa	< 0.5	Pobre
Coeficiente Alfa	< 0.4	Inaceptable

Fuente: Valoración Alpha de Cronbach - 2018

CAPÍTULO III
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Resultados

3.1.1. Valoración del bastón inteligente.

Como primer procedimiento se hizo la validación de la confiabilidad del instrumento cuestionario valoración del bastón inteligente, el cual fue posible aplicando el método estadístico del alfa de Cronbach, que nos permitió calcular el criterio de fiabilidad del instrumento a través de un conjunto de ítems que se espera midan el mismo constructo o dimensión teórica. Además, (Ruiz, L. 2016) en su artículo "Alfa de Cronbach (α): qué es y cómo se usa en estadística" sostiene que "El coeficiente Alfa de Cronbach oscila entre el 0 y el 1. Cuanto más próximo esté a 1, más consistentes serán los ítems serán entre sí (y viceversa). Por otro lado, hay que tener en cuenta que, a mayor longitud del test, mayor será alfa (α). Eso sí, esta prueba no sirve por sí misma para conocer de una manera absoluta la calidad del análisis estadístico realizado. Usualmente, se prefieren valores del alfa entre el rango de 0,80 y 0,90".

Para datos del cuestionario de valoración del bastón inteligente arrojó un $\propto$ = 0,818 puntajes que fueron obtenidos tras la aplicación de dicho cuestionario a la muestra de estudio siendo 08 personas que tienen discapacidad visual afiliados a la asociación Fe y Esperanza. Demostrando que los ítems miden una misma muestra y que están altamente correlacionados, pues el valor se encuentra cercano a ,900, evidenciando la fiabilidad de la escala utilizada.

Tabla 8

Alpha de Cronbach cuestionario VBI

Estadísticas de fiabilidad	valor
Alfa de Cronbach	,818
N de elementos	10

Fuente: Datos cuestionario VSII – SPSS v. 26

Al corroborar la fiabilidad del instrumento cuestionario, y obteniendo pruebas satisfactorias, se procedió hacer uso de los resultados obtenidos.

Tabla 9

Nivel valorativo del bastón inteligente

Escala	Rango	Frecuencia	Porcentaje
Muy malo	[10 - 18 >	00	00.00%
Malo	[18 - 26>	00	00.00%
Regular	[26 - 34>	00	00.00%
Bueno	[34 - 42>	02	25.00%
Muy bueno	[42 - 50]	06	75.00%
Total		**08**	**100.00%**

Fuente: Resultados de aplicación cuestionario VBI – SPSS v. 26

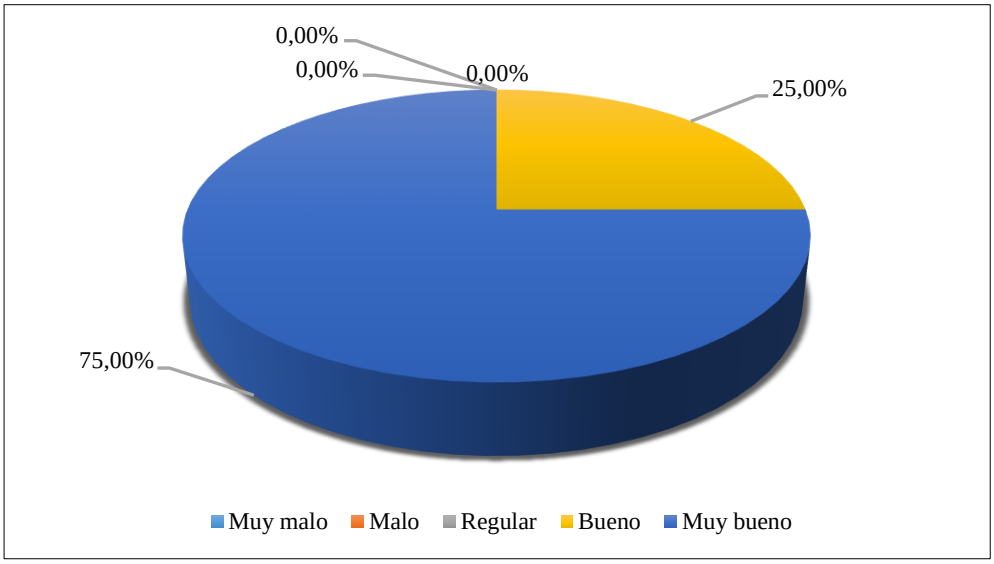


Figura 8: Nivel valorativo del bastón inteligente

Interpretación:

En tabla y figura superior, nos muestra la escala de Likert usada para medir la valoración del bastón inteligente; en otra columna la frecuencia, que se entiende como la cantidad de personas que demuestran su valoración del bastón inteligente y su porcentaje respectivo; donde 02 individuos lo calificaron como “BUENO” representando el 25% del total de la muestra representativa, por ultimo 06 personas que vienen hacer el 75% lo califico que el bastón inteligente es “MUY BUENO” según las escala definida. Infiriendo que el bastón inteligente basado en sensores ha logrado satisfacer al usuario permitiéndole detectar de forma más eficiente los obstáculos y mejoras en los tiempos, con ello la valoración positiva reflejada.

3.1.2. En relación al objetivo específico: Medir el desplazamiento de las personas con discapacidad visual en la asociación Fe y Esperanza de la ciudad de Tarapoto.

Para este objetivo de la investigación se compuso de dos indicadores tanto como el tiempo de desplazamiento y la cantidad de obstáculos evadidos.

Se empezó identificando los tiempos empleados de los individuos que presentan dificultad en la visión, siendo 08 individuos que se registraron los tiempos que les toman recorrer un tramo en específico, para ello se diseñó un recorrido con ciertos obstáculos y donde se pudo apreciar todo el comportamiento de dicho trayecto, registrándose el tiempo y la cantidad de obstáculos evadidos, y que se detalla en la tabla infra:

Tabla 10

Tiempo de desplazamiento y cantidad de obstáculos evadidos – con el baston convencional

Individuo	Tiempo de desplazamiento (Bastón Convencional):		Cantidad de obstáculos evadidos	Tiempo por obstáculo (T/O) en segundos
	MM:SS	Segundos		
I01	02:34	154	12	12.83
I02	02:56	176	10	17.60
I03	02:22	142	10	14.20
I04	02:17	137	10	13.70
I05	02:29	149	10	14.90
I06	02:44	164	10	16.40
I07	02:36	156	10	15.60
I08	02:49	169	12	14.08
Promedio	**02:35**	**155**	**10.5**	**14.91**

Fuente: Tiempo registrado del desplazamiento y evasión de obstáculos – SPSS v.25

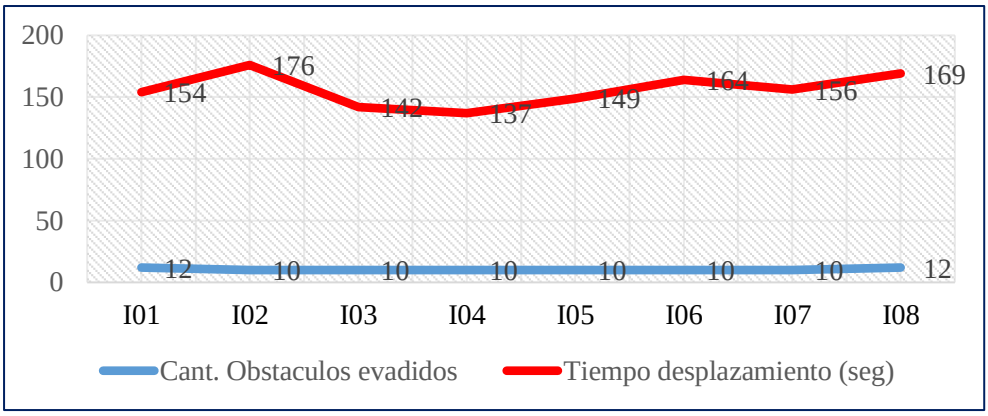


Figura 9: Tiempo de desplazamiento y cantidad de obstáculos evadidos – con bastón convencional

Interpretación:

En tabla y figura superior, nos muestra datos relevantes que se plasmaron a la hora de hacer el test, se puso a evaluación a 8 individuos que viene ser la muestra representativa del estudio los tiempos varían de forma significativa entre los 8 ciclos y están dados por segundos, por otro lado, el número de obstáculos que se presentaron oscilaron entre 10 y 12; teniendo un promedio del tiempo de desplazamiento de 155 segundos o su equivalente de 02 minutos con 35 segundos; también se aprecia el tiempo tomado por obstáculo donde el promedio de los individuos evaluados dan un valor de 14.91 segundos.

