



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELECTRÓNICA E  
INDUSTRIAL**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y COMUNICACIONES**

**Tema:**

---

“SISTEMA DE TRACKING CON MONITOREO VITAL Y VARIABLES DE ENTORNO PARA PRACTICANTES DE SENDERISMO EN BAJAS Y MEDIAS MONTAÑAS.”

---

Trabajo de Titulación Modalidad: Proyecto de investigación, presentado previo a la obtención del título de Ingeniero en Electrónica y Comunicaciones.

**ÁREA:** Comunicaciones Inalámbricas

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:** Tecnología de la Información y Sistemas de Control.

**AUTORES:** Karla Thalía Erazo Clavijo

Andrés David Pacheco Ortiz

**TUTOR:** Ing. Edgar Patricio Córdova Córdova Mg.

**Ambato – Ecuador**

**Febrero - 2021**

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de tutor del Trabajo de Investigación con el tema: “SISTEMA DE TRACKING CON MONITOREO VITAL Y VARIABLES DE ENTORNO PARA PRACTICANTES DE SENDERISMO EN BAJAS Y MEDIAS MONTAÑAS”, desarrollado bajo la modalidad Proyecto de Investigación por los señores Erazo Clavijo Karla Thalía y Pacheco Ortiz Andrés David, estudiantes de la Carrera de Ingeniería en Electrónica y Comunicaciones, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, me permito indicar que los estudiantes han sido tutorados durante todo el desarrollo del trabajo hasta su conclusión, de acuerdo a lo dispuesto en el Artículo 15 del Reglamento para obtener el Título de Tercer Nivel, de Grado de la Universidad Técnica de Ambato, y el numeral 7.4 del respectivo instructivo.

Ambato, Febrero 2021.



Firmado electrónicamente por:  
**EDGAR PATRICIO  
CORDOVA CORDOVA**

---

Ing. Edgar Patricio Córdova Córdova Mg.

TUTOR

## AUTORÍA

El presente Proyecto de Investigación titulado: “SISTEMA DE TRACKING CON MONITOREO VITAL Y VARIABLES DE ENTORNO PARA PRACTICANTES DE SENDERISMO EN BAJAS Y MEDIAS MONTAÑAS”, es absolutamente original, auténtico y personal. En tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad de los autores.

Ambato, Febrero 2021



-----  
Karla Thalía Erazo Clavijo

C.C: 050332226-5

AUTOR



-----  
Andrés David Pacheco Ortiz

C.C: 172351476-4

AUTOR

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

En calidad de par calificador del Informe Final del Trabajo de Titulación presentado por los señores Erazo Clavijo Karla Thalía y Pacheco Ortiz Andrés David, estudiantes de la Carrera de Electrónica y Comunicaciones, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, electrónica e Industrial, bajo la Modalidad Proyecto de Investigación, titulado “SISTEMA DE TRACKING CON MONITOREO VITAL Y VARIABLES DE ENTORNO PARA PRACTICANTES DE SENDERISMO EN BAJAS Y MEDIAS MONTAÑAS”, nos permitimos informar que el trabajo ha sido revisado y calificado de acuerdo al Artículo 17 del Reglamento para obtener el Título de Tercer Nivel, de Grado de la Universidad Técnica de Ambato, y al numeral 7.6 del respectivo instructivo. Para cuya constancia suscribimos, conjuntamente con la señora Presidenta del Tribunal.

Ambato, Febrero 2021.



Firmado electrónicamente por:  
**ELSA PILAR  
URRUTIA**

-----  
Ing. Pilar Urrutia, Mg.  
PRESIDENTA DEL TRIBUNAL



Firmado electrónicamente por:  
**SANTIAGO MAURICIO  
ALTAMIRANO  
MELENDEZ**

-----  
Ing. Santiago Mauricio Altamirano  
PROFESOR CALIFICADOR



Firmado electrónicamente por:  
**ANA PAMELA  
CASTRO**

-----  
Ing. Ana Pamela Castro  
PROFESOR CALIFICADOR

## DERECHOS DE AUTOR

Autorizamos a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga uso de este Trabajo de Titulación como un documento disponible para la lectura, consulta y procesos de investigación.

Cedemos los derechos de nuestro Trabajo de Titulación en favor de la Universidad Técnica de Ambato, con fines de difusión pública. Además, autorizamos su reproducción total o parcial dentro de las regulaciones de la institución.

Ambato, Febrero 2021



Karla Thalía Erazo Clavijo

C.C: 0503322265

AUTOR



Andrés David Pacheco Ortiz

C.C: 1723514764

AUTOR

## DEDICATORIA

A Dios quien me guío y ayudó durante toda mi vida estudiantil, dándome fuerzas y fortaleza para seguir adelante y no desmayar en cada adversidad que se me presentaba, permitiéndome llegar a este punto tan importante de realización profesional.

A mis padres Jaime Erazo y Rosa Clavijo, por su apoyo, consejos, amor, ayuda y comprensión incondicional en cada paso que di, quienes han sido la inspiración de cada día y me han inculcado valores que me han ayudado durante este camino, siendo ellos un ejemplo de lucha y perseverancia a seguir.

A mis hermanos Gaby, Made y Danny, de quienes he recibido tanto amor y ánimos para seguir adelante.

A mis familiares, por estar siempre presentes con su apoyo, para verme realizada profesionalmente.

*Karla Thalía Erazo Clavijo*

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo a todos aquellos que creyeron en mí en especial a mi madre María Ortiz y mi padre Juan Pacheco los cuales son y serán un pilar fundamental en mi vida.

A mis hermanos Mayra, Juan Sebastián y Antonio ya que sin su apoyo incondicional no hubiese logrado este sueño.

A mis amigos Jonathan, Marco y Carla los cuales hemos pasado aventuras buenas como malas, pero de una forma u otra nos apoyamos siempre.

*Andrés David Pacheco Ortiz*

## AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme la luz y bendición de cada día, a mi Familia con infinito amor y agradecimiento, sin su apoyo incondicional no hubiera podido cumplir con este sueño tan anhelado.

A nuestro Tutor Ingeniero Patricio Córdova, por su tiempo, ayuda, paciencia y apoyo para la realización de este trabajo.

Al Centro de Cultura Física de la Universidad Técnica de Ambato, en especial al Dr. Mg. Patricio Ortiz, quien confió en nosotros para la realización de la investigación.

A mi compañero de vida y equipo Andrés, gracias por haber compartido todo este tiempo conmigo momentos y experiencias, por tus enseñanzas, paciencia, apoyo, amor y palabras de aliento para no dejarme desmayar en tan largo camino, fuimos y seguiremos siendo un gran equipo.

A mis amigos Jonathan, Marco y Carla que estuvieron presentes en toda mi vida estudiantil, que en las alegrías y tristezas supimos salir adelante.

*Karla Thalía Erazo Clavijo*

## AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme fortaleza y sabiduría para no rendirme en momentos difíciles, a mi familia que siempre me apoyaron a culminar una de mis grandes metas en especial a mi madre que amo tanto.

A Karla mi compañera, mi amiga, mi amada la cual me ayudo a superar cada obstáculo por creer en mí siempre y ayudarme a ser mejor cada día.

Al centro de cultura física en especial al Dr. Mg. Patricio Ortiz el cual nos ayudó a que el proyecto de investigación se realizara.

A mi tutor Ingeniero Patricio Córdova por la guía en este trabajo y como mentor en las aulas de clase.

*Andrés David Pacheco Ortiz*

## ÍNDICE GENERAL

|   |      |
|---|------|
| APROBACIÓN DEL TUTOR.....   | II   |
| AUTORÍA.....  | III  |
| APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO .....  | IV   |
| DERECHOS DE AUTOR .....   | V    |
| DEDICATORIA .....   | VI   |
| AGRADECIMIENTO .....  | VIII |
| ÍNDICE GENERAL.....   | X    |
| ÍNDICE DE TABLAS .....  | XIV  |
| ÍNDICE DE FIGURAS.....  | XVI  |
| RESUMEN EJECUTIVO .....   | XIX  |
| ABSTRACT.....   | XX   |
| INTRODUCCIÓN .....  | XXI  |
| CAPITULO I.....   | 1    |
| MARCO TEORICO.....  | 1    |
| 1.1 Tema de Investigación .....   | 1    |
| 1.2 Antecedentes Investigativos.....  | 1    |
| 1.2.1 Contextualización del problema.....   | 3    |
| 1.2.2 Fundamentación Teórica.....   | 4    |
| Senderismo.....   | 4    |
| a) Materiales necesarios para la seguridad en el senderismo .....                                 | 5    |
| b) Variables ambientales que imponen situaciones particulares en la práctica del senderismo ..... | 5    |
| c) Variables vitales a monitorearse en la práctica del senderismo .....                           | 6    |
| Tracking .....  | 9    |
| a) GPS (Sistema de Posicionamiento Global).....   | 9    |

|       |  |    |
|-------|--|----|
| b)    | GSM (Global System for Global Communications).....                           | 10 |
| c)    | GPRS (General Packet Radio Service) .....                                    | 10 |
|       | Tratamiento de información.....  | 11 |
| a)    | Microcontrolador.....  | 11 |
|       | Monitoreo y Gestión .....  | 12 |
| a)    | Servidor Web .....   | 12 |
| b)    | Base de Datos.....   | 13 |
| c)    | Hosting y Dominio.....   | 14 |
| 1.3   | Objetivos .....  | 16 |
|       | CAPÍTULO II .....  | 18 |
|       | METODOLOGÍA .....  | 18 |
| 2.1   | Materiales.....  | 18 |
| 2.2   | Métodos.....   | 18 |
| 2.2.1 | Modalidad de Investigación .....   | 18 |
| 2.2.2 | Recolección de información.....  | 18 |
| 2.2.3 | Procesamiento y análisis de datos .....                                      | 19 |
| 2.2.4 | Desarrollo del Proyecto.....   | 19 |
|       | CAPITULO III.....  | 21 |
|       | RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....   | 21 |
| 2.1   | Análisis y discusión de los resultados.....                                  | 21 |
| 2.2   | Desarrollo de la propuesta.....  | 21 |
| 2.2.1 | Estadísticas de extravíos al practicar deporte en montaña en Ecuador.....    | 21 |
| 2.2.2 | Estadísticas de extravíos al practicar deporte en montaña Internacionalmente | 24 |
| 2.2.3 | Diagrama de Bloques .....  | 26 |
| 2.2.4 | Selección de los elementos para la implementación del sistema .....          | 26 |
| a)    | Sensores para el monitoreo de variables ambiental .....                      | 27 |

|       |  |    |
|-------|--|----|
| b)    | Sensores para el monitoreo vital .....   | 30 |
| c)    | Selección de la tecnología para la comunicación inalámbrica.....   | 32 |
| d)    | Selección de la red móvil para transmisión de las variables de forma inalámbrica.....                          | 34 |
| e)    | Equipo para el sistema de posicionamiento global y comunicación inalámbrica.<br>35                             |    |
| f)    | Equipo para el procesamiento de datos en el dispositivo dos .....  | 36 |
| g)    | Equipo para el procesamiento de datos en el dispositivo uno.....   | 38 |
| h)    | Selección del servidor y la página web .....   | 39 |
| 2.2.5 | Estandarización de los rangos para la transmisión de las alertas .....   | 41 |
| a)    | Temperatura Corporal .....   | 41 |
| b)    | Saturación de Oxígeno en la sangre .....   | 41 |
| 2.3   | Desarrollo del Prototipo .....   | 42 |
| 2.3.1 | Dispositivo Uno .....  | 43 |
| a)    | Adquisición y Determinación de las variables vitales para el dispositivo uno                                   | 44 |
| b)    | Tecnología de comunicación entre el dispositivo uno y dos.....   | 52 |
| c)    | Transferencia de datos hacía el dispositivo dos .....  | 53 |
| 2.3.2 | Dispositivo Dos.....   | 53 |
| a)    | Adquisición y Determinación de las variables de entorno y posicionamiento global para el dispositivo dos ..... | 55 |
| b)    | Visualización de datos – HMI.....  | 63 |
| c)    | Alertas programadas con las variables vitales .....  | 64 |
| d)    | Tecnología de comunicación.....  | 65 |
| e)    | Transmisión de datos hacia el servidor web .....   | 66 |
| 2.3.3 | Servidor Web .....   | 66 |
| a)    | Registro e ingreso al Hosting (AwardSpace) .....   | 67 |
| b)    | Creación de la base de datos .....   | 69 |

|                                     |   |     |
|-------------------------------------|---|-----|
| c)                                  | Creación de la Pagina Web .....                             | 71  |
| 2.4                                 | Implementación del Prototipo .....                          | 75  |
| a)                                  | Diseño y circuito impreso de la placa electrónica.....      | 75  |
| b)                                  | Diseño y construcción de las estructuras del prototipo..... | 77  |
| 2.5                                 | Pruebas de Funcionamiento .....                             | 82  |
| 2.6                                 | Análisis de Resultados .....                                | 85  |
| a)                                  | Señales Ambientales .....                                   | 86  |
| b)                                  | Señales Vitales .....                                       | 89  |
| c)                                  | Posicionamiento Global .....                                | 92  |
| 2.7                                 | Presupuesto .....   | 93  |
| CAPITULO IV.....                    |   | 97  |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... |   | 97  |
| 4.1                                 | Conclusiones .....  | 97  |
| 4.2                                 | Recomendaciones.....  | 99  |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....     |   | 100 |
| Anexos .....                        |   | 106 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| <b>Tabla 1</b> Materiales para la seguridad para practicantes de senderismo.....  | 5  |
| <b>Tabla 2</b> Temperatura Corporal en los seres humanos [12]. .....  | 7  |
| <b>Tabla 3</b> Niveles de Oxigenación en la sangre [12].....  | 8  |
| <b>Tabla 4</b> Valores de frecuencia cardiaca en seres humanos [12].....  | 8  |
| <b>Tabla 5</b> Servidores Web más utilizados [21] .....   | 13 |
| <b>Tabla 6</b> Hostings más comunes [24]. .....   | 15 |
| <b>Tabla 7</b> Eventos de Rescate realizados por el GOE. [28] .....   | 24 |
| <b>Tabla 8</b> Comparación de las características de los sensores de temperatura y humedad<br>.....   | 28 |
| <b>Tabla 9</b> Comparación de las características de los sensores de presión atmosférica.   | 29 |
| <b>Tabla 10</b> Comparación de las características de los sensores de temperatura corporal<br>.....   | 30 |
| <b>Tabla 11</b> Comparación de las características de los sensores de frecuencia cardiaca y<br>oxigenación de la sangre .....                   | 32 |
| <b>Tabla 12</b> Comparación de las características de la tecnología para la comunicación<br>inalámbrica.....                                    | 33 |
| <b>Tabla 13</b> Comparación de las características de la red móvil .....  | 34 |
| <b>Tabla 14</b> Comparación de las características de los módulos para el sistema de<br>posicionamiento global y comunicación inalámbrica ..... | 36 |
| <b>Tabla 15</b> Comparación de las características del equipo para el procesamiento de datos<br>en el dispositivo dos.....                      | 37 |
| <b>Tabla 16</b> Comparación de las características del equipo para el procesamiento de datos<br>en el dispositivo uno .....                     | 39 |
| <b>Tabla 17</b> Comparación de los servicios que ofrece cada proveedor Hosting.....   | 40 |
| <b>Tabla 18</b> Rangos de Temperatura Corporal para el envío de alertas .....   | 41 |
| <b>Tabla 19</b> Rangos de Saturación de Oxígeno en la sangre para el envío de alertas ...   | 42 |
| <b>Tabla 20</b> Rangos de Frecuencia Cardiaca para el envío de alertas .....  | 42 |
| <b>Tabla 21</b> Consumo de Voltaje y Corriente del Dispositivo Uno .....  | 43 |
| <b>Tabla 22</b> Valores de la resistencia pull - up según la distancia para el DS18B20 [40]<br>.....  | 49 |
| <b>Tabla 23</b> Temperatura Corporal – Muestras .....   | 50 |
| <b>Tabla 24</b> Consumo de Voltaje y Corriente del Dispositivo Receptor.....  | 54 |

|   |    |
|---|----|
| <b>Tabla 25</b> Análisis de Resultados Temperatura Ambiental .....    | 86 |
| <b>Tabla 26</b> Análisis de Resultados Presión Atmosférica .....      | 87 |
| <b>Tabla 27</b> Análisis de Resultados Humedad.....                   | 88 |
| <b>Tabla 28</b> Análisis de Resultados Altura .....                   | 89 |
| <b>Tabla 29</b> Análisis de Resultados Temperatura Corporal.....      | 90 |
| <b>Tabla 30</b> Análisis de Resultados Frecuencia Cardíaca.....       | 91 |
| <b>Tabla 31</b> Análisis de Resultados Oxigenación de la Sangre ..... | 92 |
| <b>Tabla 32</b> Presupuesto para la construcción del Prototipo .....  | 95 |
| <b>Tabla 33</b> Presupuesto total del proyecto de investigación ..... | 96 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| <b>Fig. 1</b> Representación de un sistema de Localización [17].....  | 9  |
| <b>Fig. 2</b> Estructura de una red GPRS [19]. .....  | 11 |
| <b>Fig. 3</b> Esquema Básico de un microcontrolador Fuente: Microcontroladores: Fundamentos y Aplicaciones [20].....  | 11 |
| <b>Fig. 4</b> Operaciones Especiales del GIR desde el 2009 al 2013. GIR 2013 [20]. .....  | 22 |
| <b>Fig. 5</b> Estadísticas del Grupo de Intervención y Rescate de la policía Nacional. Oficina de Operaciones P3 – GIR [26]. .....  | 22 |
| <b>Fig. 6</b> Porcentaje Operaciones del Grupo de Intervención y Rescate. Oficina de Operaciones P3 – GIR [26]. .....   | 23 |
| <b>Fig. 7</b> Número de los rescates en alta, media y baja montaña realizados por diferentes instituciones en los últimos años. Realizado por los investigadores en base a la bibliografía. [10] [25] [26] [27] [28]..... | 24 |
| <b>Fig. 8</b> Evolución del porcentaje de rescates en Senderismo en relación al total de actuaciones del GREIM 2010-2018. [29] .....  | 25 |
| <b>Fig. 9</b> Porcentaje de personas rescatadas por el GREIM en relación con la actividad que practican. [29].....  | 25 |
| <b>Fig. 10</b> Diagrama de bloques del sistema. ....  | 26 |
| <b>Fig. 11</b> Circuito de interconexión Dispositivo uno.....   | 43 |
| <b>Fig. 12</b> Diagrama de bloque del sistema MAX30100 [48]......   | 45 |
| <b>Fig. 13</b> Diagrama de Funcionamiento del MAX30100 [48].....  | 46 |
| <b>Fig. 14</b> Función para la obtención numérica de la Frecuencia Cardíaca y SpO2 .....  | 47 |
| <b>Fig. 15</b> Diagrama de Flujo de Frecuencia Cardíaca.....  | 47 |
| <b>Fig. 16</b> Diagrama de Flujo de Oxigenación de la Sangre .....  | 48 |
| <b>Fig. 17</b> Distribución de pines sensor DS18B20 [40] .....  | 48 |
| <b>Fig. 18</b> Conexión del Sensor temperatura corporal .....   | 49 |
| <b>Fig. 19</b> Función para la obtención numérica de la Temperatura Corporal .....  | 51 |
| <b>Fig. 20</b> Diagrama de Flujo de Temperatura Corporal.....   | 51 |
| <b>Fig. 21</b> Diagrama de comunicación del dispositivo uno y dos .....   | 52 |
| <b>Fig. 22</b> Función para configuración AT del bluetooth maestro .....  | 52 |
| <b>Fig. 23</b> Comandos AT utilizados para la configuración del bluetooth maestro .....   | 53 |
| <b>Fig. 24</b> Función para la transferencia de datos hacia el dispositivo dos .....  | 53 |
| <b>Fig. 25</b> Circuito de conexión Dispositivo Dos.....  | 54 |