3.1.3. En relación al objetivo específico: Comparación del desplazamiento con el uso del bastón inteligente basado en sensores en las personas con discapacidad visual en la asociación Fe y Esperanza de la ciudad de Tarapoto.

Para este objetivo de la investigación se compuso de dos indicadores tanto como el tiempo de desplazamiento y la cantidad de obstáculos evadidos.

Se empezó identificando los tiempos empleados de los individuos que presentan dificultad en la visión, siendo 08 individuos que se registraron los tiempos que les toman recorrer un tramo en específico sin el uso del bastón, para ello se diseñó un recorrido con ciertos obstáculos y donde se pudo apreciar todo el comportamiento de dicho trayecto, registrándose el tiempo y la cantidad de obstáculos evadidos, asimismo se puso a evaluación de los mismos individuos haciendo uso del bastón inteligente a base de sensores en donde se detalla en la tabla infra:

Tabla 11

Tiempo de desplazamiento y cantidad de obstáculos evadidos – b convencional y b inteligente

Individuo	Cant. de obs.	Tiempo de desplazamiento (Bastón Convencional) MM:SS	Seg.	Tiempo por obstáculo (T/O) (Seg)	Tiempo de desplazamiento (Bastón Inteligente) MM:SS	Seg.	Tiempo por obstáculo (T/O) (Seg)
I01	12	02:34	154	12.83	02:02	122	10.17
I02	10	02:56	176	17.60	02:15	135	13.50
I03	10	02:22	142	14.20	02:05	125	12.50
I04	10	02:17	137	13.70	01:59	119	11.90
I05	10	02:29	149	14.90	02:03	123	12.30
I06	10	02:44	164	16.40	02:21	141	14.10
I07	10	02:36	156	15.60	02:06	126	12.60
I08	12	02:49	169	14.08	02:11	131	10.92
Promedio	**10.5**	**02:35**	**155**	**14.91**	**02:07**	**127**	**12.25**

Fuente: Tiempo registrado del desplazamiento y evasión de obstáculos – SPSS v.25

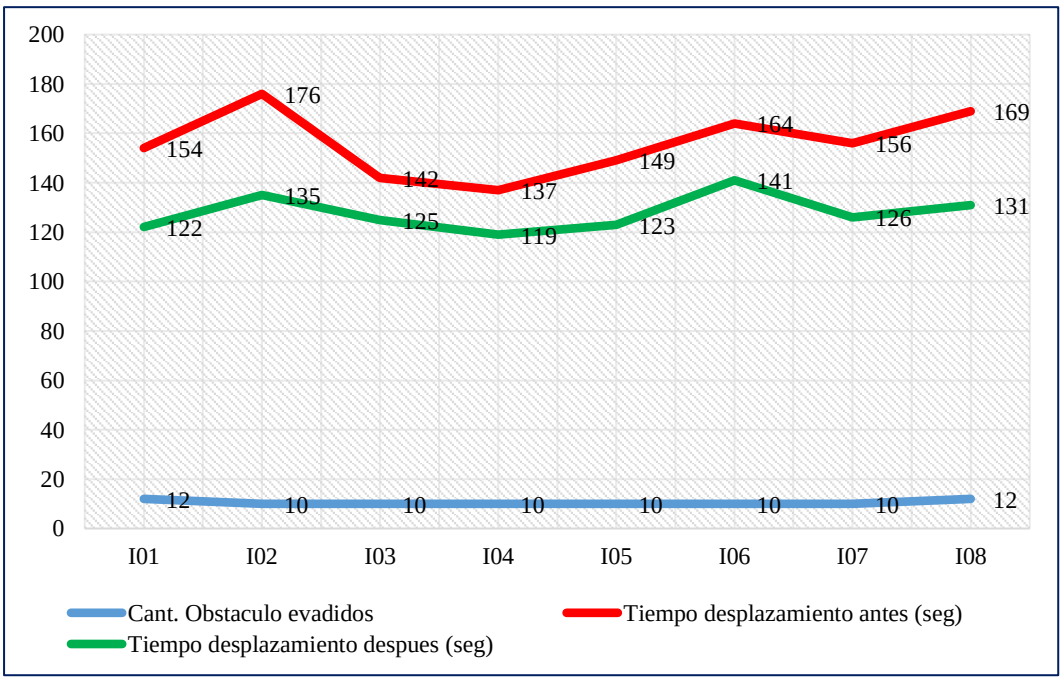


Figura 10: Tiempo de desplazamiento y cantidad de obstáculos evadidos – b convencional y b inteligente.

Interpretación

En tabla y figura superior, nos muestra datos relevantes que se plasmaron a la hora de hacer el pre test y el pos test, se puso a evaluación a 8 individuos que viene ser la muestra representativa del estudio, se aprecian los diversos tiempos en un antes y en un después donde el promedio del tiempo de desplazamiento sin el bastón inteligente es de 155 segundos equivalente a 02 minutos con 35 segundos y el tiempo de desplazamiento con el uso del bastón inteligente es de 127 segundos equivalente a 02 minutos y 07 segundos; también el promedio de tiempo por obstáculo en un antes y después es de 14.91 segundos y 12.25 segundos respectivamente, se puede inferir que el uso del bastón inteligente ha mejorado respecto al tiempo en el recorrido del trayecto reduciéndose el tiempo empleado.

3.1.4. En relación al objetivo general: Mejorar el desplazamiento de personas con discapacidad visual de la asociación fe y esperanza de la ciudad de Tarapoto.

Tiempo de desplazamiento

Para realizar la contrastación se va a utilizar la distribución t-Student para datos apareados o muestras relacionadas por tratarse de una sola muestra, el cual corresponde al tipo de diseño de investigación realizada, es decir, esta prueba estadística exige dependencias entre ambas muestras, en las que hay dos momentos uno antes (pre-test) y otro después (post-test). Con el ello se da a entender que, en el primer periodo, las observaciones servirán de control para conocer los cambios que se suscitan después de aplicar la variable independiente. Asimismo, la distribución t-Student compara las medias y las desviaciones estándar de grupo de datos y se determina si entre esos parámetros las diferencias son estadísticamente significativas o si sólo son diferencias aleatorias.

Para muestras apareadas se utiliza la siguiente fórmula:

$$t = \frac{\overline{X}_D - \mu_0}{s_D/\sqrt{n}}.$$

Dónde:

t = T-Student calculada para datos apareados

$\bar{X}d$ = media de las diferencias de las muestras apareadas.

μo= Media hipotética de la población para las diferencias.

S_D= Desviación estándar de la muestra para las diferencias de las muestras apareadas.

n = Tamaño de la muestra.

Tabla 12

Estadísticas de muestra emparejada – Tiempo de desplazamiento.

Estadísticas de muestras emparejadas				
Test	Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Bastón I	127	8	7,382	2,610
Bastón C	155	8	13,325	4,711

Fuente: Tiempo de desplazamiento con bastón convencional y bastón inteligente – SPSS v.26

Tabla 13

Prueba T de muestra emparejada – Tiempo de desplazamiento.

Prueba de muestras emparejadas – Tiempo de desplazamiento						
test	Desviación Estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		T	Gl	Sig. (bilateral)
		Inferior	Superior			
Pre - Pos	8,774	-35,460	-20,790	-9,07	7	0,000

Fuente: Tiempo de desplazamiento – SPSS v.26

Interpretación

Como se puede apreciar en la tabla anterior, nos brindan indicadores estadísticos como la desviación estándar, grados de libertad y más información importante. Lo relevante es contar con es el dato de la T-calculada que en este caso tiene el valor de tc = -9,07. Ya contando con el dato de la T - calculada, se procede encontrar el valor de la T-tabulada, para ello es necesario saber los grados de libertad (n-1) y en este caso es 7, verificando en la tabla se determina que el valor para esos parámetros es de tt = -1.895 al 95% de probabilidad.

Formulación de hipótesis estadísticas

Hipótesis nula (H_0)

Mediante el uso del bastón inteligente no se reduce el tiempo de desplazamiento de personas con discapacidad visual de la asociación fe y esperanza de la ciudad de Tarapoto.

No disminuyendo los tiempos de desplazamiento.

$$\boldsymbol{Ho}: \mu D \geq \mu A;\ \mu D - \mu A \geq 0$$

Hipótesis alternativa (H_a)

Mediante el uso del bastón inteligente se reduce el tiempo de desplazamiento de personas con discapacidad visual de la asociación fe y esperanza de la ciudad de Tarapoto.

Disminuyendo significativamente los tiempos de desplazamiento.

$$\boldsymbol{Ha}: \mu D < \mu A;\ \mu D - \mu A < 0$$

Nivel de significancia

Para la presente investigación se utiliza el 5% de nivel de significancia, por ende, el nivel de significancia es:

$$\alpha = 0.05$$

Establecer la región critica

gl: Grados de libertad (N-1) = 7

$\boldsymbol{\alpha}$ = 0.05

$\mathbf{tt_{0.95;7}}$ = -1,895

tc= -9,07

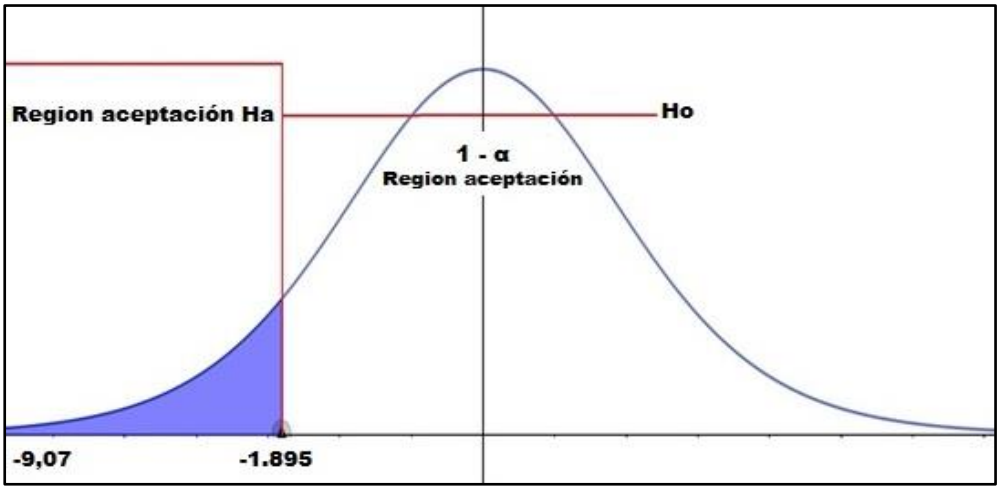


Figura 11: Distribución T-Student – Tiempo de desplazamiento.

Decisión estadística

De acuerdo a lo obtenido: tc < tt = -9,07 < -1,895 y $p < \alpha = 0.000 < 0.05$ Como son verdaderas las dos proposiciones, entonces rechazamos la hipótesis nula H_0, y aceptamos la hipótesis alterna H_a: Mediante el uso del bastón inteligente se reduce el tiempo de desplazamiento de personas con discapacidad visual de la asociación fe y esperanza de la ciudad de Tarapoto.

Tiempo de evasión de obstáculos

Para realizar la contrastación se va a utilizar la distribución t-Student para datos apareados o muestras relacionadas por tratarse de una sola muestra, el cual corresponde al tipo de diseño de investigación realizada, es decir, esta prueba estadística exige dependencias entre ambas muestras, en las que hay dos momentos uno antes (pre-test) y otro después (post-test). Con el ello se da a entender que, en el primer periodo, las observaciones servirán de control para conocer los cambios que se suscitan después de aplicar la variable independiente. Asimismo, la distribución t-Student compara las medias y las desviaciones estándar de grupo de datos y se determina si entre esos parámetros las diferencias son estadísticamente significativas o si sólo son diferencias aleatorias.

Para muestras apareadas se utiliza la siguiente fórmula:

$$t = \frac{\overline{X}_D - \mu_0}{s_D / \sqrt{n}}.$$

Dónde:

t = T-Student calculada para datos apareados

$\bar{X}d$ = media de las diferencias de las muestras apareadas.

μo= Media hipotética de la población para las diferencias.

S_D= Desviación estándar de la muestra para las diferencias de las muestras apareadas.

n = Tamaño de la muestra.

Tabla 14

Estadísticas de muestra emparejada – Tiempo de evasión de obstáculos

Estadísticas de muestras emparejadas				
Test	Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Bastón I	12,24	8	1,27561	0,45100
Bastón C	14,91	8	1,55452	0,54961

Fuente: Tiempo de desplazamiento/obstáculo con bastón convencional y bastón inteligente – SPSS v.26

Tabla 15

Prueba T de muestra emparejada – Tiempo de evasión de obstáculos.

Prueba de muestras emparejadas – Tiempo de evasión de obstáculos						
test	Desviación Estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		T	gl	Sig. (bilateral)
		Inferior	Superior			
Pre - Pos	0,77767	-3,31515	-2,01485	-9,693	7	0,000

Fuente: Tiempo de evasión de obstáculo – SPSS v.26

Interpretación

Como se puede apreciar en la tabla anterior, nos brindan indicadores estadísticos como la desviación estándar, grados de libertad y más información importante. Lo relevante es contar con es el dato de la T-calculada que en este caso tiene el valor de tc = -9,693. Ya contando con el dato de la T - calculada, se procede encontrar el valor de la T-tabulada, para ello es necesario saber los grados de libertad (n-1) y en este caso es 7, verificando en la tabla se determina que el valor para esos parámetros es de tt = -1.895 al 95% de probabilidad.

Formulación de hipótesis estadísticas

Hipótesis nula (H_0)

Mediante el uso del bastón inteligente no se reduce el tiempo de evasión de obstáculos de personas con discapacidad visual de la asociación fe y esperanza de la ciudad de Tarapoto.

No disminuyendo los tiempos de evasión de obstáculo.

$$\boldsymbol{Ho}: \mu D \geq \mu A;\ \mu D - \mu A \geq 0$$

Hipótesis alternativa (H_a)

Mediante el uso del bastón inteligente se reduce el tiempo de evasión de obstáculos en personas con discapacidad visual de la asociación fe y esperanza de la ciudad de Tarapoto.

Disminuyendo significativamente los tiempos de evasión de obstáculo.

$$\boldsymbol{Ha}: \mu D < \mu A;\ \mu D - \mu A < 0$$

Nivel de significancia

Para la presente investigación se utiliza el 5% de nivel de significancia, por ende, el nivel de significancia es:

$$\alpha = 0.05$$

Establecer la región critica

gl: Grados de libertad (N-1) = 7

$\boldsymbol{\alpha}$ = 0.05

$\mathbf{tt_{0.95;7}}$ = -1,895

tc= -9,693

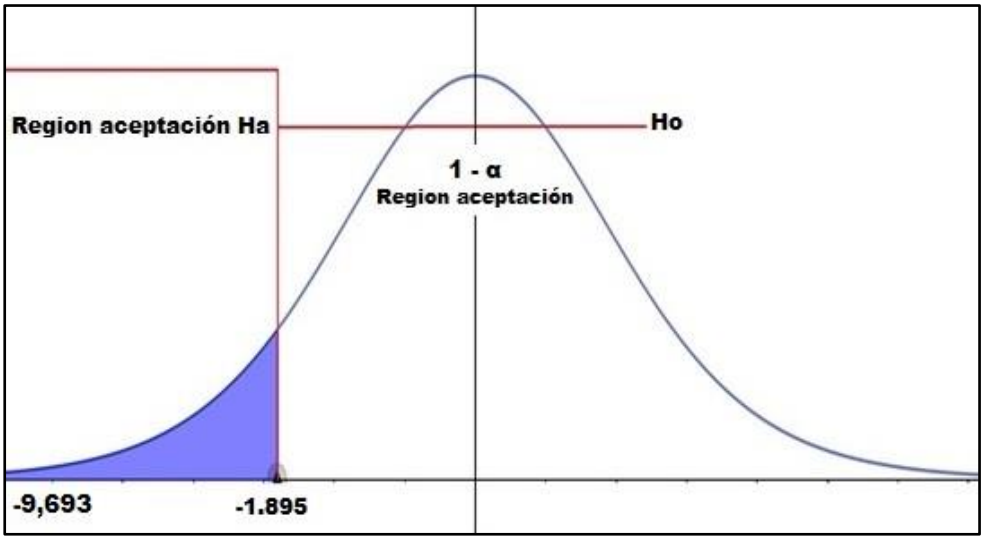


Figura 12: Distribución T-Student – Tiempo de evasión de obstáculos.