|  |    |
|--|----|
| <b>Fig. 26</b> Distribución de pines DTH22 [49] .....  | 56 |
| <b>Fig. 27</b> Esquema eléctrico de conexión del sensor DTH22 al Arduino.....  | 56 |
| <b>Fig. 28</b> Función para la obtención numérica de la Temperatura y Humedad Ambiental .....  | 57 |
| <b>Fig. 29</b> Diagrama de Flujo Temperatura Ambiental.....  | 57 |
| <b>Fig. 30</b> Diagrama de Flujo Humedad.....  | 58 |
| <b>Fig. 31</b> Distribución de pines BMP180 [50].....  | 58 |
| <b>Fig. 32</b> Esquema eléctrico de conexión del sensor BMP180 al Arduino .....  | 59 |
| <b>Fig. 33</b> Función para la obtención numérica de la Presión Atmosférica .....  | 59 |
| <b>Fig. 34</b> Diagrama de Flujo Presión Atmosférica .....   | 60 |
| <b>Fig. 35</b> Distribución de pines y conexión con Arduino del SIM808 [51].....   | 61 |
| <b>Fig. 36</b> Función para la adquisición numérica de latitud y longitud.....   | 61 |
| <b>Fig. 37</b> Diagrama de Flujo para el posicionamiento global.....   | 62 |
| <b>Fig. 38</b> Función para el Botón de Emergencia.....  | 63 |
| <b>Fig. 39</b> Pantalla de Visualización del HMI. (a) Pantalla Inicio, (b) Pantalla Menú .   | 63 |
| <b>Fig. 40</b> Pantallas de cada opción del menú. (a) Pantalla Temperatura y Humedad Ambiental, (b) Pantalla Altura y Presión Atmosférica, (c) Pantalla Batería, (d) Pantalla Latitud y Longitud, (e) Pantalla Temperatura Corporal, Pulsaciones y SPO2, (f) Pantalla Fecha y hora ..... | 64 |
| <b>Fig. 41</b> Programación realizada para el envío de alertas con el SIM808.....  | 65 |
| <b>Fig. 42</b> Función para configuración AT del bluetooth esclavo.....  | 65 |
| <b>Fig. 43</b> Programación del módulo SIM808 para el envío de datos hacia el servidor web .....   | 66 |
| <b>Fig. 44</b> Esquema de conexión de servidor web .....   | 67 |
| <b>Fig. 45</b> Página principal de AwardSpace [52] .....   | 67 |
| <b>Fig. 46</b> Selección de la cuenta para AwardSpace [52].....  | 68 |
| <b>Fig. 47</b> Panel de Control de AwardSpace [52] .....   | 68 |
| <b>Fig. 48</b> Características de alojamiento de AwardSpace [52] .....   | 68 |
| <b>Fig. 49</b> Estadísticas de alojamiento de la cuenta de hosting [52] .....  | 69 |
| <b>Fig. 50</b> Estructura de la base de datos del servidor.....  | 70 |
| <b>Fig. 51</b> Archivo de conexión del módulo SIM808 con la base de datos .....  | 70 |
| <b>Fig. 52</b> Archivo de conexión de la base de datos con la página web.....  | 71 |
| <b>Fig. 53</b> Página principal del sitio web.....   | 72 |

|   |    |
|---|----|
| <b>Fig. 54</b> Página de Monitoreo Ambiental.....   | 72 |
| <b>Fig. 55</b> Página de Monitoreo Vital.....   | 73 |
| <b>Fig. 56</b> Página de Tracking .....   | 73 |
| <b>Fig. 57</b> Página de Tabla .....  | 74 |
| <b>Fig. 58</b> Página de Histogramas .....  | 74 |
| <b>Fig. 59</b> Diseño de las placas electrónicas dispositivo dos .....  | 75 |
| <b>Fig. 60</b> Diseño de la placa electrónica dispositivo uno.....  | 76 |
| <b>Fig. 61</b> Placas Electrónicas del dispositivo dos .....  | 77 |
| <b>Fig. 62</b> Placa Electrónica del dispositivo uno.....   | 77 |
| <b>Fig. 63</b> Diseño de la estructura en el software Autodesk Fusion 360. (a) Diseño dispositivo dos, (b) Diseño dispositivo uno .....   | 77 |
| <b>Fig. 64</b> Construcción de la estructura. (a) Dispositivo dos, (b) Dispositivo uno.....   | 78 |
| <b>Fig. 65</b> Pantalla HMI del dispositivo en funcionamiento. (a) Pantalla Inicio, (b) Pantalla Menú, (c) Pantalla Temperatura y Humedad Ambiental, (d) Pantalla Altura y Presión Atmosférica, (e) Pantalla Batería, (f) Pantalla Latitud y Longitud, (g) Pantalla Temperatura y (h) Pantalla Fecha y hora .....           | 78 |
| <b>Fig. 66</b> Pantallas de monitoreo en funcionamiento de la página web. (a) Página monitoreo ambiental, (b) Página monitoreo vital, (c) Página Tracking, (d) Página tabla de datos, (e) Página Histogramas del historial de datos monitoreo ambiental, (f) Página Histogramas del historial de datos monitoreo vital..... | 82 |
| <b>Fig. 67</b> Mediciones obtenidas por los equipos deportivos. (a) Hidrómetro temperatura y humedad ambiental, (b) Reloj GARMIN presión atmosférica, (c) Reloj GARMIN Altura.....  | 82 |
| <b>Fig. 68</b> Mediciones obtenidas por el dispositivo dos. (a) Temperatura y humedad ambiental, (b) Altura y presión atmosférica.....  | 83 |
| <b>Fig. 69</b> Mediciones obtenidas por los equipos de salud. (a) Termómetro microlife temperatura corporal, (b) Oxímetro frecuencia cardíaca y SPO2 .....  | 83 |
| <b>Fig. 70</b> Mediciones obtenidas por el dispositivo temperatura corporal, frecuencia cardíaca y SPO2 .....   | 84 |
| <b>Fig. 71</b> Sistema de Tracking en funcionamiento. (a) Ruta recorrida, (b) Posiciones del practicante de senderismo .....  | 85 |
| <b>Fig. 72</b> Ubicación de los dispositivos del sistema en el practicante de senderismo ..   | 85 |
| <b>Fig. 73</b> Ruta recorrida por el practicante de senderismo .....  | 93 |

## RESUMEN EJECUTIVO

El presente proyecto de investigación describe la implementación de un sistema de tracking con monitoreo vital y variables de entorno para practicantes de senderismo en bajas y medias montañas, que se origina a partir de la necesidad de evitar posibles pérdidas humanas y accidentes al momento de realizar este deporte. En el desarrollo de este trabajo se realiza la obtención de datos en tiempo real del estado de salud, condiciones climáticas y ubicación de los deportistas, brindando así un monitoreo constante para este deporte que lo realizan en diferentes montañas del Ecuador.

El trabajo cuenta con dos dispositivos que se encargan de extraer información de los sensores conectados entre sí mediante tecnología Bluetooth, las variables son enviadas a una base de datos para su almacenamiento, el monitoreo se realiza en una página web y en el dispositivo ubicado en la mochila. El primer dispositivo va ubicado estratégicamente en la mochila del deportista de senderismo, el que está compuesto por una tarjeta GPS la que extrae la latitud y longitud del deportista obteniendo la posición de los puntos del recorrido formando la ruta de tracking, también se sitúan los sensores que se encargados de extraer las variables de temperatura, humedad y presión atmosférica. El segundo dispositivo esta ubicado en un guante, su función es el seguimiento de la frecuencia cardiaca, temperatura corporal y oxigenación de la sangre, con las que se realizaron alertas de emergencias si los valores de los rangos establecidos se muestran alterados del nivel normal, la alerta es enviada con tecnología GSM por un mensaje de texto al usuario programado.

**Palabras Claves:** Senderismo, Sistema de Tracking, Variables Vitales, Variables de Entorno.

## ABSTRACT

The current research project describes the implementation of a tracking system with a vital signs and environmental variables monitoring for trekking practitioners in low and medium mountains, this was born for the necessity to avoid possible human losses and accidents when practice this kind of sport. In the development of this work, the variables is getting in real time about the health state, weather conditions and athletes location, this provide a constant monitoring and it can use in different mountains of Ecuador.

The work has two devices that are responsible for extracting information from the sensors connected to each other through Bluetooth technology, the variables are sent to a database for storage, the monitoring is carried out on a web page and on the device located in the bag. The first device is strategically located in the backpack of the hiking athlete, which is composed by a GPS card which extracts the latitude and longitude of the athlete getting the exactly position in each point to have the tracking route, the sensors that have this device are located to get variables of temperature, humidity and atmospheric pressure as well. The second device is located in a glove, its function is monitoring the heart rate, body temperature and blood oxygenation, with an alarm system that were made to know if the values are according the ranges established and if they are altered, this create an alert that is sent with GSM technology by a text message tom inform the user.

**Keywords:** Hiking, Tracking System, Vital Variables, Environment Variables.

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad la práctica del senderismo ha ido incrementando a nivel nacional e internacional, esto es debido a la facilidad de acceso al turista a lugares donde se puede realizar este tipo de deporte, en consecuencia y por la falta de preparación, control de sus signos vitales, la no existencia del seguimiento de la ruta recorrida, el índice de pérdidas y muertes de personas que realizan este deporte en montañas es alto. Por tal razón el presente trabajo de investigación detalla la implementación de un sistema de tracking con monitoreo vital y variables de entorno para practicantes de senderismo en bajas y medias montañas, con la finalidad de brindar un seguimiento constante ambiental, vital y de posicionamiento global a todos los deportistas tanto profesionales o aficionados a este deporte en montaña y aventura que se lo practica en diversos lugares del mundo.

El desarrollo de la presente investigación se ha dividido en cuatro capítulos, los cuales se describen a continuación:

El primer capítulo, corresponde al desarrollo del marco teórico, donde se detallan los antecedentes investigativos que están relacionados con temas de monitoreo de signos vitales y de entorno para personas que realizan senderismo. Además, se encuentra la contextualización del problema donde se da a conocer las últimas estadísticas de pérdidas o muertes realizando senderismo. La fundamentación teórica donde se expone la información sobre conceptos importantes como el senderismo, tracking, tratamiento, monitoreo y gestión de la información. Por último, el planteamiento de los objetivos que ayudan al desarrollo de la propuesta de trabajo.

En el segundo capítulo, se detallan los materiales, métodos que se aplicaron para la investigación, recolección de la información, y el desarrollo del proyecto que corresponden a las actividades realizadas para el cumplimiento de los objetivos.

En el tercer capítulo, se expone de manera detallada el diseño e implementación del sistema, explicando el proceso de selección de los equipos electrónicos, tecnologías y software utilizados, así como también la estandarización de los rangos de los valores de signos vitales para la emisión de alertas, se da a conocer el proceso realizado para la adquisición, determinación de las variables de entorno, vitales y de posicionamiento.

Se realizó el diseño, la construcción de los prototipos y pruebas de funcionamiento. Para concluir, el análisis de la factibilidad del proyecto y el desarrollo de los resultados obtenidos.

Finalmente, el cuarto capítulo, contiene las conclusiones y recomendaciones que se realizaron en base al desarrollo del proyecto de investigación.

## **CAPITULO I**

### **MARCO TEORICO**

#### **1.1 Tema de Investigación**

“SISTEMA DE TRACKING CON MONITOREO VITAL Y VARIABLES DE ENTORNO PARA PRACTICANTES DE SENDERISMO EN BAJAS Y MEDIAS MONTAÑAS.”

#### **1.2 Antecedentes Investigativos**

Del proceso de investigación realizado se ha encontrado proyectos relacionados con el sistema de tracking con monitoreo vital y de variables de entorno para practicantes de senderismo en bajas y medias montañas, los cuales se describen a continuación:

Ivana Caylá, Julieta Carricondo Robino, en Mendoza - Argentina en el año 2019, realizaron la investigación titulada “Solar ECG for monitoring mountain athletes”, que trata sobre el diseño y la implementación de un sistema de adquisición de señales cardíacas para su uso en deportes de alta montaña, El prototipo es alimentado mediante celdas fotovoltaicas (con batería externa de apoyo) y comunicado a la PC con Arduino UNO, para el análisis de los resultados obtenidos. Los resultados fueron que se reafirmó la importancia de una monitorización continua para deportistas, sobre todo en condiciones de riesgo como pueden ser las de alta montaña y se confirmó la capacidad de celdas solares para la alimentación de dispositivos médicos, brindando grandes ventajas en cuanto a autonomía y portabilidad de los mismos [1].

“Desarrollo e Implementación de un dispositivo “wearable” para el análisis de temperatura, humedad, incidencia de rayos ultravioletas (UV) y presión atmosférica para personas que realizan montañismo”, realizada por Alquina Arequipa Fanny Catalina, en el año 2017 en Sangolquí, se encarga de extraer información de sensores de temperatura, humedad, incidencia de rayos UV y presión atmosférica. La información es procesada con tecnología Arduino, así como también envía los datos a una aplicación móvil, la misma que para su almacenamiento utiliza un servidor Web Wireshark, siempre y cuando exista conexión a Internet, caso contrario se almacenará en una memoria micro SD. Los resultados obtenidos en esta investigación lo hicieron

en dos escenarios en la ESPE Sangolquí y en el Teleférico de Quito, donde se obtienen graficas de comparación de las medidas tomadas de cada uno de los sensores [2].

En Taiwan, en el año 2017, se llevó a cabo la investigación titula “A Real-Time Emergency Rescue Assistance System for Mountaineers” por Shih-Hsuing Leel, Jui-Chung Nil, Yong-Gang Zhaol y Chu-Sing Yang, este documento propone el diseño de un dispositivo portátil asistido para alpinismo y la arquitectura de un sistema de rescate de emergencia, consta de un monitor de ritmo cardíaco que recuerda a los practicantes los signos de mal de altura y un sensor de inercia que notifica la caída. En esta investigación los resultados obtenidos es que se puede prevenir efectivamente los accidentes de alpinismo (mal de altura, pérdidas y caída accidental sobre acantilados) y mostrar los lugares de destino [3].

En Loja se realizó en el año 2017, un “Sistema de Monitoreo de Variables Medio Ambientales usando una red de Sensores Inalámbricos y Plataformas de Internet de las Cosas”, su autor Manuel Fernando Quiñones Cuenca, habla sobre un sistema para la recolección de datos meteorológicos usando una Red de Sensores Inalámbricos (RSI), capaz de transmitir los datos en tiempo real. El diseño e implementación del prototipo utilizo dos sistemas basados en DigiMesh y Wi-Fi. Los resultados obtenidos se realizaron mediante un análisis estadístico con los datos registrados en una estación meteorológica Davis Vantage Pro, obteniendo un error relativo promedio máximo de 4,93% [4].

La investigación realizada por A. Rivera, A. Villalobos, J. Monje, J. Mariñas, C. Oppus, titulada “Human detection and geolocation using aerial drones” realizada en el año 2016, se centra en la implementación de un sistema de detección y geo localización de personas utilizando drones para complementar la búsqueda y el rescate. En esta investigación la recolección de información cuenta con una base de datos, además de utilizar GPS para ubicar a las personas y varios sensores que funcionan a larga distancia lo cual permite una transmisión estable de comunicación, los resultados de las pruebas mostraron una geo localización exitosa de prospectos humanos en Google Maps. Las coordenadas absolutas calculadas de las perspectivas humanas detectadas se compararon con sus coordenadas reales medidas antes del vuelo. Todos los datos geo localizados cayeron dentro del radio de prueba de 10 m [5].

Una sexta investigación realizada en el año 2014 por Juan Aldunante y Jorge Favier titulada “Gestión de Deporte Extremos Gdx”, consiste en un dispositivo portable con un GPS y un módulo Zigbee, que transmite la posición a través de una red de nodos a la estación receptora en la base de operaciones, haciendo uso de un servidor web SMMI que permite conocer el estado actual de los deportistas, ubicación y mensajes intercambiados. Los resultados obtenidos fueron la transmisión y recepción de la información del deportista (latitud, longitud, velocidad y curso) y de la red (id. de nodo, nivel de señal, acuse de recibo) en forma íntegra [6].

### **1.2.1 Contextualización del problema**

En la actualidad, existe un gran incremento de la actividad física de diferentes formas, en el que cabe mencionar el ejercicio de montaña el cual se realiza a miles de metros sobre el nivel del mar, como es de conocimiento al practicar cualquier deporte se requiere una preparación física y mental, más aun los que se realizan a grandes alturas, ya que existen varios factores que afectan al momento de realizar estas actividades, algunos de ellos puede ser la disminución de la temperatura, humedad y presión atmosférica, así como también el llamado mal de altura y en el peor de los casos la disminución de la frecuencia cardiaca y oxigenación de la sangre, por lo que se requiere un monitoreo constante de las variables ambientales y vitales y principalmente conocer la ubicación exacta del deportista para poder prevenir accidentes o pérdidas de conocimiento [2].

El deportista cuando realiza algún ejercicio en montaña asciende a alturas elevadas y se ve sometido a cambios ambientales, que pueden influir directamente en las condiciones físicas. Además, que pueden tener riesgos en su salud y amenazan al rendimiento físico del practicante del senderismo. Se puede mencionar que mientras más altitud exista la presión atmosférica disminuye [7], por lo tanto, hay una menor disponibilidad de oxígeno. La mala adaptación de estos cambios puede dar lugar a dolores de cabeza, dificultades al respirar y la alteración de las palpitations, los que según sportvicious en el año 2015 afecta a un 30% de personas [8].

Dentro de este deporte se cuenta con datos obtenidos dentro del país en los cuales se observa un alto índice de accidentes y pérdidas, según los Grupos de Rescate e Intervención en Montaña (GREIM), muestra que en los años 2010 a 2017 hubo un

incrementado del 44% de los rescates de practicantes de senderismo, así como también datos del GIR en los años 2004 al 2013 da a conocer que se realizaron búsquedas 130 personas en alta, media y baja montaña [9].

También se logró encontrar información desde el año 2015 hasta el 2019 de los Bomberos de Quito, donde se indica que existe personas que se extravían o sufren accidentes en diferentes montañas, como el Rucu y Guagua Pichincha, en el sector de Ilalo, Paschoa, Cerro Puntas, Mindo, ente otras, los cuales indican que 119 personas fueron asistidas en las montañas antes mencionadas [10].

Si bien es cierto la tecnología va creciendo día a día y se encuentra disponible en cualquier momento lo que facilita su adquisición, esto permite realizar dispositivos que tengan un enfoque hacia las personas que practican senderismo ya sean para deportistas profesionales y no profesionales, la importancia de este tipo de dispositivos nace por el incremento del número de personas extraviadas o accidentes ocurridos en los últimos años, esto es sucede por la facilidad de acceso al turista, los cuales no cuentan con la preparación, ni el equipo adecuado para un ambiente brusco y cambiante como es el de la montaña y por la necesidad de monitorear ciertas variables que afectan a su fisiología.

Con lo mencionado anteriormente es fundamental el desarrollo de los dispositivos electrónicos que permitan el monitoreo de los posibles riesgos que un practicante puede sufrir realizando estos deportes en la montaña si no está debidamente preparado y no toma las protecciones necesarias en torno a sus signos vitales y los factores ambientales.

### **1.2.2 Fundamentación Teórica**

#### **Senderismo**

El senderismo es una forma de actividad física al aire libre que consiste en recorrer caminos campestres. Puede realizarse en cualquier momento del año y sobre distintos terrenos. Es una actividad muy recomendable para todas las edades ya que se desarrolla en un entorno placentero, sin correr demasiados riesgos y sin necesidad de grandes condiciones físicas para practicarlo. Se desarrolla en senderos señalizados en media y baja montaña, su dificultad es intermedia [11].

### a) Materiales necesarios para la seguridad en el senderismo

Los materiales necesarios que un practicante de senderismo que por su seguridad debe llevar, ya sea profesionalmente o no son indispensables, en la Tabla 1 se exponen los elementos que brindan seguridad al practicante si se planea salir a una ruta.

**Tabla 1** Materiales para la seguridad para practicantes de senderismo

| <b>Elementos para practicantes de senderismo</b>                   |                                   |   |  |
|--|-----------------------------------|---|--|
| <b>Indumentaria</b>  | <b>Herramientas</b>               | <b>Documentos</b>                               | <b>Otros</b>   |
| Mochila<br>Ropa Técnica y de Abrigo<br>Chubasquero<br>Buen Calzado | Brújula<br>Bastón para senderismo | Cedula de identidad<br>Carnet de tipo de Sangre | Plano de la ruta de senderismo<br>Agua<br>Comida<br>Botiquín |

Elaborado por: Los Investigadores

### b) Variables ambientales que imponen situaciones particulares en la práctica del senderismo

Al realizar este deporte hay que identificar los distintos elementos que imponen situaciones particulares como son:

La temperatura, el calor aumenta el trabajo del corazón porque tiene que bombear más cantidad de sangre para una misma intensidad de ejercicio. Se puede decir que se desperdicia parte del trabajo que hace el corazón para poder disipar calor bombeando parte de la sangre a la piel [2].