Decisión estadística

De acuerdo a lo obtenido: tc < tt = -9,693 < -1,895 y $p < \alpha = 0.000 < 0.05$ Como son verdaderas las dos proposiciones, entonces rechazamos la hipótesis nula H_0, y aceptamos la hipótesis alterna H_a: Mediante el uso del bastón inteligente se reduce el tiempo de evasión de obstáculos en personas con discapacidad visual de la asociación fe y esperanza de la ciudad de Tarapoto.

Hipótesis de la investigación

Hipótesis Nula (Ho): Mediante la implementación de un bastón inteligente basado en sensores no se mejorará el desplazamiento de las personas invidentes.

Hipótesis alternativa (Ha): Mediante la implementación de un bastón inteligente basado en sensores se mejorará el desplazamiento de las personas invidentes.

Según datos encontrados se contrasta que se ha reducido significativamente el tiempo de desplazamiento y también el tiempo de evasión de obstáculos permitiéndose concluir que se ha mejorado en gran significancia el desplazamiento de las personas invidentes, aceptándose la hipótesis alterna de la investigación.

3.2. Discusión

La investigación partió de la problemática de cómo se podría mejorar el desplazamiento de personas con discapacidad visual de la Asociación fe y esperanza de la ciudad de Tarapoto, sabiendo que la discapacidad visual es una deficiencia que está presente en millones de personas, se estima que en el mundo son 1300 millones de personas que viven con alguna forma de deficiencia visual, 217 millones tienen una deficiencia visual de moderada a grave y 36 millones son ciegas (Organización Mundial de la Salud, 2018).

A partir de los hallazgos obtenidos en esta investigación, se pudo corroborar que la implementación de un bastón inteligente permitió reducir el tiempo de desplazamiento y el tiempo en evadir obstáculos que se presentaban, permitiendo aceptar la hipótesis alterna misma que menciona que la implementación de un bastón inteligente basado en sensores se mejorará el desplazamiento de las personas invidentes, dicho resultado se relaciona con lo manifestado por Lizárraga (2018) con su investigación: "*Propuesta para el diseño de un bastón electrónico para personas invidentes que mejorara la calidad de su desplazamiento diario*", concluyendo que el diseño e implementación de un bastón 2 electrónico, permitió minimizar los problemas de movilidad en las personas con discapacidad visual, mejorando la percepción sensorial que ellos necesitan.

Respecto al objetivo específico 1: Medir el desplazamiento de las personas invidentes en la asociación Fe y Esperanza de la ciudad de Tarapoto, se pudo corroborar según evaluación a la muestra del estudio los tiempos varían de forma significativa, por otro lado, el número de obstáculos que se presentaron oscilaron entre 10 y 12; teniendo un promedio del tiempo de desplazamiento de 155 segundos o su equivalente de 02 minutos con 35 segundos; también se aprecia el tiempo tomado por obstáculo donde el promedio de los individuos evaluados dan un valor de 14.91 segundos; dichos resultados concuerdan con lo mencionado por Dávila (2016) en su investigación: "Bastón inteligente para personas con discapacidad visual", donde manifiesta que La ceguera es un problema que acata a todo el mundo, está presente pero a la vez ausente ya que es un tema del cual se habla y se comenta pero sin generar ningún tipo de solución o acercamiento a él.

Respecto al objetivo específico 2: Elaboración de un dispositivo electrónico, capaz de asistir el uso del bastón blanco; se construyó dicho bastón inteligente a base de sensores, donde se puso a prueba dando resultados satisfactorios, dicha premisa se alinea con lo mencionado por Nieto y Padilla (2015) en su estudio titulado: "*Diseño y construcción de un módulo asistente adaptable al bastón de las personas con discapacidad visual para mejorar su desplazamiento*", concluyendo que el desarrollo de un bastón inteligente es factible ya que en la actualidad en el mercado hay una gran variedad, en los cuales se pueden encontrar los insumos necesarios para llevar acabo el desarrollo del mismo; también guarda relación con lo manifestado por Quezada (2014) en su estudio titulado: "*Diseño e implementación de un dispositivo electrónico de ayuda de desplazamiento para personas ciegas*" donde afirma que las pruebas de la funcionalidad del dispositivo diseñado cumple el propósito de brindar una nueva alternativa de desplazamiento en busca de mejorar la calidad de vida de las personas ciegas.

Respecto al objetivo específico 3: Comparación del desplazamiento con el uso del bastón inteligente basado en sensores en las personas invidentes en la asociación Fe y Esperanza de la ciudad de Tarapoto; según resultados obtenidos se aprecian los diversos tiempos en un antes y en un después donde el promedio del tiempo de desplazamiento sin el bastón inteligente es de 155 segundos equivalente a 02 minutos con 35 segundos y el tiempo de desplazamiento con el uso del bastón inteligente es de 127 segundos equivalente a 02 minutos y 07 segundos; también el promedio de tiempo por obstáculo en un antes y después es de 14.91 segundos y 12.25 segundos respectivamente, se puede inferir que el uso del bastón inteligente ha mejorado respecto al tiempo en el recorrido del trayecto reduciéndose el tiempo empleado. Dicho resultado se contrasta con Ribon (2015) en su estudio titulado: "*Diseño y construcción de un prototipo de bastón sensorial para invidentes mediante la utilización de ultrasonido*", donde concluye que el bastón sensorial para invidentes es de gran apoyo para las personas con discapacidad visual, ya que con este bastón pueden realizar la detección de obstáculos, impidiendo que estas personas tropiecen, permitiendo ganar tiempo al momento de desplazarse.

CONCLUSIONES

1. Se ha mejorado de forma significativa el desplazamiento de las personas con discapacidad visual de la asociación fe y esperanza de la ciudad de Tarapoto, producto de la implementación del bastón inteligente reflejándose una reducción significante en el tiempo de desplazamiento y el tiempo en evasión de obstáculos; con ello se aceptó la hipótesis alterna de la investigación.

2. Se midió el desplazamiento de las personas invidentes en la asociación Fe y Esperanza de la ciudad de Tarapoto, teniendo que el número de obstáculos que se presentaron oscilaron entre 10 y 12; un promedio del tiempo de desplazamiento de 155 segundos o su equivalente de 02 minutos con 35 segundos; también se aprecia el tiempo tomado por obstáculo donde el promedio de los individuos evaluados da un valor de 14.91 segundos.

3. La valoración del bastón inteligente el 25% lo calificó como “BUENO” y el 75% lo califico que el bastón inteligente es “MUY BUENO”. Infiriendo que el bastón inteligente implementado ha logrado satisfacer al usuario permitiéndole detectar de forma más eficiente los obstáculos y mejoras en los tiempos, con ello una valoración positiva.

4. Se hizo la comparación de los diversos tiempos en un antes y en un después donde el promedio del tiempo de desplazamiento sin el bastón inteligente es de 155 segundos equivalente a 02 minutos con 35 segundos y el tiempo de desplazamiento con el uso del bastón inteligente es de 127 segundos equivalente a 02 minutos y 07 segundos; teniendo una diferencia de 28 segundos menos con el uso del bastón inteligente; también el promedio de tiempo por obstáculo con el bastón convencional y con el bastón inteligente es de 14.91 segundos y 12.25 segundos respectivamente, se puede inferir que el uso del bastón inteligente ha mejorado respecto al tiempo en el recorrido del trayecto reduciéndose el tiempo empleado.

RECOMENDACIONES

Al culminar el trabajo de investigación es necesario dejar algunas recomendaciones que son importantes para la organización o resto de personas que tengan acceso a esta información.

1. A Asociación Fe y Esperanza de la ciudad de Tarapoto, intensificar proyectos de esta índole para mejorar la calidad de vida a las personas pertenecientes a dicha asociación.

2. A Asociación Fe y Esperanza generar convenios con otras instituciones públicas como Municipalidades, GR, etc. con el fin de masificar proyectos en bien de mejorar la vida de personas con alguna discapacidad.

3. Al personal encargado de dirigir los estímulos en la Asociación Fe y Esperanza, capacitarse más a fondo sobre proyectos que puedan beneficiar más a la población.

4. A las organizaciones privadas apoyar estos tipos de proyectos que serán muy beneficiosos para la sociedad, en busca de una mejor calidad de vida.

.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ayala, E. (2011). *Diseño y construcción del prototipo de un sistema electrónico por ultrasonido para medir distancias aplicada a un bastón blanco.* Tesis de pregrado. Ingeniería Electrónica. Universidad Politécnica Salesiana. Cuenca. Recuperado de https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1080/12/UPS-CT002123.pdf

A Systematic Review of Effects and Effectiveness, (2009) The impact of electronic mobility devices for persons who are visually impaired.

Burbano de Ercilla, Santiago & Gracia Muñoz, Carlos. (2003). Ondas de sonido ultrasónico. Física general. Editorial Tebar, págs. 380-388.

CONAVIS. (2018). Registro de personas con discapacidad visual en el Perú. Recuperado de https://www.conadisperu.gob.pe/notas-informativas/se-registran-801-mil-personas-con-discapacidad-visual-en-todo-el-peru

Cytron Technologies. (2014). Ultrasonic Ranging Module. Sitio Web Cytron Technologies. http://cytron.com.my/p-sn-hc-sr04

Dávila Torres, Bryan F. (2016). *Bastón inteligente para personas con discapacidad visual.* Tesis de pregrado. Universidad San Francisco de Quito, Ecuador. Recuperado de http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/5184/1/124602.pdf

De Ascencao, José & Martínez, Kimberlyn. (2013). *Desarrollo de un prototipo de bastón blanco electrónico destinado a orientar a personas invidentes en su entorno.* Universidad Nueva Esparta, Caracas, Venezuela. Recuperado de http://www.sirius.une.edu.ve/pmb/opac_css/doc_num.php?explnum_id=144

Dr. C. Chilowsky. (1924). El ultrasonido y su aplicación. Art. Recuperado de https://www.redalyc.org/pdf/2570/257021012001.pdf

Foster, Allen & Gilbert, Clare. (2001). Childhood blindness in the context of VISION 2020: the right to sight. [ed.] SciELO Public Health. 2001. págs. 227-232. Vol. 79. Gaviria, Patricia. 2000. Una mirada a la persona con discapacidad desde la perspectiva ecológica. 2000.

Gonzales Cristiano, Alberto. (2006). Concepto de infrarrojo. [En línea]. marzo de 2006. Recuperado de https://sistemas.com/9259.php

Guimerans, Paola. (2018). Sensor, tipos y diferencias. [En línea]. 5 de mayo de 2018. Recuperado de http://paolaguimerans.com/openeart/2018/05/05/que-son-los-sensores

Hersh, Marion y Johnson, Michael. (2010). *Assistive technology for visually impaired and blind people.* Springer.

James Biggs. (1921). Día Mundial de la Salud. Londres. Recuperado de https://sextoestadodelosaltos.com/dia-mundial-del-baston-blanco

Kane, Joseph W. & Sternheim, Morton M. (1989). El sonido. Física, págs. 491-494. Recuperado de https://www.reverte.com/libro/fisica_89214

LaGrow, Steven J & otros. (1997). Efficacy of the touch technique for surface and foot-placement preview. [ed.] American Foundation for the Blind. págs. 47-52. Vol. 91. Recuperado de https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0145482X9709100108?journalCode=jvba

Laureano Cruces, Ana & Espinoza, Gilberto. (2005). Definición de Inteligencia Artificial. Págs.8. Recuperado de http://kali.azc.uam.mx/clc/03_docencia/posgrado/i_artificial

Lizárraga Gonzales, Christian R. (2018). *Propuesta para el diseño de un bastón electrónico para personas invidentes que mejorara la calidad de su desplazamiento diario*. Tesis de pregrado. Ingeniería Industrial. Universidad Continental, Arequipa. Recuperado de https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/5202/1/IV_FIN_110_TE_Lizarraga_Gonzales_2018.pdf

López Llanos, Hugo. (2016). Diseño e implementación de un prototipo. Trabajo de investigación. Recuperado de http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/11835

Loyola, M & otros. (2011). *Voluntariado y nuevas tecnologías: apoyo a la autonomía académica de discapacitados visuales*. Vol. 3. Recuperado de https://revistaraic.files.wordpress.com/2012/01/01-01-111.pdf

Madulika, V. S. M., & otros. (2013). *Arm7 Based Electronic Travel Aid System for Blind People Navigation and Monitoring.* págs. 1345-1350. Vol. 2. Recuperado de https://www.ijareeie.com/upload/2017/march/57_ULTRASONIC.pdf

Martínez Liébana, Ismael & otros. (2004). La percepción a través del tacto y sus tipos. Págs. 483-504. Recuperado de https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1348495

Ministerio de Salud. (2014). Personas invidentes. Recuperado de https://www.gob.pe/institucion/minsa/noticias/31145-en-el-peru-cerca-de-160-000-personas-son-invidentes-y-unas-600-000-sufren-de-alguna-discapacidad-visual

Naranjo Contreras, Karen & otros. (2009). Sensor infrarrojo, págs. 3-8. Recuperado de http://server-die.alc.upv.es/asignaturas/PAEEES/2008-09/Sensor Infrarrojo - Grupo Naranja.pdf

Nieto Martelo, Luis A & Padilla Cerda, Carlos V (2015). *Diseño y construcción de un módulo asistente adaptable al bastón de las personas con discapacidad visual para mejorar su desplazamiento.* Tesis de pregrado. Ingeniería Mecatrónica. Recuperado de http://repositorio.uac.edu.co/handle/11619/1654

OMAPED. (2019). Registro de personas con discapacidad visual en la ciudad de Tarapoto.

OMS. (2018). Ceguera y discapacidad visual. [online] Recuperado de https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/blindness-and-visual-impairment

Organización Mundial de l a Salud. (2010). *Clasificación Internacional del Funcionamiento, de la Discapacidad y de la Salud. CIF*. Madrid. Recuperado de https://www.who.int/blindness/causes/priority/en

Organización Nacional de Ciegos de España. (2016). Técnica de objetos caídos. Recuperado de https://www.once.es

Palermo, Beatriz. (2011). Escuela 198 Discapacitados Visuales. [En línea] 2 de marzo de 2011. Recuperado de http://esc198dv.blogspot.com/2011/03/orientacion-y-movilidad.html

Quezada Castillo, Juan M (2014). *Diseño e implementación de un dispositivo electrónico de ayuda de desplazamiento para personas ciegas*. Tesis de pregrado. Ingeniería Electrónica. Recuperado de http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/6023

Ribón Barrios, Deysi C. (2015). *Diseño y construcción de un prototipo de bastón sensorial para invidentes mediante la utilización de ultrasonido*. Tesis de pregrado. Ingeniería de Sistemas, Universidad de San Buenaventura Seccional Cartagena, Colombia.

Robles Valverde, Rodolfo. (1915). La discapacidad visual y ceguera. Art, págs.50-52. Recuperado de http://www.repositorio.usac.edu.gt/10329/1/15_1158.pdf

Roqueta, M. C. & Hernández, S. B. (2005). Recursos para la aplicación de las nuevas tecnologías en la educación del alumnado con necesidades educativas derivadas de discapacidad visual en edades tempranas. págs. 13-22. Vol.46. Recuperado de https://www.oei.es/historico/n11041.htm

Valdés Pérez, Fernando & Pallás Areny, Ramón. (2007). Microcontroladores: fundamentos y aplicaciones con PIC. Recuperado de https://www.apuntesdeelectronica.com/microcontroladores/microcontroladores-fundamentos-pic.htm

Wilson, Jerry D & Buffa, Anthony J. (2003). Sonido. *Física.* Pearson Educación, págs. 478-480.Recuperado de https://www.academia.edu/37107227/Fi_sica_6ta_Edicio_n_-_Jerry_D._Wilson_Anthony_J._Buffa_y_Bo_Lou

World Health Organization. (2011). Corneal opacities. *Prevention of Blindness and Visual Impairment: Priority eye diseases.* [En línea] Recuperado de http://www.who.int/blindness/causes/priority/en/index8.html.