La humedad, en situaciones de frío favorece la pérdida de calor y la hipotermia. En ambientes calurosos es el elemento que más afecta a la termorregulación por impedir la evaporación del sudor. La exposición en ciertas actividades de montaña incluso cuando no resultan técnicamente difíciles, puede suponer un riesgo vital en caso de pérdida de conocimiento o indisposición brusca [6].

La altitud afecta a la presión atmosférica, radiación solar, humedad y temperatura. Dentro de esto la medicina de montaña reconoce tres regiones que reflejan el decrecimiento en la cantidad de oxígeno en la atmósfera:

- Baja montaña (generalmente hasta 1.500 metros): en este tipo de entorno montañoso se puede encontrar pequeños núcleos de población a los que se accede por buenas vías de comunicación. Con carácter general, no suelen ser las idóneas para realizar andinismo por su altura, pero en ellas se puede realizar montañismo, senderismo o incluso escalada de todo tipo si el lugar cuenta con zonas rocosas y son menos exigentes al momento de practicar deporte en montaña.
- Media montaña (generalmente entre 1.500 y 2.500 metros): entorno montañoso donde normalmente la nieve hace presencia, dependiendo del macizo montañoso. Se puede hallar pequeñas construcciones dedicadas al pastoreo, pero no núcleos rurales. No se encuentran caminos, pero sí numerosas sendas de acceso a roquedos o pasos entre sierras, en estas montañas también se practica senderismo.
- Alta montaña (generalmente alturas superiores a 2.500 metros): normalmente, en este tipo de montañas se puede encontrar glaciares y nieves perpetuas, lo que aumenta la dificultad de los ascensos. Suele existir menos vegetación y vida animal y no existen núcleos habitados, salvo la posible existencia de refugios de montaña [7].

### **c) Variables vitales a monitorearse en la práctica del senderismo**

En la presente investigación se realiza el monitoreo vital que pueden verse afectados al momento de la práctica del senderismo, los que se detallan a continuación:

#### **Temperatura Corporal**

La temperatura corporal es definida por el punto medio entre el calor producido y el perdido, muestra un rango normal en los 37°C si este valor cambia puede considerarse una respuesta del cuerpo a una afección producida por algún factor externo o interno. Los niveles de temperatura pueden ser medidos de tres formas: oral, rectal o axilar. Los valores de temperatura corporal se muestran en la Tabla 2 [12].

**Tabla 2** Temperatura Corporal en los seres humanos [12].

| <b>Temperatura Corporal</b> |              |
|-----------------------------|--------------|
| <b>Tipo</b>                 | <b>°C</b>    |
| Corporal Normal             | 35.5 - 37.00 |
| Febrícula                   | 37.2 - 37.9  |
| Moderada                    | 38 - 38.9    |
| Alta                        | 39 – 40      |
| Hipertermia                 | más de 40    |

Para medir los valores de temperatura existen dispositivos médicos y electrónicos que permiten obtener medidas exactas, los cuales se presentan a continuación:

- **Dispositivos electrónicos**, dentro los cuales se pueden mencionar las termocuplas, circuitos integrados y los más utilizados los termistores, obteniendo como salida un voltaje, frecuencia y corriente, los cuales serán utilizados de acuerdo a la función que requiera el sistema [13].
- **Termómetros**, se encuentra en el mercado de dos formas análogos que actúan en función a la dilatación de materiales que son sensibles al calor y digitales que dan mediciones de lectura exactas y sus parámetros son definidos por el fabricante, comúnmente utilizados en el ámbito medico [13].

### **Saturación de Oxígeno (Oximetría)**

En el campo de la medicina la saturación de sangre permite la determinación en porcentajes de la cantidad de oxígeno que circula por el torrente sanguíneo de un ser humano, esto se produce cuando al inhalar se introduce aire a la cavidad pulmonar, ya que al unirse las células rojas de la sangre con las moléculas de oxígeno ayudan a que el aparato respiratorio cumpla con su función principal que es la de oxigenar todo el cuerpo. Los rangos normales de SaO<sub>2</sub> a los que se sujeta la oscilación con el de variación se presenta en la Tabla 3 [12].

**Tabla 3** Niveles de Oxigenación en la sangre [12].

| <b>Saturación de Oxígeno en la sangre</b> |                     |                                    |
|---|---------------------|------------------------------------|
| <b>SaO2</b>                               | <b>Variación 2%</b> | <b>Diagnóstico</b>                 |
| En ejercicio                              | 95% y 97%           | Normal                             |
| En reposo                                 | <95%                | Situaciones Patológicas            |
| Ambos casos                               | 92% y 90%           | Insuficiencia respiratoria crónica |

- **Pulsioxímetro:** consiste en un dispositivo electrónico que mide la saturación de oxígeno en los tejidos, funciona a través de emisiones de luz con longitudes de onda de 940 nm (infrarroja) y 660 nm (roja), las que corresponden a las características de la hemoglobina reducida y la oxihemoglobina [12].

### **Frecuencia Cardíaca**

Conocida como la cantidad de pulsaciones por minuto que genera el corazón, es posible medirlo ya que es un fenómeno físico del cuerpo y permite determinar los cambios que pueden producir en el cuerpo humano, las pulsaciones pueden disminuir o aumentar según la temperatura, género, edad y actividad física, con esto se puede decir que al momento de realizar actividad física estos varían en comparación de cuando se encuentran en reposo, en la Tabla 4 se puede observar los valores en reposo de la frecuencia cardiaca [12].

**Tabla 4** Valores de frecuencia cardiaca en seres humanos [12].

| <b>Valores de frecuencia cardiaca</b> |                |            |
|---------------------------------------|----------------|------------|
|                                       | <b>Años</b>    | <b>PPM</b> |
| <b>Niños</b>                          | 7 a 10         | 70 a 110   |
| <b>Adultos</b>                        | 10 en adelante | 60 a 100   |
| <b>Mayores</b>                        | -              | 55 a 90    |
| <b>Deportistas</b>                    | -              | 40 a 60    |

- **Sensores de Frecuencia Cardíaca:** son sensores que miden los potenciales eléctricos producidos por el corazón. Estos voltajes son medidos en la piel sobre

los codos o las muñecas, también pueden ser generadas por celdas musculares. Diseñado para comprobar la frecuencia cardiaca y la forma de onda de los latidos del corazón [14].

## Tracking

Técnica de radar, proceso que permite la impresión de un movimiento a una antena, que una vez que un blanco móvil es localizado en el espacio, este no se salga del lóbulo principal de radiación, que tenga como objetivo principal mantener su monitoreo en la pantalla [15].

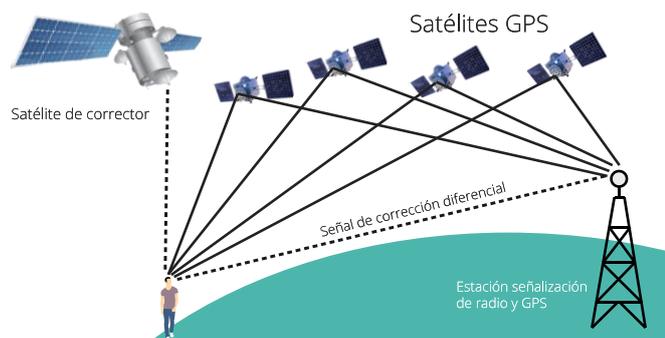
## Posición

Indica la ubicación que tiene un determinado objeto. Generalmente su característica es que cuentan con un sistema electrónico particular, que le permita la determinación con máxima precisión de su ubicación [16].

### a) GPS (Sistema de Posicionamiento Global)

Permite obtener las coordenadas en referencia a un plano geográfico de una persona, vehículo, nave o cualquier objeto, habitualmente entrega variables como la latitud y longitud, fija su posición a escala mundial, sistema el cual cuenta con 24 satélites que se encuentran orbitando alrededor de la tierra, se encargan del envío de señales de radio hacia la superficie las cuales pueden ser de emergencia o de rastreo de la posición de cualquier dispositivo que tenga un rastreador GPS.

Para la determinación de la ubicación normalmente se utilizan sistemas de comunicaciones terrestres como GPRS, Wifi y GSM, en la Fig. 1 se puede observar su representación [17].



**Fig. 1** Representación de un sistema de Localización [17].

## b) **GSM** (Global System for Global Communications)

Sistema de comunicaciones utilizado con mayor frecuencia en teléfonos móviles con un estándar europeo. Su principal funcionalidad es la transmisión de voz, cuenta también con la transmisión de datos como mensajería e internet a una velocidad baja de 9kb/s [18].

Las características de GSM son las siguientes: [19]

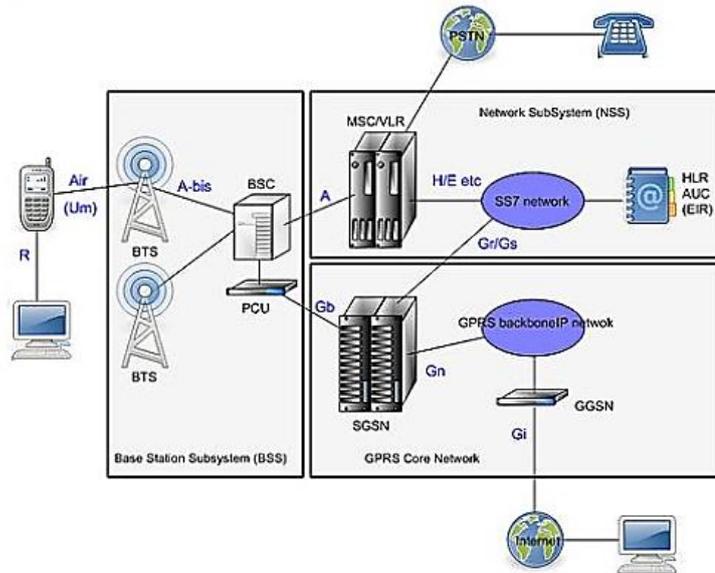
- Incorpora técnicas de procesamiento de control de errores y de señales en aspectos de redundancia con una mayor calidad en las comunicaciones y confiabilidad. Red celular, central local, central de tránsito, central de conmutación de servicios móviles: análogo 1G, GSM – digital 2G, GPRS - digital 2.5G, IMTUMTS 3G, IMTLTE 4G.
- Para la comunicación entre dos nodos utiliza integración de servicios de voz con una variedad de servicios de datos.
- Sus bandas de operación son: 900 MHz, 1800 MHz y 1900MHz.
- Las técnicas de cifrado y la seguridad mejora la prestación de servicios.
- Señalización y transmisión son digitales.

## c) **GPRS** (General Packet Radio Service)

Se considera como una extensión de la tecnología GSM, se basa en la transmisión por paquetes, lo cual ofrece una gran eficiencia al momento del acceso a Internet. Su velocidad máxima teórica está basada en los 171kb/s [18].

Las características de GPRS son las siguientes: [19]

- La transmisión de datos es realizada por conmutación de paquetes.
- Tiene un sistema de activación que permite que la red no se congestione, porque solo se pone en marcha cuando se transmite o se recibe un paquete.
- Se maneja con velocidades de transmisión que varían entre 56 a 114 kbps, se puede mencionar una diferencia de esto, en GSM solo se puede transmitir 5 o 6 mensajes por minuto y en GPRS se realiza el envío de 30 mensajes por minuto.



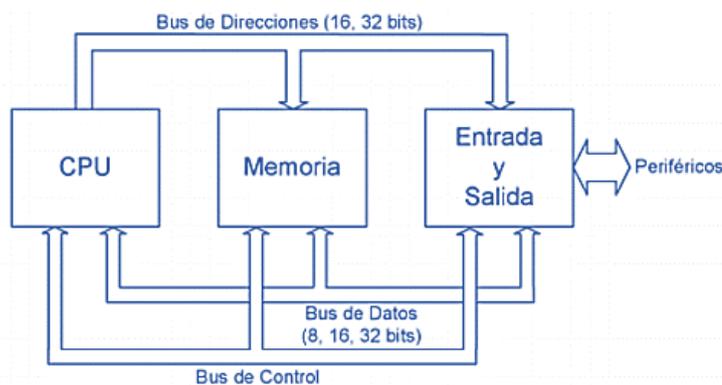
**Fig. 2** Estructura de una red GPRS [19].

### Tratamiento de información

Para el tratamiento de la información de las variables a monitorearse se ha tomado en cuenta conceptos que se dan a conocer a continuación:

#### a) Microcontrolador

Es un microcomputador, que fundamentalmente está compuesto de tres bloques que son: la memoria, la CPU, entradas y salidas. Componentes conectados entre sí con por los denominados buses; los cuales pueden ser de datos, de control o de direcciones. En la Fig. 3 se puede observar un esquema básico de un microcontrolador.



**Fig. 3** Esquema Básico de un microcontrolador Fuente: Microcontroladores: Fundamentos y Aplicaciones [20].

CPU parte principal del microcontrolador y actuando bajo el control de un programa almacenado en la memoria.

La Unidad Central de Proceso se la encargada de realizar las instrucciones del programa que vienen desde la memoria, para interpretarlas y ejecutarlas; también están incluidos los circuitos para realizar las operaciones lógicas y aritméticas elementales. En los microcontroladores la memoria de instrucciones y datos está integrada en el propio chip. Una parte de la memoria debe ser no volátil, la cual es denominada ROM. La otra parte de memoria será tipo RAM, volátil, y es destinada a guardar las variables y los datos. La comunicación del microcontrolador con el circuito interno y los periféricos exteriores es la principal función de las entradas y salidas [20].

### **Monitoreo y Gestión**

El monitoreo y gestión trata acerca de cómo la información va a ser gestionada y el sistema por el cual las variables van a ser visualizadas por el usuario final.

#### **a) Servidor Web**

Conocido también como servidor HTTP o web Server, software que realiza procesos bidireccionales entre servidor y cliente, permite procesar el contenido de un sitio web para que el usuario pueda interactuar con el mismo. Los web Server forman un papel importante en Internet porque se encargan de enviar las páginas a los usuarios. La función de un servidor web es mediar entre los archivos de la información que solicita el usuario y la computadora que tiene el contenido, por esta razón es necesario publicar en un sitio web y tener acceso a estos datos. Es necesario tomar en cuenta algunos aspectos para elegir el servidor web a utilizar como son su capacidad, seguridad, el acoplamiento con el sistema operativo y la creación de sitios web que vienen incluidos [21].

El modelo que sigue es cliente-servidor, en el cual el cliente solicita y el servidor le da a conocer todos los contenidos que necesita mediante un sitio web, en el que la información puede tener formato de video, texto, imágenes, audio, aplicaciones o emails, etc. Por lo tanto, un servidor es un contenedor de información muy potente, por esta razón siempre permanece encendido, si este genera algún error o se encuentra apagado no podrá cumplir con su función [21].

Los servidores web más utilizados se pueden observar en la Tabla 5.

**Tabla 5** Servidores Web más utilizados [21]

| <b>Servidores Web</b>  |  |  |  |
|------------------------|--|--|--|
| <b>Servidor</b>        | <b>Apache</b>  | <b>Nginx</b>   | <b>LiteSpeed</b>   |
| <b>Logo</b>            |   |    |   |
| <b>Definición</b>      | Servidor web más utilizados por más de 2 décadas en el mundo, ha perdido terreno en la actualidad por la existencia de Nginx o IIS | Servidor que ha crecido progresivamente, por lo que se ha vuelto la opción preferida para muchos administradores y desarrolladores de sistemas | Servidor Web de pago, que tiene un potencial considerable, es una opción muy fiable gracias a su rapidez, seguridad y solidez. |
| <b>Características</b> | Fácil de configurar y seguro.  | Alta velocidad, seguridad y solidez  | Seguridad, velocidad y flexibilidad de Apache.   |

## b) Base de Datos

La base de datos es considerada una identidad, su objetivo principal es el almacenamiento de información la cual se hace de manera estructurada, la que es organizada según el usuario lo requiera. Una base puede hacer referencia a datos como nombres, direcciones, números de teléfonos o información que se pueden extraer del mundo real a través de sensores, las que pueden ser insertadas, borradas y también actualizadas [22].

### Base de datos MySQL

Es un sistema de gestión de base de datos, que es usualmente utilizada en Linux y programación PHP. Permite desde la creación de sistemas de registro de usuarios,

hasta las funcionalidades más avanzadas de un proyecto Web. MySQL un sistema para la gestión de base de datos con varias instalaciones en el mundo, y es el más extendido dentro de las aplicaciones relacionadas. MySQL principalmente funciona como un software libre dentro del esquema de licencias GNU GPL. Tiene gran popularidad como aplicación web y ligada al lenguaje PHP. Esta base de datos es muy utilizada ya que tiene una lectura rápida, lo que hace a MySQL ideal para la realización de varias aplicaciones [23].

### **c) Hosting y Dominio**

El hosting es un servicio que admite la publicación de una aplicación o un sitio web en Internet. Un servicio de hosting es alquilar un espacio en un servidor externo que se encuentra en internet, en el que se almacena datos, archivos e información para que el sitio web tenga un buen funcionamiento. Esto permite se pueda acceder sin interrupciones y que el sitio web esté disponible para cualquier usuario en cualquier momento. Para acceder al mismo se necesita un dominio, esto permite la identificación del sitio, el que está compuesto por una extensión y un nombre, lo que quiere decir que cuando un usuario requiera visitar este debe escribir el nombre del dominio en la barra del navegador, para mostrar su contenido web [24].

El nombre del dominio es necesario porque permite traducir o identificar las direcciones del protocolo de internet IP de los servidores activos en la red, esto facilita que pueda ser fácil de encontrar y memorizar, en este proceso se hace uso del sistema de nombres de dominio DNS que su función principal es la de traducir las direcciones IP basada en el dominio [24].

Para la elección de un hosting se necesita saber cuánto espacio de servidor necesita que se refiere al almacenamiento, el número de sitios esto depende al proveedor, el ancho de banda es la velocidad con la que el sitio web puede cargarse y de los recursos del servicio, por último la seguridad porque se requiere que los datos del sitio estén seguros y no sean manipulados por personas externas, los proveedores ofrecen diferentes tipos que satisfagan a las necesidades del cliente, los más comunes se dan a conocer a continuación en la Tabla 6.

**Tabla 6** Hostings más comunes [24].

| <b>Hostings más comunes</b>          |   |  |
|--------------------------------------|---|--|
| <b>Nombre</b>                        | <b>Imagen</b>   | <b>Definición</b>  |
| <b>Hosting VPS</b>                   |    | Servidor que es compartido con otros clientes, el proveedor hace una partición separada en el servidor, la potencia y memoria tiene un espacio dedicado. Se hace uso en medianas empresas ya que son las que requieren un lugar específico en el servidor.   |
| <b>Hosting Compartido</b>            |    | Se basa en compartir en el proveedor del hosting el servidor con otros clientes, también se comparten espacio de disco, memoria, etc. Es comúnmente utilizado en blogs y en pequeñas empresas por su bajo costo.   |
| <b>Hosting en la nube</b>            |  | No tiene tiempos de downtime o inactividad, los recursos y los archivos del sitio web son replicados en cada servidor esto se debe a que el proveedor asigna un clúster a cada servidor. Gracias al clúster el servidor puede redirigirse a otro si presenta algún problema de tráfico.                                |
| <b>Hosting WordPress</b>             |  | Creada por sitios WordPress, considerados como un host compartido de forma específica. Su eficiencia en carga se debe a su configuración altamente optimizada. Incluye herramientas como plantillas prediseñadas y herramientas que son específicas para los desarrolladores.  |
| <b>Hosting con servidor dedicado</b> |  | Exclusivamente el proveedor da un servidor físico, que se dedica al sitio web, tiene la facilidad de que el cliente configure al servidor como lo requiera, así como también elegir el software y el sistema operativo que necesite. Sus características se basan en la confiabilidad, acceso al servidor y seguridad. |

### 1.3 Objetivos

El presente proyecto de titulación tiene como objetivo general la implementación de un sistema de tracking con monitoreo vital y de variables de entorno para practicantes de senderismo en bajas y medias montañas, el cual permita tener un seguimiento constante de la ubicación del deportista, así como también de las principales variables que afecta a la fisiología del practicante al momento de realizar deporte en la montaña.

La determinación de los porcentajes de pérdidas y muertes que han ocurrido en la práctica del senderismo de bajas y medias montañas es un factor primordial, ya que con estos datos se puede saber el porcentaje de deportistas que practican el deporte en montaña, se investigó en fuentes confiables, para lo cual se requiero realizar las siguientes actividades:

- Determinación de personas extraviadas en la práctica de senderismos en los últimos años.
- Recolección de información de pérdidas humanas que han ocurrido al realizar senderismo.