Zenteno Jiménez & Enrique Daniel. (2013). *Electronic Travel Aids with Personalized Haptic Feedback for Visually Impaired People.* Querétaro: Instituto Politécnico Nacional, 2013. págs. 33-35. Recuperado de https://tesis.ipn.mx/jspui/handle/123456789/21520

ANEXOS

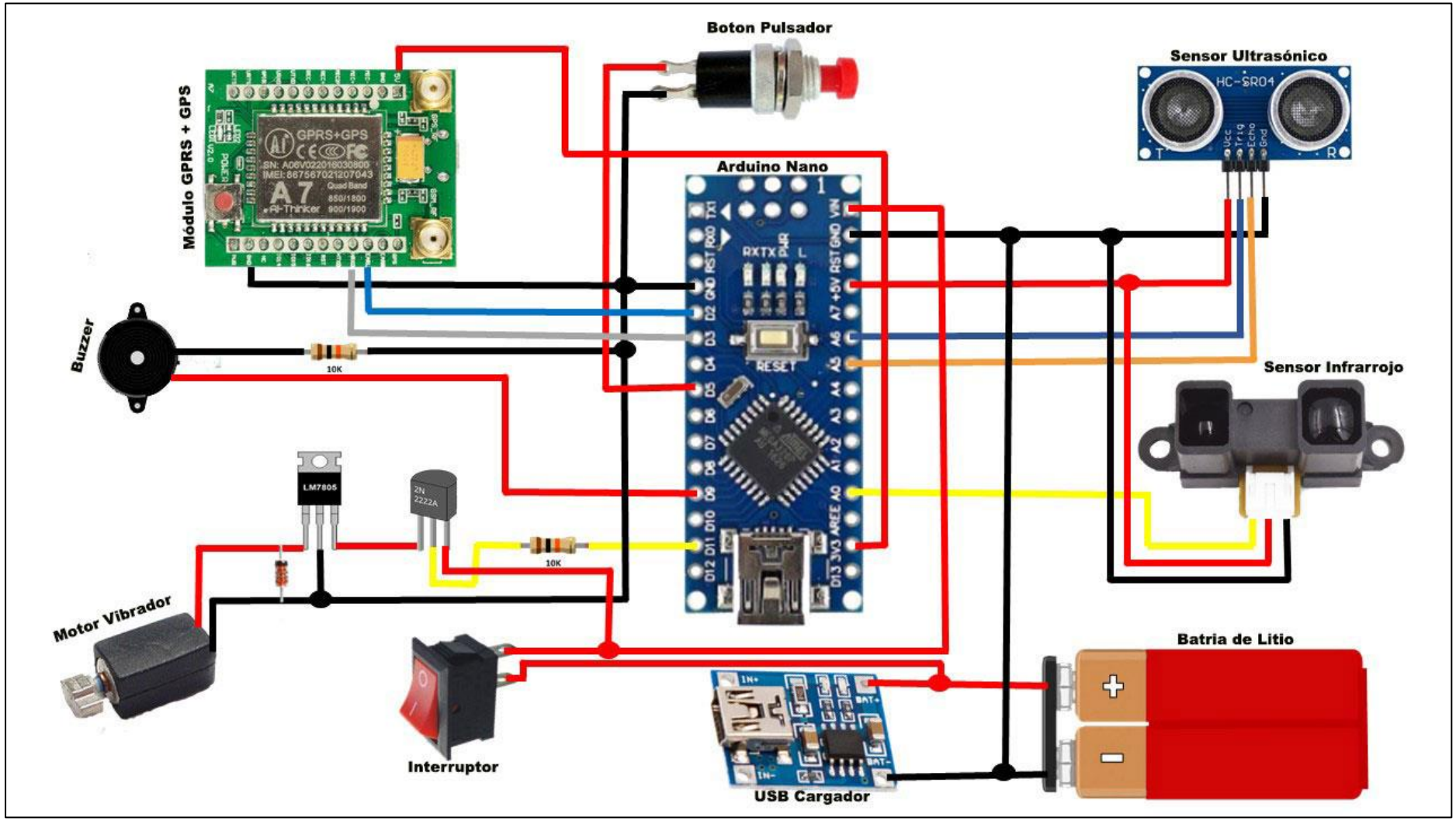
Anexo A: Código de arduino

```
//#include <TinyGPS.h>//incluimos TinyGPS
#include <SoftwareSerial.h>//incluimos SoftwareSerial

//TinyGPS gps;//Declaramos el objeto gps
//SoftwareSerial serialgps(8,7);//Declaramos el pin 8 Rx y 7 Tx
SoftwareSerial mySerial(2, 3); // RX, TX
int US = A6; // puerto de entrada ultrasonico
int om ; // one meter
int tm ; // three meter

unsigned long chars;
unsigned short sentences, failed_checksum;
int estadoboton = 1;

int pinBuzzer = 9;
int vibrador = 10;
int sensor = A0;
float distancia =50.00; // distancia en cm para obstaculos
int boton = 5;
char phone_no[]="962968313";
int cm;

void setup() {
  pinMode(A5, OUTPUT);
  pinMode(pinBuzzer, OUTPUT);

 pinMode(vibrador, OUTPUT);//declaramos pin como salida.
 pinMode(boton, INPUT); //declaramos pin como entrada.
 Serial.begin(9600);
```

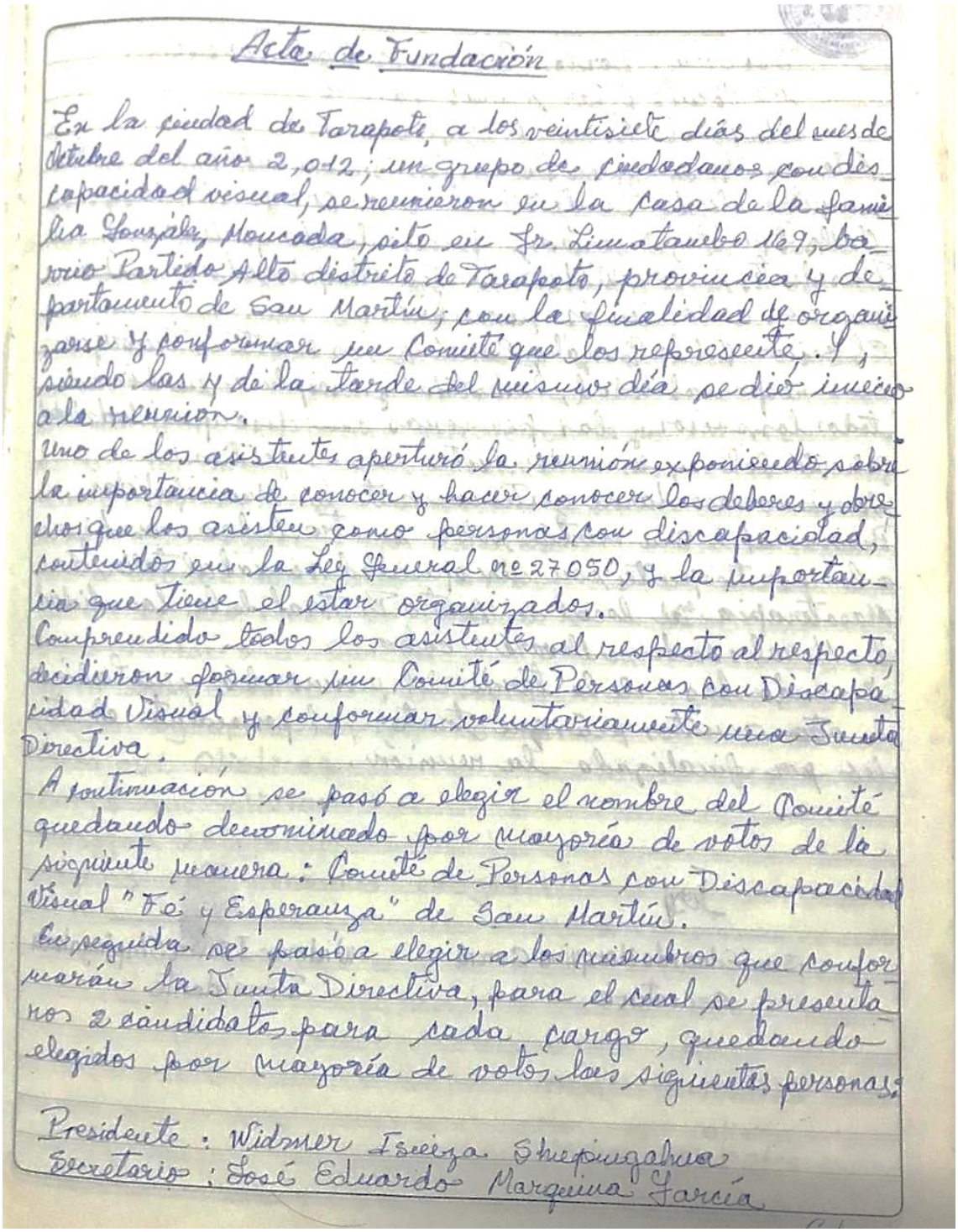
```
// serialgps.begin(9600);//Iniciamos el puerto serie del gps
 alarma(); // activamos la alarma
}

void loop() {
 ///////////// leemos sensor de distancia ultrasonico ////////////////
  digitalWrite(A5, HIGH);
  om = analogRead(US);
  tm = om * 3;
//  delay(50);
  Serial.println(tm);
  if(tm < 1300) {
   digitalWrite(vibrador, HIGH);   // encendemos vibrador
//delay (50);
}
else {digitalWrite(vibrador, LOW);  // apagamos vibrador
}


  ///////////// leemos sensor de distancia infrarojo////////////////

float sensor = analogRead(sensor)*0.0048828125; //Leemos A0 y almacenamos su valor
float cm  = 65*pow(sensor, -1.10);
//Serial.println(cm); //Escribimos dist por serial

 ///////////// control del vibrador ////////////////
if(cm >= distancia) {
 alarma();                        // disparamos alarma
}


///////////// control del boton ////////////////

estadoboton = digitalRead(boton);

if(estadoboton == 0) {

//////////////////// codigo envio sms /////////////////
  // set the data rate for the SoftwareSerial port
  mySerial.begin(115200);
 // mySerial.println("enviando sms...");

mySerial.println("AT");
delay(2000);
mySerial.println("AT+CMGF=1");
delay(2000);
mySerial.print("AT+CMGS=\"");
mySerial.print(phone_no);
mySerial.write(0x22);
mySerial.write(0x0D);  // hex equivalent of Carraige return
mySerial.write(0x0A);  // hex equivalent of newline
delay(2000);
mySerial.println("¡¡Ayuda!! Estoy Perdido..estas es mi ubicacion---> ");
mySerial.print("https://maps.google.com/maps?q=");
```

```
//mySerial.print(latitude,6);
mySerial.print("-6.485368");
mySerial.print("+");
mySerial.print("-76.362667");
//mySerial.println(longitude,6);
mySerial.println (char(26));//the ASCII code of the ctrl+z is 26

/
//////////////////// codigo lectura GPS /////////////////
while(serialgps.available())
{
int c = serialgps.read();
if(gps.encode(c))
{
float latitude, longitude;
gps.f_get_position(&latitude, &longitude);
//Serial.println("Latitud/Longitud: ");
//Serial.print(latitude,5);
//Serial.print(", ");
//Serial.println(longitude,5);
//Serial.println("");

delay(500);

/////////////// fin de codigo de sms ///////////////
gps.stats(&chars, &sentences, &failed_checksum);
}  // fin if gps
}  // fin de while */


} // fin de if boton


}  // fin de loop

void alarma()
  {
       tone(pinBuzzer, 2500);
   delay(65);
    noTone(pinBuzzer);
   delay(40);
  tone(pinBuzzer, 2500);
   delay(65);
   noTone(pinBuzzer);
   delay(70);
   }
```

<u>Anexo B:</u> Esquematización del bastón inteligente



<u>Anexo C:</u> Documentos de creación de la Asociación Fe y Esperanza



Acta de Fundación

En la ciudad de Tarapoto, a los veintisiete días del mes de Octubre del año 2,012; un grupo de ciudadanos con discapacidad visual, se reunieron en la casa de la familia González Moncada, sito en Jr. Limatambo 169, barrio Partido Alto distrito de Tarapoto, provincia y departamento de San Martín; con la finalidad de organizarse y conformar un Comité que los represente. Y, siendo las 4 de la tarde del mismo día se dió inicio a la reunión.

Uno de los asistentes aperturó la reunión exponiendo sobre la importancia de conocer y hacer conocer los deberes y derechos que los asisten como personas con discapacidad, contenidos en la Ley General nº 27050, y la importancia que tiene el estar organizados.

Comprendido todos los asistentes al respecto al respecto, decidieron formar un Comité de Personas con Discapacidad Visual y conformar voluntariamente una Junta Directiva.

A continuación se pasó a elegir el nombre del Comité quedando denominado por mayoría de votos de la siguiente manera: Comité de Personas con Discapacidad Visual "Fé y Esperanza" de San Martín.

En seguida se pasó a elegir a los miembros que conformarán la Junta Directiva, para el cual se presentaron 2 candidatos para cada cargo, quedando elegidos por mayoría de votos las siguientes personas:

Presidente: Widmer Izeiza Shepingahua
Secretario: José Eduardo Marquina García

4

Tesorera: Carla Gioana Rátiguí García
1er Vocal: César Armas García
2do. Vocal: Noemí Díaz Alván

Acto seguido se procedió a la Juramentación de los miembros de la Junta Directiva a cargo del Señor Odilo González Ramírez, juramentando primero al Presidente Señor Widmer Isaiza Shapingahua y él a su vez a los demás miembros.

El señor Odilo González Ramírez los exortó a trabajar con responsabilidad, honestidad y disciplina en bien de todos los socios y las personas con discapacidad visual felicitándolos y deseando éxitos en sus gestiones.

Al mismo acordaron gestionar ante la Municipalidad Provincial de San Martín sobre su traslado o movilizar a los participantes con discapacidad visual al taller de Masoterapia en el local del Centro Pastoral de la localidad de Morales donde se llevará a cabo.

Siendo las 6 de la tarde del mismo día y no habiendo otros asuntos más que tratar, el presidente electo dió por finalizada la reunión.

José Eduardo Marquina García
Secretario

Widmer Isaiza Shapingahua
Presidente

<u>Anexo D:</u> Instrumentos de recojo de información

Cuestionario para la valoración del Bastón inteligente basado en sensores para mejorar el desplazamiento de las personas con discapacidad visual de la Asociación Fe y Esperanza en la ciudad de Tarapoto.

Nombre: Edad: Sexo: Firma:

1. ¿Considera usted qué el bastón es fácil de usar?

   a) Muy satisfecho
   b) Satisfecho
   c) No opina
   d) Insatisfecho
   e) Totalmente insatisfecho

2. ¿El prototipo es liviano y fácil de utilizar para su movilidad?

   a) Muy bueno
   b) Bueno
   c) Regular
   d) Malo
   e) Muy malo

3. ¿El dispositivo adaptado incomoda el uso normal del bastón?

   a) Muy adecuada
   b) Adecuada
   c) No opina
   d) Inadecuada
   e) Muy inadecuada

4. ¿La función de encendido y apagado del sistema es incómodo?

   a) Muy adecuada
   b) Adecuada
   c) No opina
   d) Inadecuada
   e) Muy inadecuada

5. ¿La vibración que emite el bastón al detectar un obstáculo es óptima?

   a) Muy bueno
   b) Bueno
   c) Regular
   d) Malo
   e) Muy malo

6. ¿El sonido del buzer, es una ayuda para prevenir los vacíos?

a) Muy bueno
b) Bueno
c) Regular
d) Malo
e) Muy malo

7. ¿El sistema facilita su movilidad en lugares abiertos?

a) Muy satisfecho
b) Satisfecho
c) No opina
d) Insatisfecho
e) Totalmente insatisfecho

8. ¿Has sentido miedo al desplazarte con el prototipo?