Consecutivamente se requiere la obtención de las variables de signos vitales y de entorno, para lo que se necesita realizar el análisis comparativo de los mejores equipos que se pueden utilizar para la implementación y diseño del dispositivo, así como también elegir los rangos para el trabajo de los sensores para la elaboración de las alertas de advertencia y su transmisión inmediata al usuario programado, se requirió realizar las actividades mencionadas a continuación:

- Análisis de los equipos apropiados para la obtención de las variables de signos vitales y variables de entorno, para personas que practican senderismo en medias y bajas montañas.
- Estudio de los rangos que se establecerán para la transmisión de las alertas al usuario programado.

Finalmente, para establecer la factibilidad del dispositivo es necesario realizar pruebas de campo, monitoreo mediante la base de datos y el sitio web, para corrección de posibles errores para su buen funcionamiento, lo que permitirá satisfacer las

necesidades de los deportistas que lo utilicen, el cumplimiento de las siguientes actividades permitió desarrollar de forma adecuada lo mencionado:

- Determinación de dimensiones adecuadas para la implementación del prototipo del sistema de tracking, monitoreo de signos vitales y de entorno, para personas que practican senderismo en medias y bajas montañas.
- Diseño y simulación del sistema de tracking, monitoreo de signos vitales y de entorno, para personas que practican senderismo en medias y bajas montañas.
- Ejecución de pruebas, detección y corrección de errores del prototipo del sistema de tracking, monitoreo de signos vitales y de entorno, para personas que practican senderismo en medias y bajas montañas.

## **CAPÍTULO II**

### **METODOLOGÍA**

#### **2.1 Materiales**

Para la implementación de la propuesta del trabajo de investigación, se necesitan materiales como: datos estadísticos de los accidentes y muertes que han ocurrido al momento de realizar deporte en la montaña, así como también libros, revistas, documentos en la web y proyectos de investigación que se encuentren relacionados con el tema a investigar. Además, de necesitar la presencia de la persona que realizara el deporte del senderismo para la instalación de los dispositivos para el monitoreo.

#### **2.2 Métodos**

##### **2.2.1 Modalidad de Investigación**

El presente proyecto se considera como una investigación aplicada, porque se empleará los conocimientos ya existentes para solucionar problemas de pérdidas y muertes en la práctica del montañismo.

Investigación bibliográfica, ya que el proyecto de tesis se basará en consultas de revistas técnicas, libros, artículos científicos, publicaciones en internet y en proyectos de tesis similares referente a temas de sistemas de tracking con monitoreo vital y variables de entorno para practicantes de senderismo en bajas y medias montañas

Investigación de Campo, se realizará en las montañas de la Sierra del Ecuador, analizando los problemas que se presenten al momento de ascender la misma, planteando una posible solución con el prototipo a realizarse.

Investigación Experimental porque se realizará una serie de pruebas del monitoreo del funcionamiento del prototipo en la montaña, que permitirá determinar si se pueden obtener los valores de los sensores y las alarmas programadas que se tiene como objetivo en la propuesta.

##### **2.2.2 Recolección de información**

Para lograr la recolección de información se empleará libros, revistas, fuentes online y proyectos desarrollados, así como guías prácticas y manuales de construcción por lo

que se tomará en cuenta bases de datos confiables que permitan el desarrollo del proyecto.

### **2.2.3 Procesamiento y análisis de datos**

Para el procesamiento y análisis de datos se realizarán los siguientes pasos:

- Revisión de la información recopilada.
- Análisis de la documentación incidiendo en puntos estratégicos sobre el tema de investigación.
- Estudio comparativo entre las tecnologías necesarias a utilizarse para tener así una adecuada selección de dispositivos.
- Determinación de la mejor alternativa para la solución del problema y generar así una propuesta de solución.
- Planteamiento de la propuesta de solución.

### **2.2.4 Desarrollo del Proyecto**

Para el desarrollo del prototipo se realizarán los siguientes pasos:

- Determinación de personas extraviadas en la práctica de senderismos en los últimos años.
- Recolección de información de pérdidas humanas que han ocurrido al realizar senderismo.
- Análisis de los equipos apropiados para la obtención de las variables de signos vitales, para personas que practican senderismo en medias y bajas montañas.
- Análisis de los equipos apropiados para la obtención de las variables de entorno, para personas que practican senderismo en medias y bajas montañas.
- Estudio de los rangos que se establecerán para la transmisión de las alertas al usuario programado.
- Adquisición de las variables de los sensores que se utilizaran para la programación de las alertas.
- Evaluación de la factibilidad de los instrumentos a utilizar para la localización y monitoreo de los signos vitales de los practicantes de senderismo.
- Estudio de la tecnología existente para la realización del tracking en senderismo.

- Determinación de dimensiones adecuadas para la implementación del prototipo del sistema de tracking, monitoreo de signos vitales y de entorno, para personas que practican senderismo en medias y bajas montañas.
- Diseño y simulación del sistema de tracking, monitoreo de signos vitales y de entorno, para personas que practican senderismo en medias y bajas montañas.
- Ejecución de pruebas, detección y corrección de errores del prototipo del sistema de tracking, monitoreo de signos vitales y de entorno, para personas que practican senderismo en medias y bajas montañas.
- Análisis de los parámetros y beneficios del sistema de tracking, monitoreo de signos vitales y de entorno, para personas que practican senderismo en medias y bajas montañas.
- Estudio de la efectividad del sistema de tracking, monitoreo de signos vitales y de entorno, para personas que practican senderismo en medias y bajas montañas.
- Análisis de resultados y obtención de conclusiones del prototipo del sistema de tracking, monitoreo de signos vitales y de entorno, para personas que practican senderismo en medias y bajas montañas.

## **CAPITULO III**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **2.1 Análisis y discusión de los resultados**

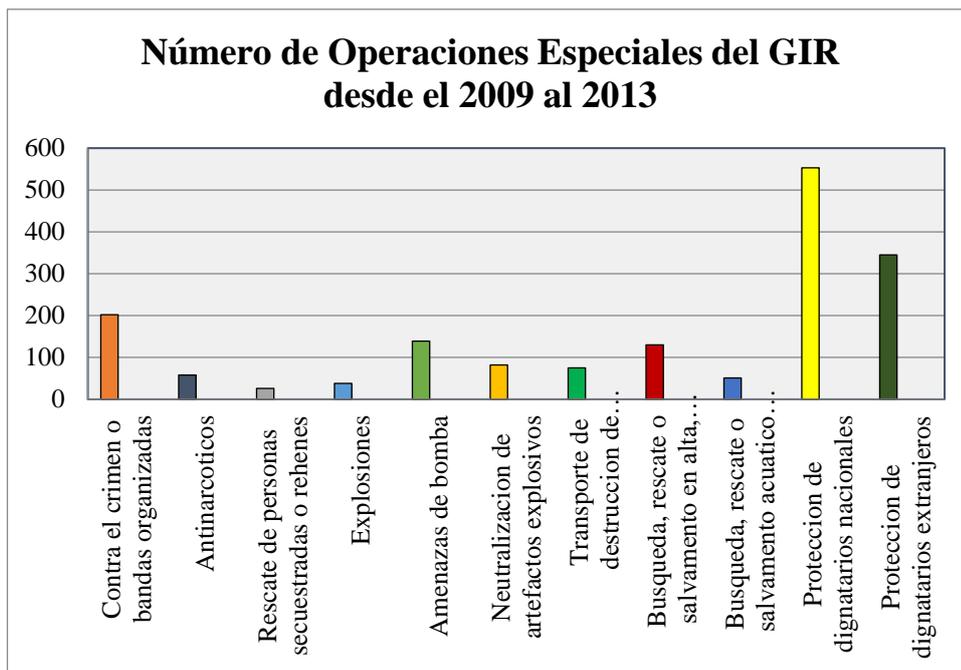
El desarrollo e implementación de un sistema de tracking con monitoreo vital y de entorno para practicantes de senderismo en media y baja montaña, permite la obtención en tiempo real del estado de salud, ubicación y las condiciones climáticas a las que se ve expuesto, logrando así un seguimiento constante mientras realiza este deporte y en el peor de los casos ayude a evitar posibles extravíos o accidentes mortales que pueda sufrir, mediante él envío de alertas en caso que se encuentre alteraciones en los rangos establecidos en la adquisición de la información de los sensores.

#### **2.2 Desarrollo de la propuesta**

Fundamentalmente el proyecto de investigación tiene como objetivo principal la implementación de un sistema de tracking con monitoreo vital y de entorno para practicantes de senderismo en media y baja montaña, para lo cual se consideró como primera actividad la recolección de información acerca de los extravíos y pérdidas humanas que han ocurrido en la práctica de deporte en montaña practicando dentro y fuera del país, porque ayudara a conocer los factores comunes por los que las personas sufren accidentes o se pierden en la ruta por la que van recorriendo, tal información se presenta en el siguiente literal.

##### **2.2.1 Estadísticas de extravíos al practicar deporte en montaña en Ecuador**

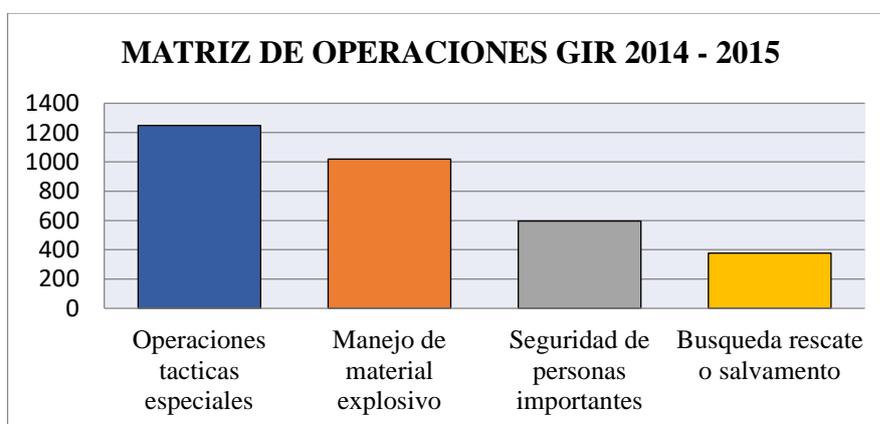
En distintas fuentes de investigación se han encontrado varios datos sobre extravíos y pérdidas humanas al realizar deporte en montañas, uno de los más importantes es el Grupo de Intervención y Rescate de la Policía Nacional (GIR), que realiza varias operaciones especiales durante todo el año, una de ellas es el rescate de personas que practican actividad en alta, media y baja montaña, para lo cual presenta una estadística de las intervenciones que se han realizado en los años 2009 al 2013, lo que se presenta a continuación:



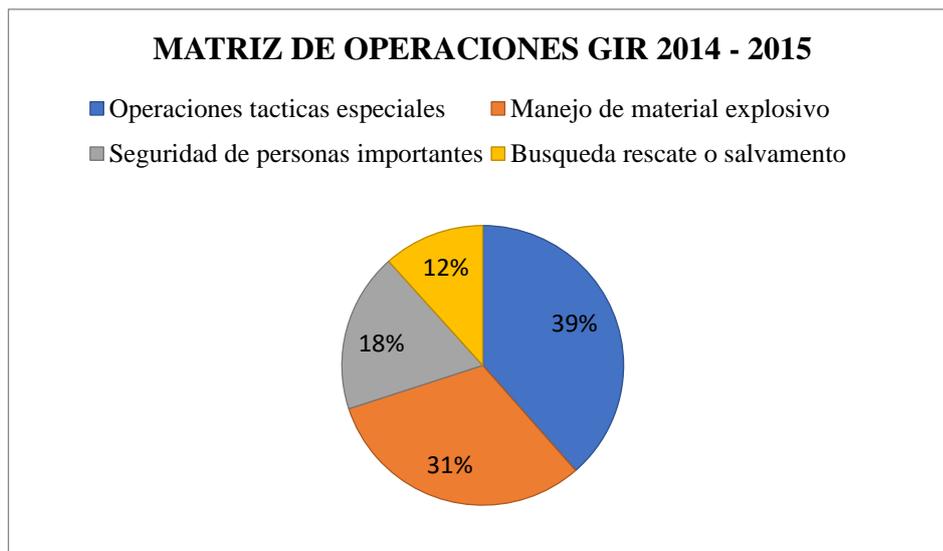
**Fig. 4** Operaciones Especiales del GIR desde el 2009 al 2013. GIR 2013 [20].

En la Fig. 4 se puede observar que la búsqueda, rescate o salvamento en alta, media y baja montaña ocupa el quinto lugar en las operaciones del GIR, con 130 procedimientos correspondientes al 8% a las actividades que realiza esta institución [25].

Se ha encontrado también información de los años 2014 y 2015 de las operaciones realizadas por el GIR, que reflejan un crecimiento de búsqueda, rescate y salvamento con 377 procedimientos, la matriz de operaciones de estos años se muestra a continuación en la Fig. 5:



**Fig. 5** Estadísticas del Grupo de Intervención y Rescate de la policía Nacional. Oficina de Operaciones P3 – GIR [26].



**Fig. 6** Porcentaje Operaciones del Grupo de Intervención y Rescate. Oficina de Operaciones P3 – GIR [26].

En la gráfica Fig. 6 se puede observar los porcentajes de las operaciones del GIR, donde existe un 12% en búsqueda, rescate o salvamento, en comparación a los años anteriores existe un crecimiento del 4% de los rescates de practicantes de este deporte en baja, media y alta montaña.

El 7 de julio del 2018 en una publicación realizada por el Diario El Comercio, el sargento segundo Fabián Solano, miembro del área de Rescate del Grupo de Operaciones Especiales de la Policía Nacional (GOE), menciona que la cantidad de rescates ha incrementado, llegando en el 2016 a 264 y en el 2017 a 325 casos, siendo las causas más comunes la falta de preparación, inexperiencia o confianza al realizar este deporte [27].

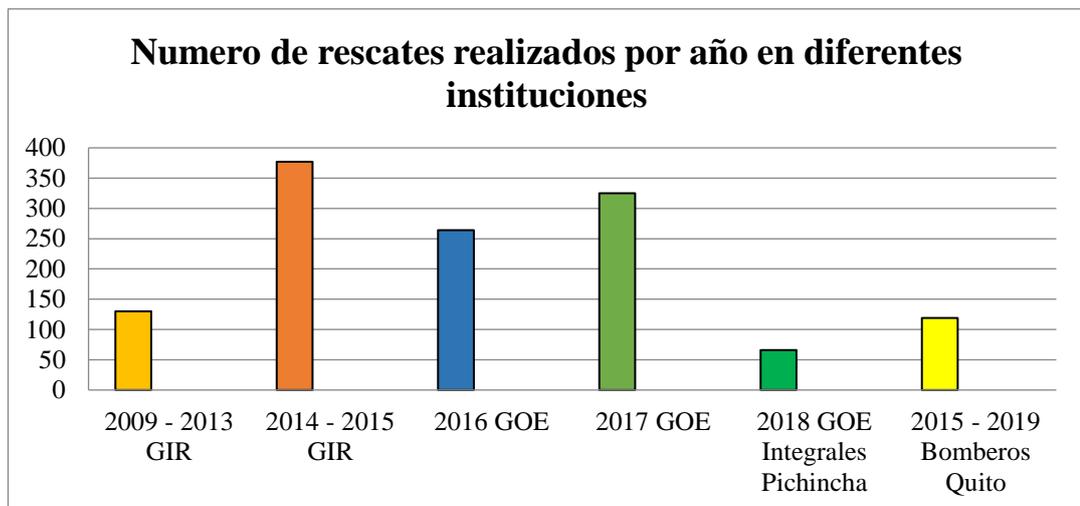
En el 2018 el Grupo de Operaciones Especiales, da a conocer que los factores que influyen en la mayoría de rescates en alta, media y baja montaña, es la perdida de ruta por la que recorren los senderistas, falta de conocimiento en el equipamiento, alimentación, falta de información a un familiar de la actividad a desarrollar y los horarios de retorno al domicilio, llegando a rescatar 66 personas solo al realizar las llamadas “Integrales de los Pichinchas”, en la Tabla. 7 se muestran los eventos de rescate [28].

**Tabla 7** Eventos de Rescate realizados por el GOE. [28]

| Vivos | Muertos | Sector                         | Extranjeros           | Ecuatorianos | Masculino | Femenino |
|-------|---------|--------------------------------|-----------------------|--------------|-----------|----------|
| 66    | 0       | Integrales<br>Del<br>Pichincha | 1<br>(estadounidense) | 65           | 47        | 19       |

Por último, se logró encontrar información desde el año 2015 hasta el 2019 de los Bomberos de Quito, donde se indica que existe personas que se extravían o sufren accidentes en diferentes montañas, como el Rucu y Guagua Pichincha, en el sector de Ilalo, Paschoa, Cerro Puntas, Mindo, ente otras, los cuales indican que 119 personas fueron asistidas en las montañas antes mencionadas [10].

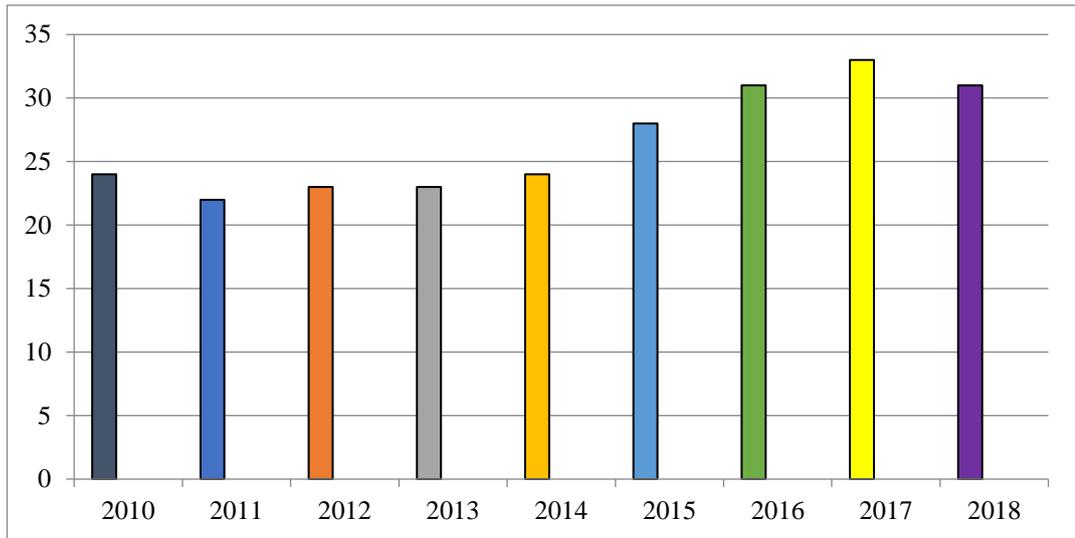
Con la información obtenida se logró realizar una comparativa de como se ha ido desarrollando los rescates en alta, media y baja montaña en estos últimos años, tal información se muestra en la Fig. 7.



**Fig. 7** Número de los rescates en alta, media y baja montaña realizados por diferentes instituciones en los últimos años. Realizado por los investigadores en base a la bibliografía. [10] [25] [26] [27] [28]

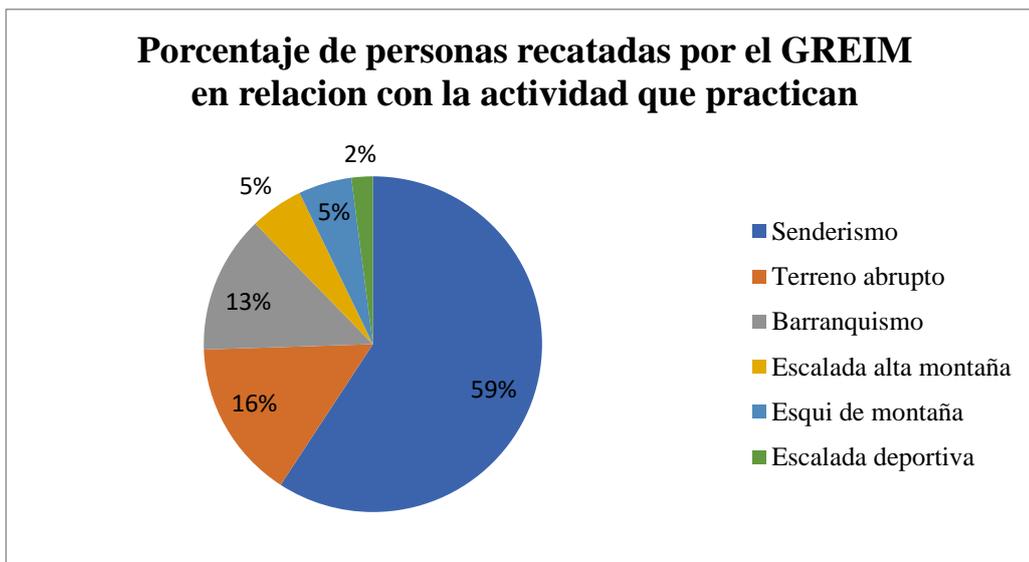
### 2.2.2 Estadísticas de extravíos al practicar deporte en montaña Internacionalmente

Los Grupos de Rescate e Intervención en Montaña (GREIM) en el año 2018, ha realizado estadísticas de la evolución del porcentaje de rescates en senderismo en los últimos años, el cual se muestra en la Fig. 8.