a) Muy adecuada
b) Adecuada
c) No opina
d) Inadecuada
e) Muy inadecuada

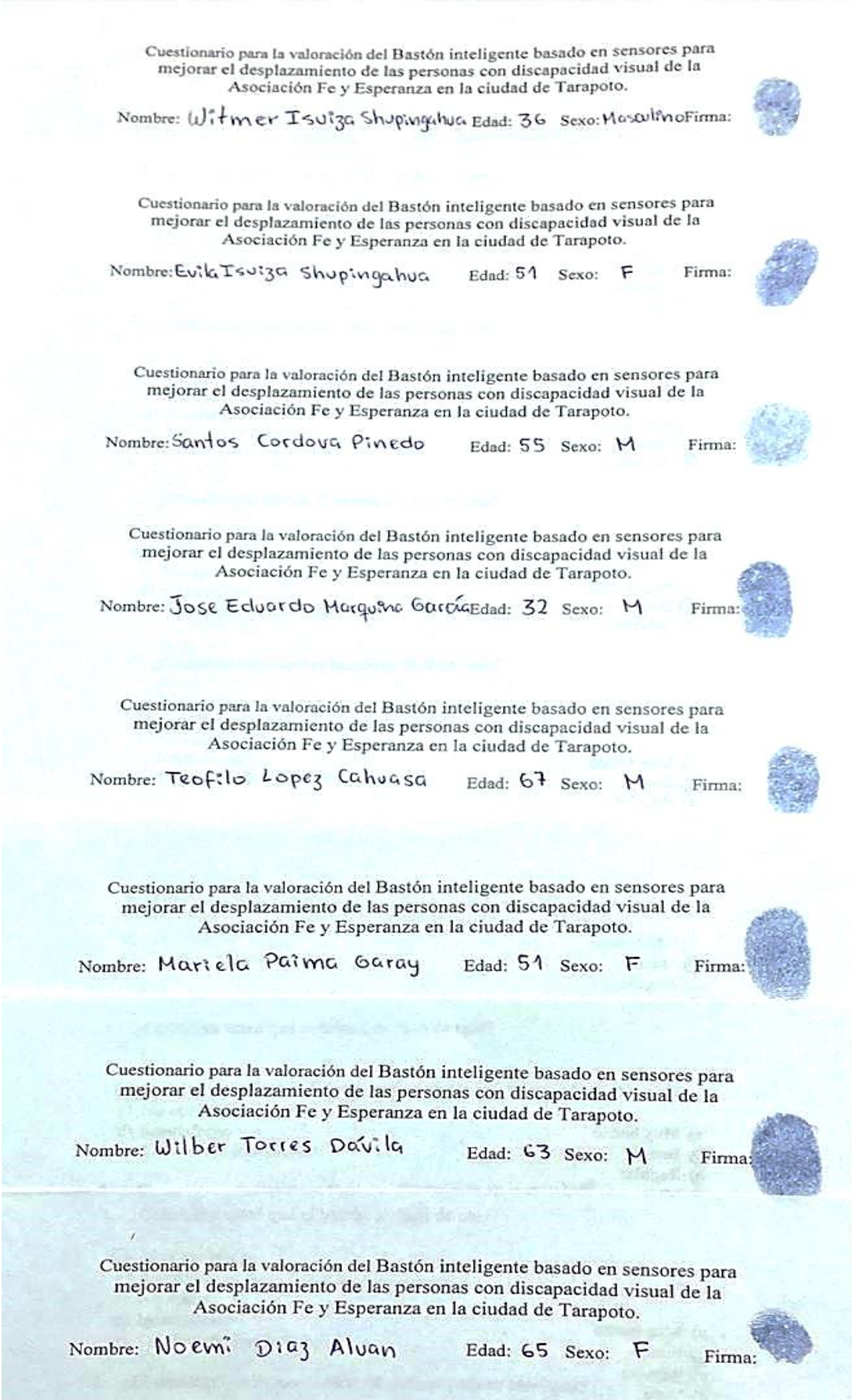
9. ¿Los sensores generan confianza al momento de su desplazamiento?

a) Muy bueno
b) Bueno
c) Regular
d) Malo
e) Muy malo

10. ¿Recomendaría el uso del bastón inteligente?

a) Muy bueno
b) Bueno
c) Regular
d) Malo
e) Muy malo

Llenado de cuestionario para la valoración, por partes de las personas invidentes de la asociación Fe y Esperanza de Tarapoto.



Cuestionario para la valoración del Bastón inteligente basado en sensores para mejorar el desplazamiento de las personas con discapacidad visual de la Asociación Fe y Esperanza en la ciudad de Tarapoto.

Nombre: Witmer Isuiza Shupingahua Edad: 36 Sexo: Masculino Firma:

Cuestionario para la valoración del Bastón inteligente basado en sensores para mejorar el desplazamiento de las personas con discapacidad visual de la Asociación Fe y Esperanza en la ciudad de Tarapoto.

Nombre: Evila Isuiza Shupingahua Edad: 51 Sexo: F Firma:

Cuestionario para la valoración del Bastón inteligente basado en sensores para mejorar el desplazamiento de las personas con discapacidad visual de la Asociación Fe y Esperanza en la ciudad de Tarapoto.

Nombre: Santos Cordova Pinedo Edad: 55 Sexo: M Firma:

Cuestionario para la valoración del Bastón inteligente basado en sensores para mejorar el desplazamiento de las personas con discapacidad visual de la Asociación Fe y Esperanza en la ciudad de Tarapoto.

Nombre: Jose Eduardo Marquina García Edad: 32 Sexo: M Firma:

Cuestionario para la valoración del Bastón inteligente basado en sensores para mejorar el desplazamiento de las personas con discapacidad visual de la Asociación Fe y Esperanza en la ciudad de Tarapoto.

Nombre: Teofilo Lopez Cahuasa Edad: 67 Sexo: M Firma:

Cuestionario para la valoración del Bastón inteligente basado en sensores para mejorar el desplazamiento de las personas con discapacidad visual de la Asociación Fe y Esperanza en la ciudad de Tarapoto.

Nombre: Mariela Paima Garay Edad: 51 Sexo: F Firma:

Cuestionario para la valoración del Bastón inteligente basado en sensores para mejorar el desplazamiento de las personas con discapacidad visual de la Asociación Fe y Esperanza en la ciudad de Tarapoto.

Nombre: Wilber Torres Dávila Edad: 63 Sexo: M Firma:

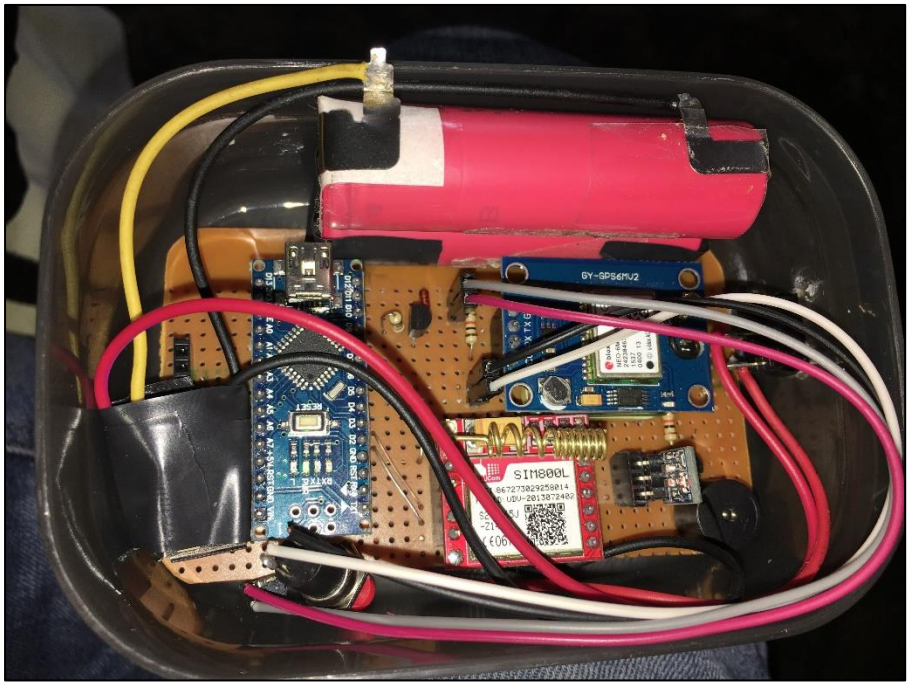
Cuestionario para la valoración del Bastón inteligente basado en sensores para mejorar el desplazamiento de las personas con discapacidad visual de la Asociación Fe y Esperanza en la ciudad de Tarapoto.

Nombre: Noemi Diaz Aluan Edad: 65 Sexo: F Firma:

Datos extraídos de las pruebas del tiempo y cantidad de obstáculos, referido al uso, sin bastón y con bastón.

N°	NOMBRE Y APELLIDOS	SIN BASTON		CON BASTON	
		TIEMPO	CANTIDAD DE OBSTACULOS	TIEMPO	CANTIDAD DE OBSTACULOS
1	WITMER ISUIZA SHUPINGAHUA	02:34	12	02:02	12
2	EVILA ISUIZA SHUPINGAHUA	02:56	10	02:15	10
3	SANTOS CORDOVA PINEDO	02:22	10	02:05	10
4	JOSE EDUARDO MARQUINA GARCIA	02:17	10	01:59	10
5	TEOFILO LOPEZ CAHUASA	02:29	10	02:03	10
6	MARIELA PAIMA GARAY	02:44	10	02:21	10
7	WILBER TORRES DAVILA	02:36	10	02:06	10
8	NOEMI DIAZ ALVAN	02:49	12	02:11	12

<u>Anexo E:</u> Foto del prototipo de bastón inteligente con sensores



<u>Anexo F:</u> Fotos del uso de bastón inteligente con sensores, por parte de las personas con discapacidad visual.

<u>Anexo G:</u> Circuito donde se realizaron las pruebas del uso del bastón (Parque "Los Jardines" – Tarapoto).

Circuito 01

Circuito 02

Circuito 03

Circuito 04