**Fig. 8** Evolución del porcentaje de rescates en Senderismo en relación al total de actuaciones del GREIM 2010-2018. [29]

El GREIM habla sobre la práctica del senderismo, donde indica que es la actividad con mayor siniestralidad, ya que genera un 59% de rescatados en el 2018, ese porcentaje es generado por su sencillez al practicarlo y su accesibilidad a todos los perfiles sociales, razón por la cual hay un gran número de practicantes. La que muestra un estudio de los porcentajes de personas rescatadas en diferentes deportes realizados en montañas, sobresaliendo el senderismo con un 59% de practicantes, mismo que se encuentran en la Fig. 9.



**Fig. 9** Porcentaje de personas rescatadas por el GREIM en relación con la actividad que practican. [29]

### 2.2.3 Diagrama de Bloques

El esquema del diagrama de bloques del sistema se puede observar en la Fig. 10, el que se encuentra dividido en tres partes. La primera parte es la encargada de la adquisición y acondicionamiento de los datos, que se realiza a través de los sensores para el monitoreo ambiental, vital y de posicionamiento, la información obtenida es enviada al servidor mediante tecnología GPRS. La segunda parte corresponde al procesamiento de los datos, donde se hace uso de los microcontroladores necesarios para la adquisición de las variables mencionadas anteriormente. Por último, se encuentra el tercer bloque que consiste en el servidor que está formado de una base de datos donde se almacenan todos los valores extraídos, en esta parte también se realiza un sitio web que necesita un dominio, mediante el cual el usuario haga el monitoreo constante desde cualquier parte del mundo, existe también un sistema de auxilio si el practicante lo necesita, que consiste en enviar un mensaje con su ubicación exacta al usuario programado mediante GSM.

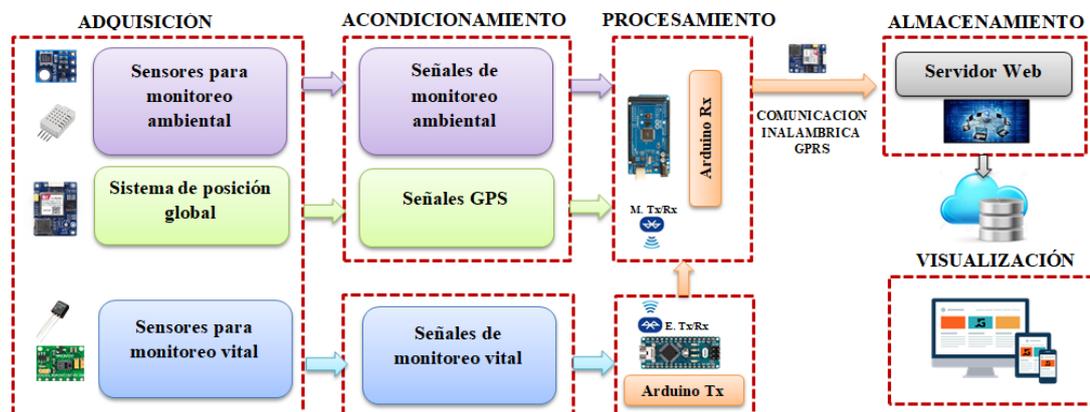


Fig. 10 Diagrama de bloques del sistema.  
Elaborado por: Los investigadores

### 2.2.4 Selección de los elementos para la implementación del sistema

Para la selección de los elementos del sistema se tendrá en consideración al diagrama de la Fig. 10, para lo cual se hace el análisis de cada uno de los dispositivos para la elección de la mejor opción tomando en cuenta las características más importantes que se adapten a las variables de entorno, vitales y posicionamiento global a monitorear para la implementación del sistema.

## a) Sensores para el monitoreo de variables ambiental

### Sensor de Temperatura y Humedad

Sensor que permite medir la temperatura y la humedad ambiental, los que se encargaran de la detección de cambios leves o bruscos de estas variables ambientales. Porque la temperatura y humedad son factores que afectan a un deportista y más cuando se realiza esfuerzo físico en espacios libres en esta ocasión en altura como son las montañas.

La temperatura ambiental hace que aumente el trabajo del corazón ya que bombea más cantidad de sangre en la práctica del deporte y la humedad se ve involucrada en el cambio de clima y más en la montaña que puede llegar a cambiar en cualquier momento, una baja de temperatura puede causar hipotermia y muy alta afecta a la termorregulación que impide la evaporación del sudor.

**DHT11:** módulo sensor de temperatura y humedad digital capaz de medir rangos de 0-50°C y 20-90% respectivamente, tiene un tiempo de respuesta que varía en un tiempo de 6 a 30 segundos, cuenta con una señal de salida digital, entre sus características cuenta con una gran precisión y estabilidad, reemplazado en el mercado por el DHT22 que cuenta con mejoradas características [30].

**DHT22:** sensor digital que permite medir la temperatura ambiental en un rango de -40 a 80°C, así como también la humedad, sus medidas oscilan de 0 a 100%, utilizado por su uso fácil y su amplio nivel de trabajo, cumpliendo características como las de precisión y exactitud al tomar las muestras [31].

**LM35:** sensor análogo que mide temperatura en rangos de -55°C a 150°C, calibrada con una precisión de 1°C, caracterizado por su bajo costo y precisión, no mide humedad [32].

Para lo cual se hace una comparación de las características de los sensores mencionados anteriormente, para la selección del que mejor se adapte a las condiciones que se requiere para la implementación del sistema, los que se visualiza en la Tabla 8.

**Tabla 8** Comparación de las características de los sensores de temperatura y humedad

| Sensor                          |  |  |  |
|---------------------------------|---|--|---|
| <b>Características</b>          |   |  |   |
| <b>Nombre</b>                   | DHT11   | DHT22  | LM35  |
| <b>Alimentación</b>             | 3Vdc a 5Vdc   | 3.3Vdc a 6Vdc  | 4Vdc a 30Vdc  |
| <b>Medición de temperatura</b>  | 0°C a 50°C  | -40°C a 80°C   | -55°C a 150°C   |
| <b>Medición de humedad</b>      | 20% a 90%   | 0% a 100%  | -   |
| <b>Frecuencia de muestreo</b>   | 1 muestra por segundo   | 2 muestras por segundo   | 1 muestra por segundo   |
| <b>Precisión de temperatura</b> | ±2°C  | <±5°C  | ±0.5°C  |
| <b>Precisión de humedad</b>     | 4%RH  | 2%RH   | -   |
| <b>Tamaño</b>                   | 12*15.5*5.5mm   | 14*185.5mm   | 5.2*4.19*5.2mm  |

**Elaborador por:** Los Investigadores

El DTH22 es elegido para la implementación del prototipo ya que se puede medir dos variables importantes que son la temperatura y humedad ambiental, así como también cuenta con una precisión superior comparada a los sensores citados en la Tabla 8, principalmente sus medidas de trabajo se adaptan al ambiente en el que se desenvolverá el practicante y sus rangos son los adecuados para la implementación.

### **Sensor Presión Atmosférica**

Este sensor diseñado para la lectura de la presión atmosférica, permite indirectamente estimar la altura sobre el nivel del mar, es de gran importancia para los practicantes de deportes en la montaña, ya que si la altura aumenta la presión atmosférica disminuye, causando una falta de oxígeno, esto puede llegar a causar desmayos y hasta la muerte si no es controlado [2].

**BMP180:** un sensor de presión barométrica que permite medir la presión atmosférica y su altura con respecto al nivel del mar, diseñado para ser utilizado con comunicación

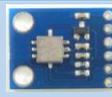
I2C lo que facilita su uso utilizando solo 2 líneas al conectarse con un microcontrolador, trabajo en un rango de 300 – 100hPa, caracterizado por bajo consumo de energía y su precisión alta [33].

**BMP085:** sensor que permite medir la presión atmosférica, ha sido reemplazado en el mercado por su versión mejorada del BMP180, cuenta con una gran precisión y poco consumo de energía [33].

**MS5611:** sensor que principalmente permite la medición de la presión barométrica, presenta un valor digital de alta precisión, trabaja con tecnología I2C y SPI, lo que le hace práctico para la conexión a cualquier microcontrolador, facilita varios modos de operación lo cual ayuda a la optimización del consumo de corriente y velocidad [34].

En la Tabla 9 se muestra la comparativa de los sensores de presión atmosférica.

**Tabla 9** Comparación de las características de los sensores de presión atmosférica.

| Sensor                            |  |  |  |
|-----------------------------------|--|---|--|
| <b>Características</b>            |  |   |  |
| <b>Nombre</b>                     | BMP180   | BMP085  | MS5611   |
| <b>Alimentación</b>               | 1.8V a 3.6V  | 1.8V a 3.6V   | 1.8 V a 3.6 V  |
| <b>Consumo de energía</b>         | 1ua  | 1ua   | 1ua  |
| <b>Presión</b>                    | 300 - 1100hPa  | 300 - 1100 hPa  | 10 a 1200 hPa  |
| <b>Precisión Absoluta</b>         | 1 hPa  | 1 hPa   | -  |
| <b>Resolución en alto consumo</b> | 0.02hPa / 0.17 m   | 0.03hPa / 0.25 m  | -  |
| <b>Tamaño</b>                     | 3.6 x 3.8 x 0.93mm   | 5 x 5 x 1.2mm   | 5 x 3 x 1mm  |

**Elaborador por:** Los Investigadores

Considerando las características de los sensores presentados en la Tabla 9 y las necesidades que se deben tener en cuenta para la investigación se ha elegido el sensor BMP180, ya que, a comparación de los otros sensores, este cuenta con mayor precisión, el tamaño que presenta es adecuado, su facilidad de encontrarlo en el mercado y el bajo consumo de energía, lo hace la mejor opción para la utilización en el dispositivo.

## b) Sensores para el monitoreo vital

### Sensor de Temperatura Corporal

Sensor el cual tiene la función de tomar mediciones de temperatura corporal en tiempo real del practicante de senderismo, ya que a la hora de realizar este deporte se debe realizar el monitoreo de su temperatura para establecer si se encuentra dentro de los rangos seguros de entrenamiento.

**LM35:** sensor análogo de alta precisión que se encuentra directamente calibrado en grados Celsius °C, los valores de medición de este oscilan dentro de los rangos positivos, cuenta con una salida lineal y su calibración está dada por fábrica [35].

**TMP36:** tiene un gran parecido con el LM35, se diferencian en que este sensor admite mediciones bajo 0°C, su salida es lineal y no requiere calibración externa lo que simplifica las conexiones con circuitos de control de temperatura [35].

**DS18B20:** sensor digital que tiene una gran precisión, está integrado por un conversor análogo – digital, lo que ayuda a que tenga mediciones mayores a los de los termómetros, su protocolo de trabajo es One-Wire lo que ayuda a conectar varios sensores en un solo pin digital [36].

A continuación, se muestra en la Tabla 10, la comparación de estos sensores.

**Tabla 10** Comparación de las características de los sensores de temperatura corporal

| Sensor                  |  |  |  |
|-------------------------|---|--|---|
| <b>Características</b>  |   |  |   |
| <b>Nombre</b>           | LM35  | TMP36  | DS18B20   |
| <b>Alimentación</b>     | 4 a 20 v  | 2.7 V a 5.5 V  | 3 a 5.5V  |
| <b>Rango de Trabajo</b> | -55 a 150°C   | -40 a 125°C  | -55 a 125°C   |
| <b>Precisión</b>        | ±0.8°C  | ± 2°C  | ±0.5°C  |
| <b>Tamaño</b>           | Pequeño   | Pequeño  | Pequeño   |
| <b>Peso</b>             | 0.2g  | 0.2g   | 0.2g  |

**Elaborador por:** Los Investigadores

En base a las características descritas anteriormente, se selecciona al sensor DS18B20, para la obtención de la temperatura corporal debido a que cumple con los

requerimientos del sistema en lo que se refiere al rango de trabajo, precisión de medición, peso y tamaño.

### **Sensor de Frecuencia cardiaca y Oxigenación de la sangre**

La función principal de este sensor es la obtención del número de pulsaciones del corazón y la medición del nivel de oxígeno en la sangre, con el objetivo de tener un monitoreo constante de estas variables, ya que al momento de practicar deporte en montaña estas variables deben mantenerse en un rango estable, para que el practicante no sufra ningún daño en su fisionomía, con este monitoreo se puede observar distintos valores de signos vitales los cuales ayudan al deportista de senderismo a una mejor comprensión del estado físico en el que se encuentra.

**Max30100:** sensor basado en el método de oximetría de pulso, compatible con la plataforma Arduino, tiene incluido la función de medir la oxigenación en la sangre y las palpitations del corazón, está compuesto de dos LED uno infrarrojo y otro rojo que toman la función de iluminar alternativamente la zona expuesta en cierto tiempo. Puede almacenar hasta 16 lecturas en 16 bits para el canal rojo y 16 para el infrarrojo [13].

**Max30102:** compatible con la plataforma Arduino, trabaja con el contacto en la piel puede ubicarse en la muñeca o en el dedo de quien lo va a utilizar, la forma de comunicación que utiliza es I2C lo que facilita su funcionamiento con microcontroladores, tiene incorporado las funciones de oxímetro y pulsímetro [37].

**AD8232:** sensor que mide la actividad eléctrica del corazón y puede ser observada mediante una gráfica ECG, las señales biopotenciales son amplificadas, filtradas y extraídas por este sensor. Totalmente compatible con microcontroladores como Arduino y otras tarjetas de desarrollo, dicho dispositivo requiere de un módulo adicional que son los electrodos para obtener señales eléctricas del corazón, estos son de un solo uso [37].

Las características de cada uno de los sensores mencionados se muestran en la Tabla 11, para la selección del sensor a utilizar en la implementación del sistema.

**Tabla 11** Comparación de las características de los sensores de frecuencia cardiaca y oxigenación de la sangre

| Sensor                        |  |  |  |
|-------------------------------|---|--|---|
| Características               |   |  |   |
| <b>Nombre</b>                 | Max30100  | Max30102   | AD8232  |
| <b>Función</b>                | Oximetría de Pulso  | Oximetría de Pulso   | Frecuencia cardiaca   |
| <b>Voltaje de operación</b>   | 3.1-5V  | 3.1-5.25 V   | 2 a 3.6V  |
| <b>Corriente de operación</b> | 600 $\mu$ A   | 600 $\mu$ A  | 0.17 $\mu$ A  |
| <b>Método de adquisición</b>  | Oximetría   | Oximetría  | Electrodos ECG  |
| <b>Modulo adicional</b>       | No  | No   | Si  |
| <b>Tamaño</b>                 | 23.5 x 19 mm  | 12.7 x 12.7 mm   | 28mm x 35mm   |
| <b>Peso</b>                   | 1g  | 1g   | 0.7g  |

**Elaborador por:** Los Investigadores

Realizado el análisis comparativo se selecciona el sensor Max30100, por su compatibilidad con la plataforma Arduino, es elegido por sus características principalmente por las dimensiones que presenta ya que proporciona la comodidad para poder instalarlo lo mejor posible para la adquisición de las variables, también presenta ventajas ya que mide tanto la oxigenación de la sangre como las palpitations del corazón, no requiere ningún elemento externo para extraer las variables a medir y su facilidad de venta en el mercado.

### c) Selección de la tecnología para la comunicación inalámbrica

La comunicación inalámbrica permitirá la transmisión de los datos obtenidos de los sensores hacia el servidor web, con el fin de tener un monitoreo constante de las variables de entorno, vital y de tracking, para lo cual se analizará los diferentes estándares y tecnologías de comunicación inalámbrica, en este análisis se tomará en

cuenta diferentes características como la distancia de transmisión, frecuencias de operación y modulación, etc., las que se muestran en la Tabla 12.

**WIFI:** es una tecnología de área local basada en estándares con especificaciones IEEE 802.11, recibe y transmite datos a través de equipos remotos y ondas de radio, su servicio no brinda calidad de servicio, ni seguridad a la información que transmite [38].

**WIMAX:** tecnología inalámbrica basada en estándares IEEE802.16, su servicio abarca grandes áreas geográficas que brindan una buena calidad de servicio, lo que le hace suficiente para la transmisión de aplicaciones como video, opera en bandas licenciadas [38].

**GPRS:** tecnología inalámbrica que comprarte el rango de frecuencias de la red GSM, su transmisión de datos se hace mediante paquetes a través de Internet, tiene una gran cobertura ya que lo hace mediante la red celular que abarca casi toda el área del país [38].

**Tabla 12** Comparación de las características de la tecnología para la comunicación inalámbrica

| <b>Tecnología</b>           |  |  |  |
|-----------------------------|---|--|---|
| <b>Características</b>      |   |  |   |
| <b>Nombre</b>               | WIFI  | WIMAX  | GPRS  |
| <b>Estándares</b>           | 802.11  | 802.16   | GPRS  |
| <b>Radio de celda</b>       | 0.01 – 0.1 km   | 1 -15 km   | 30 km   |
| <b>Banda de transmisión</b> | 2.4 GHz, 5GHz   | 2.3 GHz,<br>3.5GHz   | 1800MHz,<br>1900MHz   |
| <b>Modulación</b>           | PSK, QPSK,<br>OFDM  | OFDM   | GSMK  |
| <b>Requiere licencia</b>    | No  | Si   | Si  |

**Elaborador por:** Los Investigadores

Para la transmisión de las variables hacia la base de datos se escogió la tecnología de comunicación inalámbrica GPRS, gracias a su radio de celda que abarcan 30km facilita

él envío de datos, así como también trabaja con el área de red celular y su cobertura ofrece que sea muy amplia, esta tecnología es justificada ya que se ha delimitado en la investigación que el senderismo se realizara en media y baja montaña.

**d) Selección de la red móvil para transmisión de las variables de forma inalámbrica**

Para la transmisión de las variables de forma inalámbrica hacia el servidor se requiere el acceso a la red móvil GSM y GPRS, lo que hace necesario el uso de una tarjeta SIM de cualquier operadora que existe dentro del país. En el Ecuador existen cuatro operadoras de las cuales las más utilizadas son CNT, CLARO y MOVISTAR, sus características se compararán en la Tabla 13 lo que permitirá seleccionar la que mejor cobertura tenga.

**Tabla 13** Comparación de las características de la red móvil

| Red Móvil                    |   |   |   |
|------------------------------|---|--|---|
| Características              |   |  |   |
| <b>Nombre</b>                | CLARO   | CNT  | MOVISTAR  |
| <b>Propietario</b>           | América Móvil   | Estado del Ecuador   | Telefónica  |
| <b>Servicios</b>             | Telefonía y Banda Ancha Móvil   | Telefonía y Banda Ancha Móvil  | Telefonía y Banda Ancha Móvil   |
| <b>Tecnología y Espectro</b> | 850MHz–1900MHz<br>GSM; 850MHz–1900MHz<br>UMTE/HSPA;<br>1700/2100 MHz<br>LTE         | 1900 MHz GSM;<br>1900 MHz UMTS /<br>HSPA; LTE<br>1700/2100MHz<br>700MHz              | 850MHz–1900MHz GSM;<br>850MHz–1900MHz<br>UMTE/HSPA;<br>1900MHz LTE                    |
| <b>Cobertura</b>             |  |  |  |

**Elaborador por:** Los Investigadores

Entre las características de red móvil presentadas en la Tabla. 13 se ha considerado la más importante la cobertura dentro del país ya que es necesario para él envío de los valores de las variables para el monitoreo vital, ambiental, posicionamiento y los mensajes de las alertas, por tal razón se seleccionó a CLARO.

**e) Equipo para el sistema de posicionamiento global y comunicación inalámbrica.**

Módulo encargado de cumplir con dos funciones fundamentales, la primera es la obtención de las señales de latitud y longitud que permitirá conseguir la posición actual para realizar trazo de la ruta recorrida por el practicante de senderismo. Esta tarjeta también es la encargada del envío de la información mediante tecnología GRPS, de las variables de cada uno de los sensores para posterior ser almacenada en la base de datos y visualizada en el sitio web para su monitoreo.

**Módulo SIM900:** tarjeta GSM/GPRS que tiene las funciones de enviar y recibir mensajes y llamadas, permite conectarse al internet por medio de su antena GPRS, totalmente compatible con la plataforma Arduino, su configuración se basa usando los comandos AT, sus funciones principales se basan en sistemas remotos, puntos de control y el envío de mensajes a celulares [40].

**Módulo SIM800L:** módulo GPRS/GSM trabaja en las bandas de frecuencia 850-900-1800-1900MHZ, las funciones que cumple son la de hacer y recibir mensajes y llamadas, con el uso de comandos AT, compatible con Arduino gracias a su comunicación UART [40].

**Módulo SIM808:** tarjeta GSM/GPRS/GPS tiene dos funciones principales que incluye tarjeta GPS para la obtención de la longitud y latitud de quien lo use, así como también compatible con las cuatro bandas de GSM/GPRS, este módulo es controlado mediante comunicación serial con comandos AT, lo que le hace compatible con la plataforma Arduino [40].

En la Tabla. 14 se da a conocer las características de cada uno de estos módulos, para la posterior selección para la implementación del dispositivo.

**Tabla 14** Comparación de las características de los módulos para el sistema de posicionamiento global y comunicación inalámbrica

| Módulo                   |  |  |  |
|--------------------------|---|--|---|
| Características          |   |  |   |
| Nombre                   | SIM900  | SIM800L  | SIM808  |
| Voltaje de operación     | 3.2 a 4.8 V   | 3.4 a 4.4V   | 3.4 a 4.4 V   |
| Corriente de operación   | 1.5 mA  | 500 mA   | 2 mA  |
| Velocidad de transmisión | 85600 bps   | -  | 85600 bps   |
| Tecnologías disponibles  | GSM/GPRS  | GSM/GPRS   | GSM/GPRS/GPS  |
| Dimensiones              | 75 x 55 x 10 mm   | 21.8 x 18 x 4 mm   | 24 x 24 x 2.6 mm  |
| Peso                     | 40 g  | -  | 50 g  |

**Elaborador por:** Los Investigadores

De acuerdo a las características presentadas en la Tabla 14 se ha seleccionado al módulo SIM808, porque cumple con las funciones que son requeridas para el sistema de posicionamiento global por su GPS, con la tecnología GSM y GPRS se puede realizar el envío de las variables de los sensores hacia la base de datos y los mensajes con las alertas programadas, tiene ventajas con las interfaces presentadas lo que le hace un módulo compatible con varias plataformas de programación.

#### **f) Equipo para el procesamiento de datos en el dispositivo dos**

Este equipo cumple con la función de procesar los datos en el dispositivo dos el que está compuesto por las señales del monitoreo ambiental y posicionamiento global para posterior conjuntamente con las señales del monitoreo vital ser enviadas a la base de datos.

**Arduino Nano:** ATmega328 diseñado en base a las características del Arduino Uno, su tamaño le hace una tarjeta muy accesible para aplicaciones que requieren un bajo

costo y un reducido tamaño, consta de 14 pines digitales y 8 analógicos, sus memorias son de 2 a 1KB de SRAM y de 1KB a 512 bytes de EEPROM [41].

**Arduino Uno:** ATmega320 caracterizada por ser la primera al salir al mercado, de esta placa se basan la implementación de las demás, compuesta por 14 pines digitales y 6 pines analógicos, las memorias cuentan con 2KB de SRAM y 1KB de EEPROM [41].

**Arduino Mega:** ATmega2560 del cual proviene su nombre es una de las tarjetas más completas que se encuentran en el mercado, contiene 54 pines analógicos y 16 pines digitales, tiene unas memorias de una SRAM de 8KB, 4KB de EEPROM y 256KB de flash [41].

Las características de las placas antes mencionadas se presentan en la Tabla 15, las cuales permitirán seleccionar la que mejor se adapte a las necesidades del dispositivo.

**Tabla 15** Comparación de las características del equipo para el procesamiento de datos en el dispositivo dos

| Tarjeta                                      |  |  |  |
|--|---|--|---|
| Características                              |   |  |   |
| <b>Nombre</b>                                | Arduino Nano  | Arduino Uno  | Arduino Mega  |
| <b>Microcontrolador</b>                      | ATmega168 o 328   | ATmega328  | ATmega2560  |
| <b>Voltaje de Operación</b>                  | 5V  | 5V   | 5V  |
| <b>Frecuencia</b>                            | 16MHz   | 16MHz  | 16MHz   |
| <b>Memoria RAM</b>                           | 2Kb   | 2Kb  | 8Kb   |
| <b>Memoria EEPROM</b>                        | 1Kb   | 1Kb  | 4Kb   |
| <b>Memoria FLASH</b>                         | 16 o 32Kb   | 32Kb   | 128 o 256Kb   |
| <b>Pines Digitales<br/>entradas/salidas</b>  | 14/14   | 14/14  | 54/54   |
| <b>Pines Analógicos<br/>entradas/salidas</b> | 8/0   | 6/0  | 16/0  |
| <b>Pines PWM</b>                             | 6   | 6  | 15  |

Elaborador por: Los Investigadores

En base a las características presentadas en la Tabla 15 se selecciona al Arduino Mega para el equipo de procesamiento de datos en el dispositivo dos, debido a que la programación de este equipo necesita un gran espacio de memoria, pines analógicos y digitales suficientes para la conexión de los sensores de monitoreo ambiental, de posicionamiento global, de alimentación y de visualización, hay que considerar también que en este dispositivo se procesan todos los valores de las variables del sistema para ser transmitidos a la base de datos.

#### **g) Equipo para el procesamiento de datos en el dispositivo uno**

La función principal de este equipo es el procesamiento y transmisión de las variables de monitoreo vital, en este dispositivo hay que tomar en cuenta el tamaño de los elementos porque es ubicado en la muñeca del practicante y es necesario que no cause ninguna molestia con su utilización, las variables obtenidas en el microprocesador serán enviadas mediante tecnología bluetooth hacia el equipo dos, para su almacenamiento en la base de datos y visualización en la página web.

**Arduino Nano:** ATmega328 diseñado en base a las características del Arduino Uno, con menor tamaño y más capacidad de memoria, su tamaño le hace una tarjeta muy accesible para aplicaciones que requieren un bajo costo y un reducido tamaño, consta de 14 pines digitales y 8 analógicos, sus memorias son de 2 a 1KB de SRAM y de 1KB a 512 bytes de EEPROM [41].

**Arduino Uno:** ATmega320 caracterizada por ser la primera al salir al mercado, de esta placa se basan la implementación de las demás, compuesta por 14 pines digitales y 6 pines analógicos, las memorias cuentan con 2KB de SRAM y 1KB de EEPROM [41].

**Arduino Mega:** ATmega2560 del cual proviene su nombre es una de las tarjetas más completas que se encuentran en el mercado por su gran capacidad de almacenamiento y los pines necesario 54 pines analógicos y 16 pines digitales, tiene unas memorias de una SRAM de 8KB, 4KB de EEPROM y 256KB de flash lo que le hace un microcontrolador completo para cualquier aplicación en el que se requiera su uso electrónico [41].

**Tabla 16** Comparación de las características del equipo para el procesamiento de datos en el dispositivo uno

| Tarjeta                                      |  |  |  |
|--|---|--|---|
| <b>Características</b>                       |   |  |   |
| <b>Nombre</b>                                | Arduino Nano  | Arduino Uno  | Arduino Mega  |
| <b>Microcontrolador</b>                      | ATmega168 o 328   | ATmega328  | ATmega2560  |
| <b>Voltaje de Operación</b>                  | 5V  | 5V   | 5V  |
| <b>Frecuencia</b>                            | 16MHz   | 16MHz  | 16MHz   |
| <b>Memoria RAM</b>                           | 2Kb   | 2Kb  | 8Kb   |
| <b>Memoria EEPROM</b>                        | 1Kb   | 1Kb  | 4Kb   |
| <b>Memoria FLASH</b>                         | 16 o 32Kb   | 32Kb   | 128 o 256Kb   |
| <b>Pines Digitales<br/>entradas/salidas</b>  | 14/14   | 14/14  | 54/54   |
| <b>Pines Analógicos<br/>entradas/salidas</b> | 8/0   | 6/0  | 16/0  |
| <b>Pines PWM</b>                             | 6   | 6  | 15  |

**Elaborador por:** Los Investigadores

En este equipo las características que cumplen para su implementación son las del Arduino Nano, por su tamaño reducido no presenta incomodidad al deportista ya que su ubicación es en la muñeca, la memoria no tiene que ser muy extensa y los pines a utilizar son los suficientes para la conexión de los sensores.

#### **h) Selección del servidor y la página web**

El servidor y la página web tienen la función de almacenar las variables que emiten los dos dispositivos, para que estos puedan ser monitoreados por el practicante y personas que deseen seguir sus movimientos mediante Internet, en la actualidad existen varios Hosting que permiten tener un dominio gratuito, para lo cual se escogerán algunas alternativas y se realizara una comparación con los principales servicios que ofrecen, se pueden observar en la Tabla 17.

**GoDaddy:** es un hosting que ofrece confiabilidad, rapidez, dominio y editor gratuito, lo que facilita el desarrollo de páginas web con plantillas ya prediseñadas, las copias

de seguridad que se requiera realizar tienen un costo, su disponibilidad y velocidad son muy fiables [42].

**LatinCloud:** un concepto nuevo de alojamiento web con dominio, WordPress, webmail, cPanel, email, tiene variedad de servicios entre los cuales se pueden mencionar email marketing personalizado y corporativo, servidores dedicados, virtuales y registro de dominios [43].

**AwardSpace:** hosting gratuito que incluye PHP y MYSQL, permite realizar el almacenamiento y sitios web, mediante un servidor VPS ofrece un gran rendimiento de su base de datos en CPU, MySQL y RAM, entre las ventajas que presenta este servidor es que tiene un tiempo de carga rápido, su panel de control se encuentra en idioma español, compatible con todas las versiones de PHP [44].

A continuación, en la Tabla 17 se presentan los servicios que ofrecen cada uno de los Hosting.

**Tabla 17** Comparación de los servicios que ofrece cada proveedor Hosting

| Hosting                             |  |  |  |
|-------------------------------------|---|--|---|
| Características                     |   |  |   |
| <b>Nombre</b>                       | GoDaddy   | LatinCloud   | AwardSpace  |
| <b>Almacenamiento</b>               | 100 GB  | 500 GB   | 1 GB  |
| <b>Ancho de Banda</b>               | No medido   | 500 GB   | 5 GB  |
| <b>Cantidad de dominios</b>         | 1   | Ilimitados   | 1   |
| <b>Cantidad de subdominios</b>      | 25  | Ilimitados   | 3   |
| <b>Seguridad de datos</b>           | Si  | Si   | Si  |
| <b>Protección en contra de Ip's</b> | Si  | Si   | Si  |
| <b>Respaldo (BACKUPS)</b>           | Si  | Si   | Si  |
| <b>PHP</b>                          | Cualquier versión   | Cualquier versión  | Cualquier versión   |
| <b>Plan de hosting</b>              | \$4.33/mes  | \$5.00/mes   | Gratuito  |

**Elaborador por:** Los Investigadores

De todos los hostings comparados en la Tabla 17, se optó por elegir el servicio del proveedor AwarSpace, gracias a sus características de almacenamiento de 1Gb de espacio, al dominio y subdominio que se los puede utilizar gratuitamente, además permite la gestión de una base de datos con MySQL y PhpMyadmin y a su compatibilidad con cualquier versión de PHP, lo hace la opción más fiable para el uso en la implementación del sistema.

## 2.2.5 Estandarización de los rangos para la transmisión de las alertas

### a) Temperatura Corporal

Las mediciones de la temperatura corporal varia en el lugar donde se haga, la más precisa es la que se hace de forma oral, sin importar donde se realice tal medición se asignan rangos seguros en los que puede fluctuar la temperatura corporal, en la que se basa para que el practicante de senderismo no sufra ninguna complicación, en la Tabla 18 se pueden observar dichos rangos [45].

**Tabla 18** Rangos de Temperatura Corporal para el envío de alertas

| <b>Temperatura Corporal</b> |             |
|-----------------------------|-------------|
| <b>Tipo de riesgo</b>       | <b>°C</b>   |
| <b>Normal</b>               | 35.5 - 37.2 |
| <b>Ligero</b>               | 37.2 - 38.1 |
| <b>Importante</b>           | 38.1 - 39.4 |
| <b>Critico</b>              | >39.4       |

**Elaborador por:** Los Investigadores en base a [45].

### b) Saturación de Oxígeno en la sangre

Para que un deportista tenga un buen desarrollo en sus periodos de práctica, depende de una buena oxigenación en la sangre, para lo cual se establecerán los rangos seguros para la emisión de alertas en caso de emergencia si se presenta una alteración en los valores establecidos, los que se pueden observar en la Tabla 19 [45].

**Tabla 19** Rangos de Saturación de Oxígeno en la sangre para el envío de alertas

| <b>Saturación de Oxígeno en la sangre</b> |             |
|---|-------------|
| <b>Tipo de riesgo</b>                     | <b>SaO2</b> |
| <b>Normal</b>                             | 95% - 97%   |
| <b>Ligero</b>                             | <95%        |
| <b>Critico</b>                            | 92% - 90%   |

**Elaborador por:** Los Investigadores en base a [45].

### c) Frecuencia Cardíaca

Para la generación de alarmas de la frecuencia cardiaca se ha estandarizado los rangos en base a los deportistas, mediante la ayuda de The American College y Stanford University dichos valores se muestran en la Tabla 20 [46].

**Tabla 20** Rangos de Frecuencia Cardiaca para el envío de alertas

| <b>Frecuencia Cardiaca en deportistas</b> |            |
|---|------------|
| <b>Tipo de riesgo</b>                     | <b>PPM</b> |
| <b>Reposo</b>                             | 40 -60     |
| <b>Moderado</b>                           | 60 – 110   |
| <b>Ligero</b>                             | 110 – 130  |
| <b>Critico</b>                            | 130 – 150  |

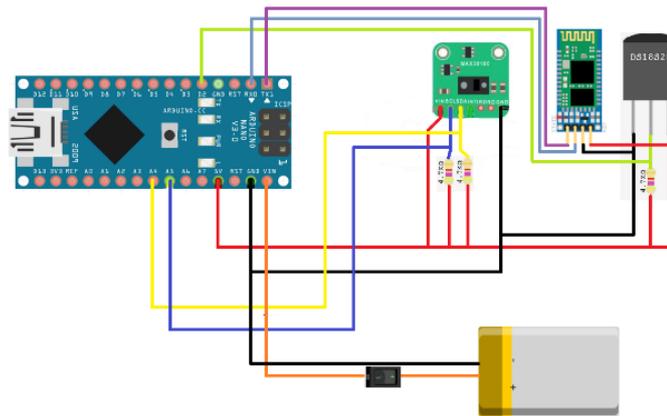
**Elaborador por:** Los Investigadores en base a [46].

## 2.3 Desarrollo del Prototipo

En la investigación presenta varias etapas que se describieron previamente, a continuación, se muestra los criterios de diseño con los dispositivos seleccionados anteriormente para su respectiva implementación.

### 2.3.1 Dispositivo Uno

Este dispositivo se encuentra en la muñeca del practicante de senderismo, el que se encarga de la adquisición y procesamiento de las variables de monitoreo vital, para ser enviadas al dispositivo dos, el cual conjuntamente con las variables de monitoreo ambiental y posicionamiento global son enviadas al servidor web, en la Fig. 11, se muestra la conexión de cada uno de los elementos que conforman este dispositivo.



**Fig. 11** Circuito de interconexión Dispositivo uno  
**Elaborado por:** Los Investigadores

### Alimentación del Circuito

En la Tabla 21 se muestra el consumo de voltaje y corriente de cada uno de los elementos activos que conforman el dispositivo uno, en la que se realiza un análisis para determinar la fuente de alimentación que se adapte para el buen funcionamiento del mismo.

**Tabla 21** Consumo de Voltaje y Corriente del Dispositivo Uno

| CONSUMO                     |           |           |
|-----------------------------|-----------|-----------|
| Elementos                   | Corriente | Voltaje   |
| <b>Sensor Temperatura</b>   | 4 mA      | 3 a 5.5V  |
| <b>Sensor Pulsioxímetro</b> | 0.6 mA    | 3.1 a 5V  |
| <b>Bluetooth</b>            | 30 mA     | 3.6 a 6 V |
| <b>Microcontrolador</b>     | 80 mA     | 5V        |

**Elaborado por:** Los Investigadores

Para el cálculo de la corriente total se realiza la sumatoria de la corriente de cada uno de los elementos activos que conforman el dispositivo uno dando un estimado de 114.6mA y considerando el voltaje de cada uno de los elementos, se eligió la utilización de una batería de polímero de litio, tomando en cuenta que el tamaño debe ser pequeño para evitar molestias al practicante, ya que el dispositivo se encuentra en la mano del deportista mediante un guante que permite que los sensores se ubiquen en la muñeca y el dedo índice.

Las caminatas que realiza un practicante de senderismo tienen un promedio de 6 horas, hace necesario que la batería dure tal tiempo lo que se puede realizar en base al consumo de corriente total del dispositivo, para lo cual se hace uso de la fórmula que establece Digikey Electronics en donde muestra una relación entre la corriente requerida por el sistema por un factor de 0.70, la que se presenta a continuación: [47]

$$Vida_{Bat} = \frac{Corriente_{Bat} [mAh]}{Corriente_{Consumo} [mAh]} * 0.70$$

$$Vida_{Bat} = \frac{1000 [mAh]}{114.6 [mAh]} * 0.70$$

$$Vida_{Bat} = 6.1h$$

Con el cálculo realizado se concluye que en el peor de las condiciones el estimado de funcionamiento de la batería es de 6.1 horas, lo que abastece para el dispositivo uno.

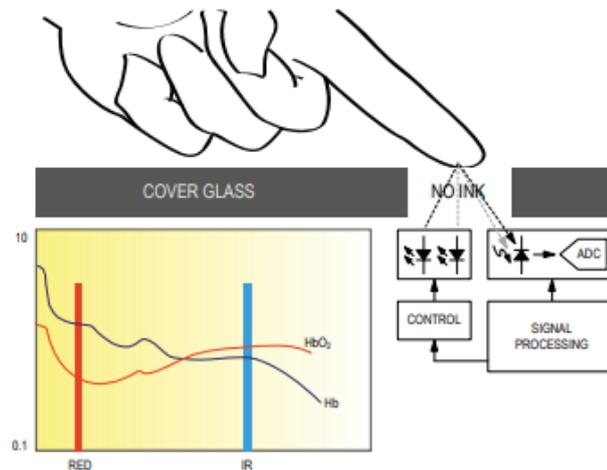
#### **a) Adquisición y Determinación de las variables vitales para el dispositivo uno**

Para el proceso de adquisición y determinación de las señales de las variables vitales se realiza para cada uno de los sensores a utilizar, lo que permite que el sistema tenga una buena confiabilidad, la obtención de una salida adecuada para el dispositivo depende si cada señal debe ser linealizada, amplificada o si es preciso que se haga una conversión, lo que hace necesario realizar un análisis para el procedimiento de cada variable.

#### **Sensor MAX30100 - Frecuencia Cardíaca y Oxigenación de la Sangre**

El sensor MAX30100 permite la lectura de variables como la frecuencia cardíaca y la oxigenación de la sangre, sus funciones principalmente son para dispositivos

portátiles, de asistencia física y monitoreo médico. Sus componentes se encuentran ubicados estratégicamente los que se encargan de medir la absorción de la luz mediante la derivación de la corriente que se requiere en el Led rojo IR y el fotodiodo, mediante la señal pulsátil que genera el cuerpo humano hace posible medir la oximetría para posterior determinar la SpO2 y la frecuencia cardiaca en un mismo tiempo [48]. En la Fig. 12 se puede observar el diagrama de bloque del sistema.



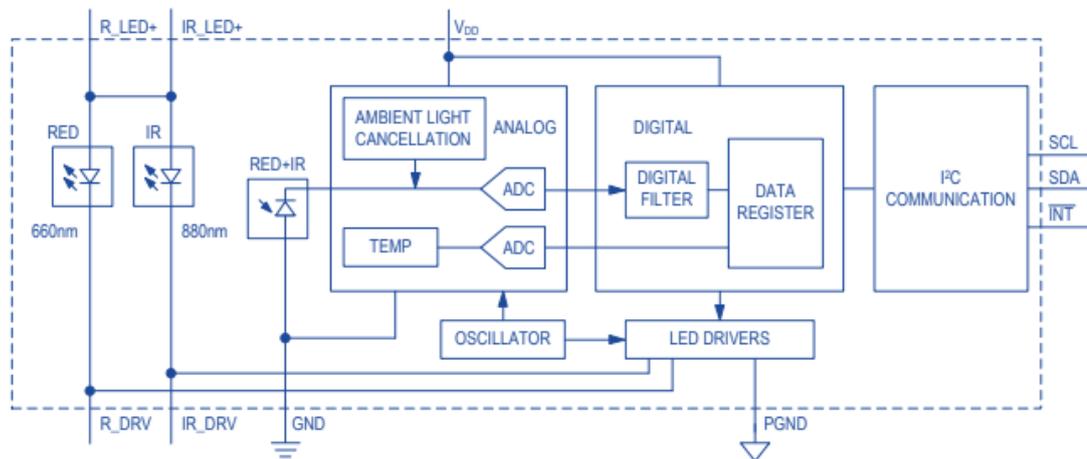
**Fig. 12** Diagrama de bloque del sistema MAX30100 [48].

En la Fig. 12 también se puede observar la existencia de dos variables que son la oxihemoglobina HbO<sub>2</sub> y la desoxihemoglobina Hb relacionadas directamente con la Hemoglobina, ya que están involucradas en el proceso de captación y expulsión del oxígeno respectivamente, en base a estas variables se realiza el proceso de medición de oxigenación de la sangre SpO<sub>2</sub>, que es una proteína encontrada en el torrente sanguíneo la que se encarga de que el oxígeno llegue hacia los tejidos del cuerpo humano.

Este sensor determina un valor preciso de medición gracias a la capacidad de regular la distancia de censado, su ubicación se encuentra en el dedo índice y se lo hizo de forma estratégica para que el practicante tenga comodidad al realizar el senderismo.

El MAX30100 presenta un esquema de funcionamiento, el cual cuenta con un algoritmo de SpO<sub>2</sub> con una longitud de onda del LED rojo que permite la corrección de la interpretación de los datos e insensible a la longitud de onda del LED IR, la velocidad de programación con una salida ADC se realiza a 50Hz a 1kHz. Para la optimización se programa en un rango de 200us a 1,6us el ancho de pulso y las

corrientes varían de 0mA a 50mA [48]. En la Fig. 13 se muestra el diagrama de funcionamiento de este sensor de dicho proceso.



**Fig. 13** Diagrama de Funcionamiento del MAX30100 [48]

Los protocolos de comunicación para el sensor de pulsioximetría son distintos, para la implementación del prototipo se ha empleado la comunicación I2C lo que permite comprobar si se han entregado los datos mediante los pines SCL y SDA mismos que ayudan a la conexión del microcontrolador con el sensor. En la programación realizada para el microcontrolador es necesaria la importación de la librería “<MAX30100\_PulseOximeter.h>” lo que facilita la adquisición de las variables de frecuencia cardíaca y saturación de oxigenación en la sangre.

En la obtención de cada uno de los valores numéricos de las medidas de frecuencia cardíaca y SpO2 para su monitoreo constante, se ha realizado una función en la que extrae conjuntamente cada una de estas variables, basada en lenguaje C++ en Arduino, para el envío y lectura de estas variables se requirió realizar dos condicionales que son:

```
if (millis() - tsLastReport > REPORTING_PERIOD_MS)
```

```
if (millis() - lastTempRequest >= delayInMillis)
```

La función realizada para estas variables se presenta en la Fig. 14.

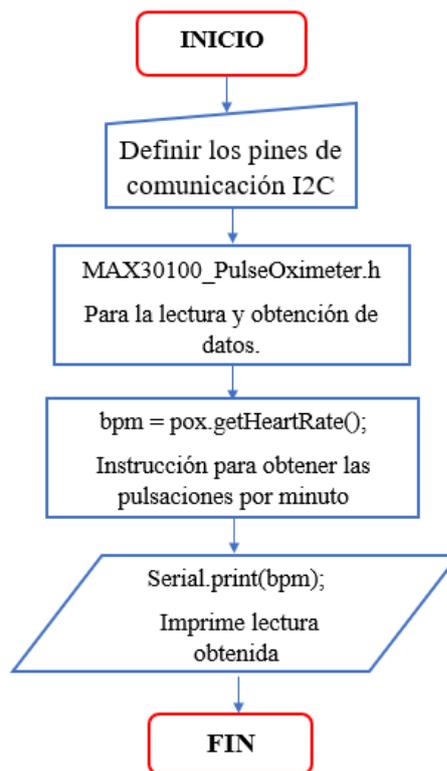
```

void puls() {
  pox.update();
  if (millis() - tsLastReport > REPORTING_PERIOD_MS) {
    bpm = pox.getHeartRate();
    spO2 = pox.getSpO2();
    tsLastReport = millis();
  }
}

```

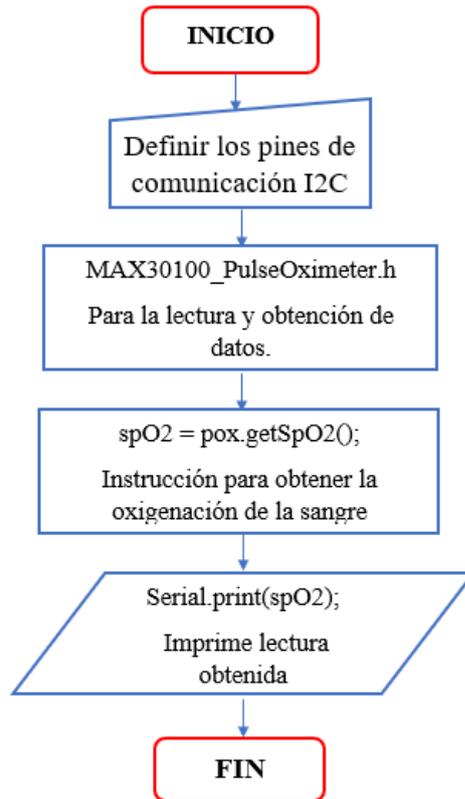
**Fig. 14** Función para la obtención numérica de la Frecuencia Cardiaca y SpO2

La adquisición de estas variables en el microcontrolador da como resultado que se almacenen en variables independientes, para proceder a realizar las alertas de emergencia hacia el usuario programado, si sus valores establecidos sobrepasan sus rangos. Para lo cual se ha realizado un diagrama de flujo presentado en la Fig. 15 donde se muestra el proceso de adquisición de las variables de frecuencia cardiaca y en la Fig. 16 la oxigenación de la sangre.



**Fig. 15** Diagrama de Flujo de Frecuencia Cardiaca

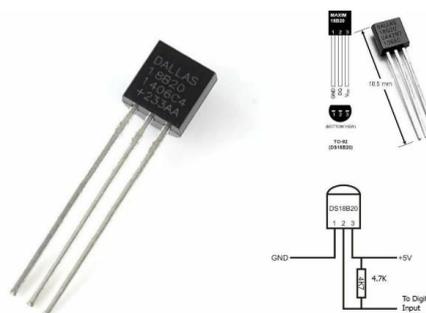
**Elaborado por:** Los Investigadores



**Fig. 16** Diagrama de Flujo de Oxigenación de la Sangre  
Elaborado por: Los Investigadores

### Sensor DS18B20 – Temperatura Corporal

Se trata de un sensor de temperatura corporal digital, el que se comunica mediante protocolo OneWire lo que facilita su funcionamiento permitiendo enviar y recibir datos con un solo cable, está compuesto por tres terminales los que corresponden a Vcc, GND y Data. Para su programación en Arduino se hace necesario la utilización de dos librerías: “<DallasTemperature.h>” y “<OneWire.h>”, las que deben ser instaladas antes de cargar el programa en el microcontrolador [40], en la Fig. 17 se muestra la distribución de pines del sensor.



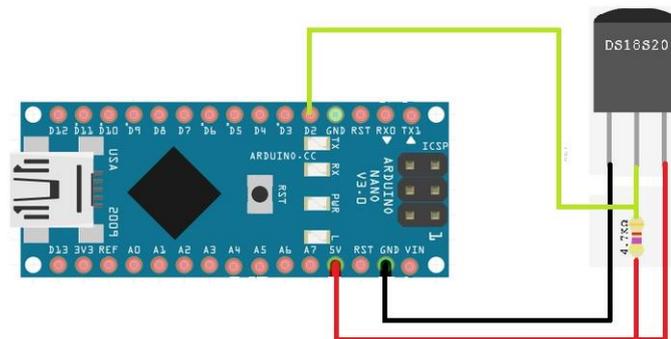
**Fig. 17** Distribución de pines sensor DS18B20 [40]

Para el funcionamiento del sensor DS18B20, se hace necesario la utilización de una resistencia pull-up en la que su valor depende de la distancia de trabajo del sensor la que su puede observar en la Tabla 22.

**Tabla 22** Valores de la resistencia pull - up según la distancia para el DS18B20 [40]

| Resistencia Pull-Up | Distancia del Cable |
|---------------------|---------------------|
| 4,7 k $\Omega$      | De 0 m - 5 m        |
| 3,3 k $\Omega$      | De 5 m - 10 m       |
| 2,2 k $\Omega$      | De 10 m - 20 m      |
| 1,2 k $\Omega$      | De 20 m - 50 m      |

En el caso del proyecto se eligió trabajar con una resistencia de 4.7k $\Omega$  porque la distancia no excede a 5 metros, su ubicación se realiza entre los pines Data y Vcc como se puede observar en la Fig. 18, esto ayudará a tener en todo momento una señal ALTA.



**Fig. 18** Conexión del Sensor temperatura corporal

**Elaborado por:** Los investigadores

El sensor será ubicado en la muñeca del practicante de senderismo para la toma de muestras de su temperatura corporal, por motivos que esta variable varía en función del lugar donde esté ubicado se debe realizar una compensación, la que se realizará mediante la ayuda de un Termómetro Digital Microlife que posee un intervalo de 10s para obtener las muestras de temperatura axilar. Este valor ayuda a la programación para la obtención de la temperatura corporal del deportista, lo que permite conseguir un dato real.

Para este proceso se realizó la Tabla 23, en la cual se da a conocer la muestra de 20 temperaturas tomadas entre el termómetro y el sensor para establecer el promedio y la diferencia de los valores medidos, dando como resultado un valor de compensación de 4.2°C.

**Tabla 23** Temperatura Corporal – Muestras

| <b>TEMPERATURA CORPORAL</b> |                        |                     |                        |
|-----------------------------|------------------------|---------------------|------------------------|
| <b>N° Muestra</b>           | <b>Termómetro (°C)</b> | <b>DS18B20 (°C)</b> | <b>Diferencia (°C)</b> |
| 1                           | 34,5                   | 24,79               | 7,71                   |
| 2                           | 35,5                   | 26,39               | 7,11                   |
| 3                           | 34,4                   | 27,39               | 5,01                   |
| 4                           | 34,7                   | 28,19               | 4,51                   |
| 5                           | 35,1                   | 28,59               | 4,51                   |
| 6                           | 35                     | 28,99               | 4,01                   |
| 7                           | 34,3                   | 29,19               | 3,11                   |
| 8                           | 35                     | 29,39               | 3,61                   |
| 9                           | 35,1                   | 29,09               | 4,01                   |
| 10                          | 35,1                   | 29,49               | 3,61                   |
| 11                          | 35,1                   | 29,59               | 3,51                   |
| 12                          | 35,4                   | 29,59               | 3,81                   |
| 13                          | 35,5                   | 29,69               | 3,81                   |
| 14                          | 35,6                   | 29,59               | 4,01                   |
| 15                          | 35,5                   | 29,69               | 3,81                   |
| 16                          | 35,4                   | 29,69               | 3,71                   |
| 17                          | 35,5                   | 29,69               | 3,81                   |
| 18                          | 35,5                   | 29,69               | 3,81                   |
| 19                          | 35,4                   | 29,79               | 3,71                   |
| 20                          | 35,5                   | 29,89               | 3,61                   |
|                             |                        |                     | 4,2                    |

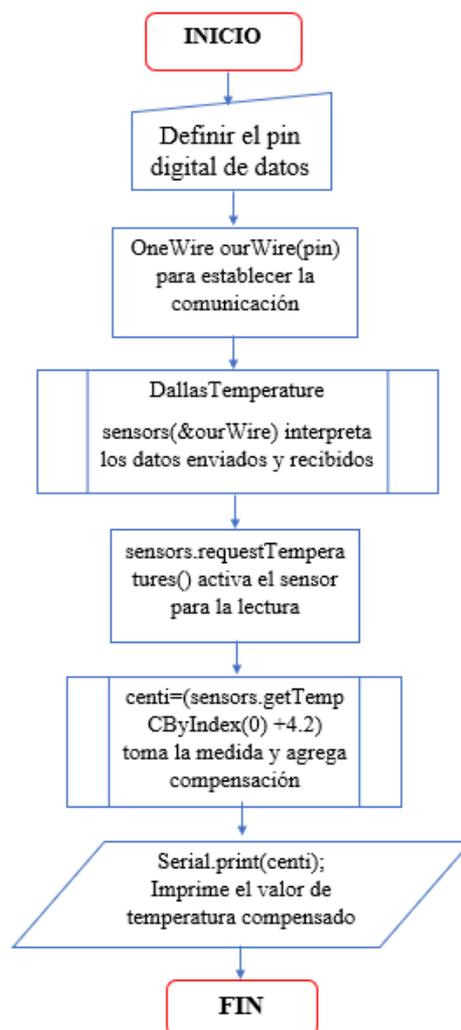
**Elaborado por:** Los Investigadores

Para la obtención de los valores de la temperatura corporal se realizó una función la cual es presentada en la Fig. 19, lo que permite el monitoreo constante mediante el almacenamiento en el servidor, se designó también una variable para poder programar las alarmas mediante los rangos establecidos anteriormente.

```
void temp() {
  if (millis() - lastTempRequest >= delayInMillis) {
    sensors.requestTemperatures();
    centi = sensors.getTempCByIndex(0);
    lastTempRequest = millis();
  }
}
```

**Fig. 19** Función para la obtención numérica de la Temperatura Corporal

El proceso realizado para la obtención de los valores de la variable de temperatura corporal se da a conocer en la Fig. 20 mediante el diagrama de flujo realizado.

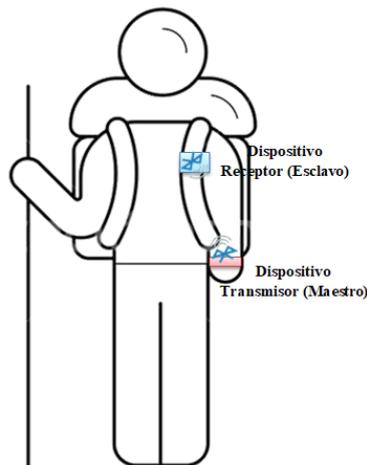


**Fig. 20** Diagrama de Flujo de Temperatura Corporal

**Elaborado por:** Los Investigadores

## b) Tecnología de comunicación entre el dispositivo uno y dos

Para la interconexión de los dispositivos de uno y dos se ha elegido utilizar tecnología bluetooth, ya que, gracias a la simplicidad de uso y su bajo consumo de energía, permite que se puedan intercambiar datos de manera fácil y eficaz, en la Fig. 21 se puede observar el diagrama de comunicación donde el dispositivo uno es el que se encuentra en la muñeca y el dos en la mochila del practicante.



**Fig. 21** Diagrama de comunicación del dispositivo uno y dos  
**Elaborado por:** Los investigadores

Con el fin de aprovechar cada una de los métodos que ofrece Arduino, se ha importado la librería “<SoftwareSerial.h>”, lo cual permite crear la comunicación serial entre los dos dispositivos como se mencionó anteriormente, en la Fig. 22 se muestra el código para ingresar al modo AT del bluetooth maestro donde se configuran el nombre, contraseña, direcciones y velocidad para su autenticación con el esclavo, que se observa en la Fig. 23.

```
void setup() {  
  Serial.begin(9600);  
  Serial1.begin(38400);  
  Serial.println("Dispositivo listo para recibir comando AT");  
}  
  
void loop() {  
  if(Serial.available())  
    Serial1.write(Serial.read());  
  if(Serial1.available())  
    Serial.write(Serial1.read());  
}
```

**Fig. 22** Función para configuración AT del bluetooth maestro  
**Elaborado por:** Los Investigadores

```

AT
AT+NAME=SENDERISMO
AT+PSWD=****
AT+UART=9600,0,0
AT+ROLE=1 (Para 0 significa Esclavo y 1 Significa Maestro)
AT+CMODE=0 (el 1 le permite conectarse con cualquier MAC(Direccion Fisica)
y 0 solo le permite conectarse con una MAC en particular)
AT+BIND=98D3,34,904FE3 //Aqui se pone la mac del dispositivo esclavo

```

**Fig. 23** Comandos AT utilizados para la configuración del bluetooth maestro

**Elaborado por:** Los Investigadores

### c) Transferencia de datos hacia el dispositivo dos

Una vez establecido la comunicación inalámbrica y el procesamiento de los datos, el procedimiento de transferencia de los mismos hacia el dispositivo dos, se lo realiza mediante las variables declaradas donde se almacenaron cada uno de los valores de los sensores, para lo cual se ha realizado una función donde se muestra todos los métodos realizados para la transmisión de los datos en la Fig. 24.

```

puls();
temp();
if (i>2000){
Serial.print(centi);
Serial.print("/");
Serial.print(bpm);
Serial.print("/");
Serial.print(spO2);
Serial.print("/");
Serial.println(" ");

    i=0;
}
i++;

```

**Fig. 24** Función para la transferencia de datos hacia el dispositivo dos

**Elaborado por:** Los Investigadores

### 2.3.2 Dispositivo Dos

El dispositivo dos se encuentra en la mochila del practicante de senderismo, es el encargado de recibir las señales enviadas por el equipo uno para procesarlas junto a las variables de entorno y posicionamiento global, también contiene el sistema de visualización de datos conjunto con el de alarmas, la conexión de cada elemento se observa en la Fig. 25.



de un tamaño en cual no tenga inconvenientes en la ubicación de la mochila del practicante.

Las caminatas que realiza un practicante de senderismo tienen un promedio de 6 horas, hace necesario que la batería dure tal tiempo lo que se puede realizar en base al consumo de corriente total del dispositivo, para lo cual se hace uso de la fórmula que establece Digikey Electronics en donde se hace una relación entre la corriente requerida por el sistema por un factor de 0.70, la que se presenta a continuación: [47]

$$Vida_{Bat} = \frac{Corriente_{Bat}[mAh]}{Corriente_{Consumo}[mAh]} * 0.70$$

$$Vida_{Bat} = \frac{2250[mAh]}{176.501[mAh]} * 0.70$$

$$Vida_{Bat} = 8.9h$$

Con el cálculo realizado se concluye que en el peor de las condiciones el estimado de funcionamiento de la batería es de 8.9 horas, lo que abastece para el dispositivo dos.

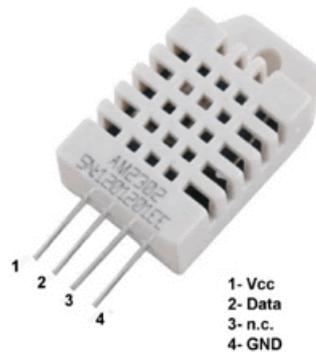
#### **a) Adquisición y Determinación de las variables de entorno y posicionamiento global para el dispositivo dos**

Para el proceso de adquisición y determinación de las variables de entorno, posicionamiento global se realiza para cada uno de los sensores a utilizar, así como también el sistema de visualización de las variables, la obtención de una salida adecuada para el dispositivo depende si cada señal debe ser linealizada, amplificada o si es preciso que se haga una conversión, lo que hace necesario realizar un análisis para el procedimiento de cada variable.

#### **Sensor DTH22 – Temperatura Ambiental y Humedad**

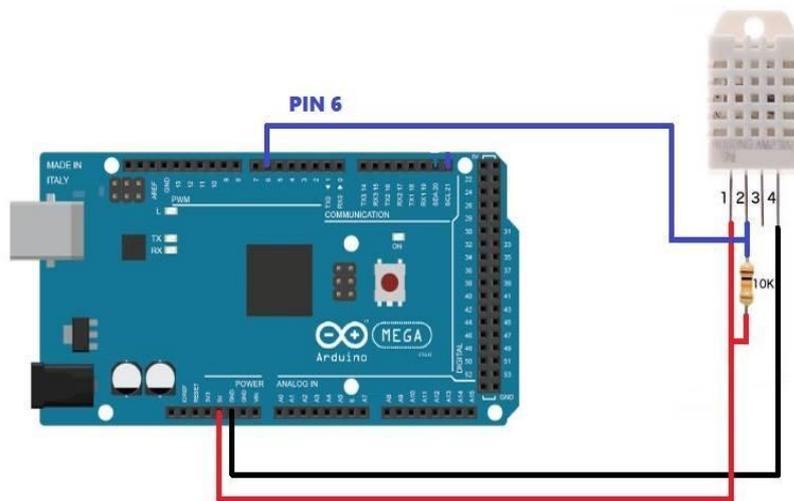
Un sensor digital de temperatura y humedad de alta precisión, de bajo costo, buen rendimiento, compatible con Arduino, utiliza para su funcionamiento un termistor para medir el aire circulante y posterior cálculo de la temperatura, integra también un sensor capacitivo de humedad que mide en porcentajes, mientras el valor más se aproxime al 100% más húmedo está el ambiente, cuenta con 4 pines VCC, GND y un

pin digital para la adquisición de los valores, su distribución de pines se puede observar en la Fig. 26 [49].



**Fig. 26** Distribución de pines DTH22 [49]

Ya que este sensor es totalmente compatible con Arduino hace fácil su funcionamiento y su conexión la cual se indica en la Fig. 27, en donde se muestra cómo van conectados cada uno de sus pines, para su funcionamiento es necesario utilizar una resistencia pull – up de  $10k\Omega$  que se ubica entre VCC y el pin de salida de datos lo que permite mantener la señal en modo ALTO.



**Fig. 27** Esquema eléctrico de conexión del sensor DTH22 al Arduino

**Elaborado por:** Los Investigadores

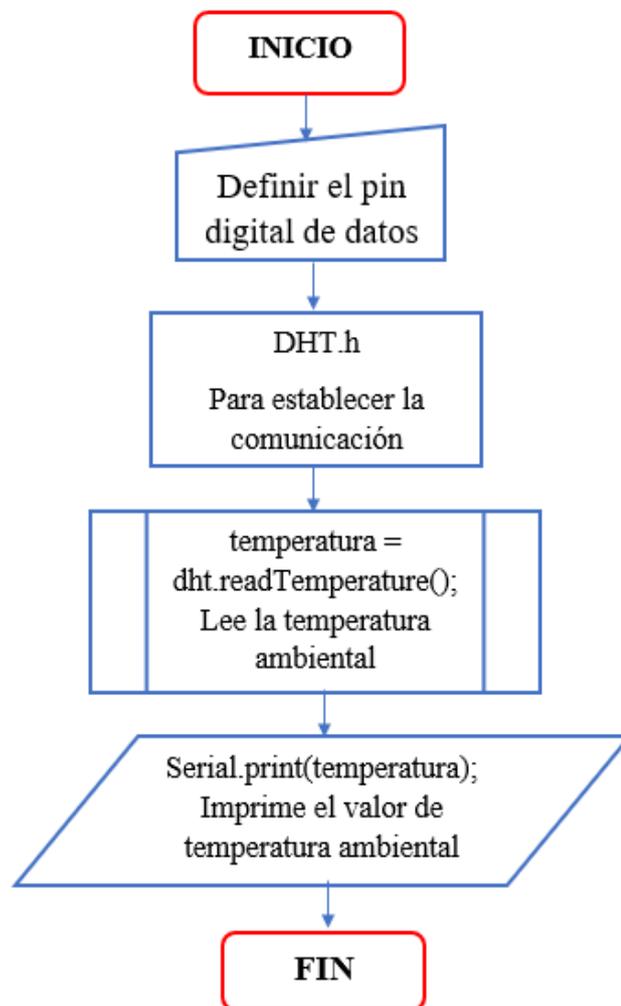
Para su programación se realiza una función donde se hace uso de la librería “<DHT.h>”, facilitando la obtención de los datos, las líneas de programación de utilizadas para la adquisición de las señales de temperatura ambiental y humedad se muestran en la Fig. 28, así como también el procedimiento realizado se presentan

mediante el diagrama de flujo de temperatura ambiental en la Fig. 29 y Fig. 30 la Humedad.

```
void temp() {  
    humedad = dht.readHumidity(); // lee la humedad  
    temperatura = dht.readTemperature(); // lee la temperatura  
}
```

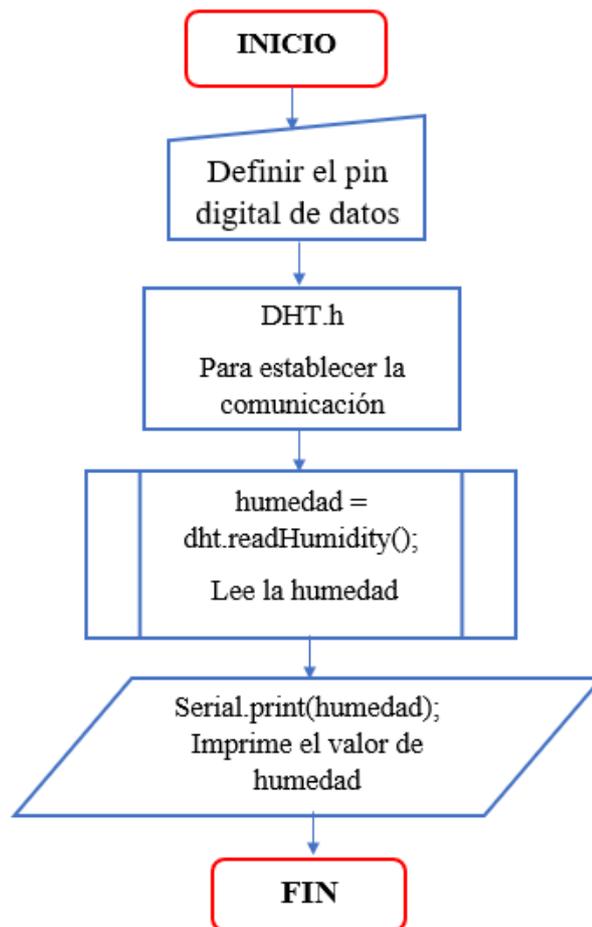
**Fig. 28** Función para la obtención numérica de la Temperatura y Humedad Ambiental

**Elaborado por:** Los Investigadores



**Fig. 29** Diagrama de Flujo Temperatura Ambiental

**Elaborado por:** Los Investigadores



**Fig. 30** Diagrama de Flujo Humedad

**Elaborado por:** Los Investigadores

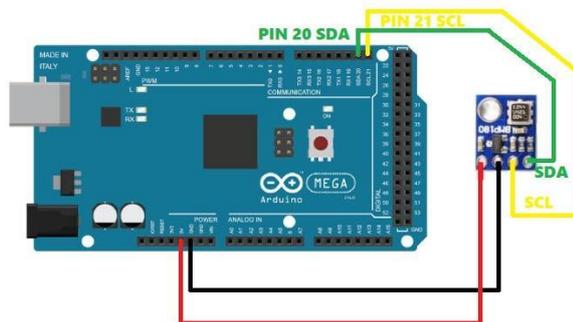
### Sensor BMP180 – Presión Atmosférica

El sensor BMP180 es un sensor de presión atmosférica que está ligado directamente con la altura mide la presión absoluta de su entorno, su alto rendimiento permite que pueda ser utilizado en teléfonos inteligentes, dispositivos móviles y deportivos, trae mejoras en cuanto a su versión anterior como la expansión de interfaces y el tamaño reducido, consta de 4 pines que corresponden al voltaje de entrada, conexión a GND, SCL y SDA que permiten transmitir y leer los datos, en la Fig. 31 se puede observar su distribución [50].



**Fig. 31** Distribución de pines BMP180 [50]

Su compatibilidad con Arduino permite que con la utilización de librerías haga eficiente su funcionamiento y se ha utilizado “<SFE\_BMP180.h>”, para la conexión con el microcontrolador es necesario utilizar resistencias pull – up de 4.7kΩ que se encuentran ubicados entre los pines SCL – Vcc y SDA – Vcc, lo que asegurara tener en todo momento una señal ALTA, hasta cuando haya una interrupción de alguna pulsación, en la Fig. 32 se puede observar la interconexión del sensor con el microcontrolador.



**Fig. 32** Esquema eléctrico de conexión del sensor BMP180 al Arduino

**Elaborado por:** Los Investigadores

El proceso de adquisición de esta variable se muestra mediante el diagrama de flujo de la Fig. 34, así como también se ha establecido una función para la configuración del sensor y la obtención del valor numérico en la Fig. 33 se muestra tal proceso y las operaciones utilizadas para adquirir los valores de altitud sobre el nivel mar.

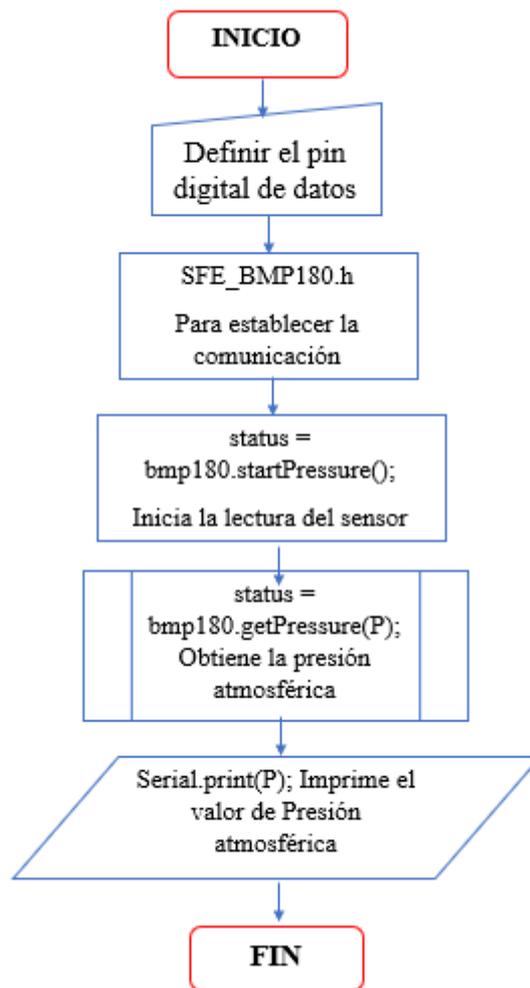
```

void altura(){
  char status;
  double PresionNivelMar=1013.25; //presion sobre el nivel del mar en mbar
  if (status != 0){
    delay(status); //Pausa para que finalice la lectura
    if (status != 0){
      status = bmp180.startPressure(3); //Inicio lectura de presión
      if (status != 0){
        delay(status); //Pausa para que finalice la lectura
        status = bmp180.getPressure(P); //Obtenemos la presión
        if (status != 0){
          Serial.print("Presion: ");
          Serial.print(P);
          Serial.print(" mb , ");
          //-----Calculamos la altitud-----
          A= bmp180.altitude(P, PresionNivelMar);
          Serial.print("Altitud: ");
          Serial.print(A);
          Serial.println(" m s.n.m.");
        }
      }
    }
  }
}

```

**Fig. 33** Función para la obtención numérica de la Presión Atmosférica

**Elaborado por:** Los Investigadores

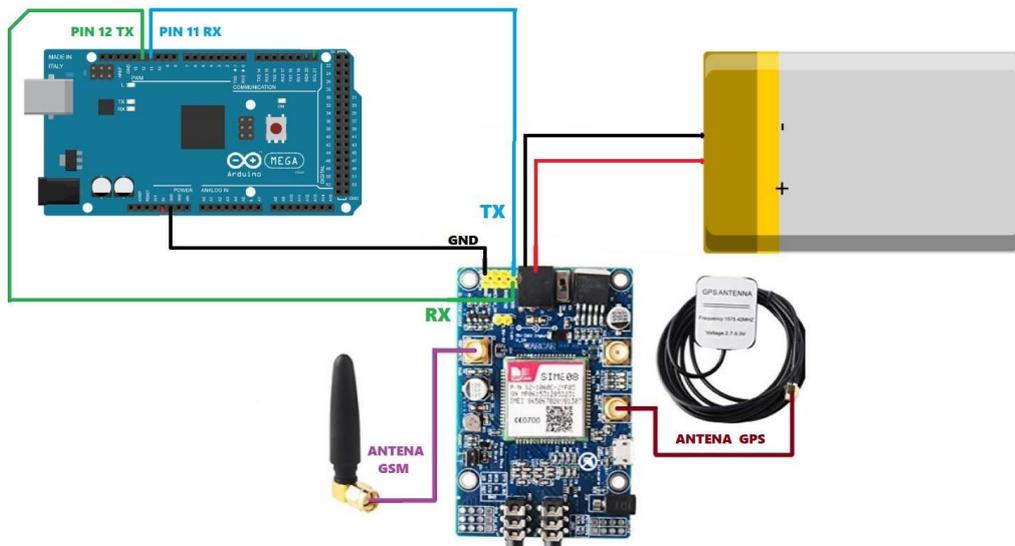


**Fig. 34** Diagrama de Flujo Presión Atmosférica

**Elaborado por:** Los Investigadores

### **SIM808 – Posicionamiento Global**

El SIM808 es un módulo que ofrece las funciones de GSM y GPS, trabaja en la banda cuádruple GSM/GPRS, para la navegación por satélite combina la tecnología GPS, compatible con Arduino permite que sea controlado mediante comandos AT a través de UART con niveles lógicos de 3.3 a 5V, su consumo de energía en modo suspensión es bajo lo que acepta que su control de carga se haga para batería de iones de litio, sus aplicaciones son utilizadas en el monitoreo remoto, rastreo de vehículos y dispositivos móviles, su distribución de pines se muestra en la Fig. 35 así como también su conexión con Arduino [51].



**Fig. 35** Distribución de pines y conexión con Arduino del SIM808 [51]

En la Fig. 37 se da a conocer el procedimiento de adquisición de las variables de longitud y latitud mediante un diagrama de flujo donde se explica las condiciones para su procesamiento, para lo cual se hizo uso de la librería “<DFRobot\_sim808.h>”, la función utilizada para su programación en Arduino se observa en la Fig. 36.

```

void gps () {
mySerial.println("AT+CGPSOUT=32");
while (!sim808.getGPS());
mySerial.println("AT+CGPSOUT=0");
float la = sim808.GPSdata.lat;
float lo = sim808.GPSdata.lon;
dtostrf(la, 4, 6, lat);
dtostrf(lo, 4, 6, lon);
}

```

**Fig. 36** Función para la adquisición numérica de latitud y longitud

**Elaborado por:** Los Investigadores

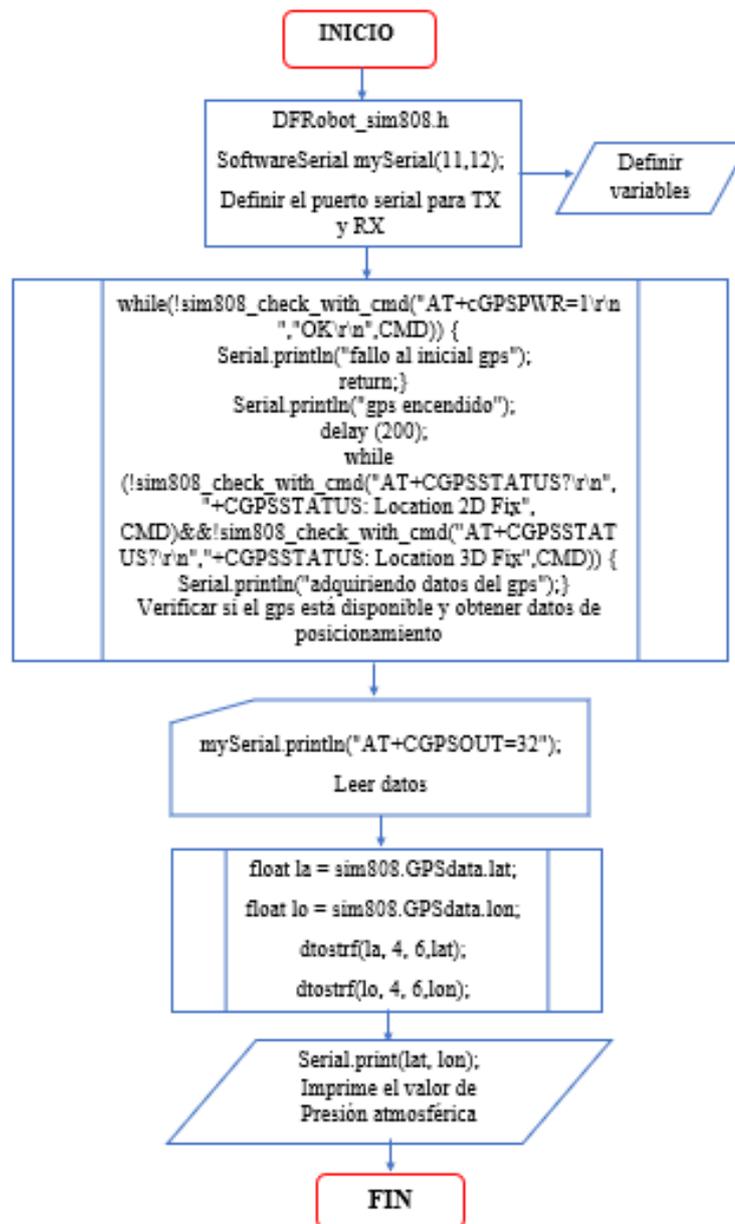


Fig. 37 Diagrama de Flujo para el posicionamiento global

Elaborado por: Los Investigadores

### Botón de alerta – Emergencia

El botón de alerta – emergencia es programado como una resistencia pull – up lo que permite que cuando no esté pulsado envíe un “1” lógico y cuando se pulse envíe un “0” lógico, esta alerta consiste en enviar un mensaje de texto a un usuario asignado mediante tecnología GSM con los datos de su posicionamiento si el practicante de senderismo lo requiere. En la Fig. 38 se da a conocer la programación en Arduino para la alerta de emergencia, la que se realizó mediante una función.

```

void SMSemerg(){
  gps();
  digitalWrite(28, HIGH);          //indicador led emergencia
  Serial.println("enviando mensaje emergencia ....");
  Serial.println(phone);
  delay(200);
  mySerial.println("AT+CGPSOUT=32");
  while (!sim808.getGPS());
  mySerial.println("AT+CGPSOUT=0");
  float la = sim808.GPSdata.lat;
  float lo = sim808.GPSdata.lon;
  dtostrf(la, 4, 6, lat);
  dtostrf(lo, 4, 6, lon);
  sprintf(EMERGENCIA, "***SENDERISTA EN PELIGRO** \n: \nhttp:
  //maps.google.com/maps?q=%s,%s\n", lat, lon);
  sim808.sendSMS(phone, EMERGENCIA);
}

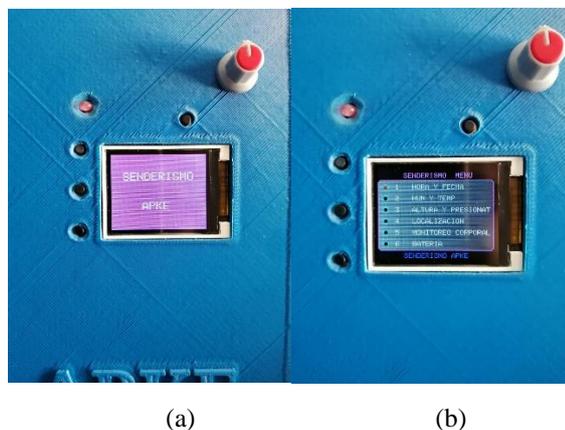
```

**Fig. 38** Función para el Botón de Emergencia

**Elaborado por:** Los Investigadores

## b) Visualización de datos – HMI

El dispositivo receptor cuenta también con una pantalla 1.8 TFT SPI 128\*160, la que permite la visualización, monitoreo de las variables vitales, de entorno y posicionamiento global del practicante de senderismo, diseñada y programada mediante comandos de Arduino, su pantalla principal se observa en la Fig. 39.

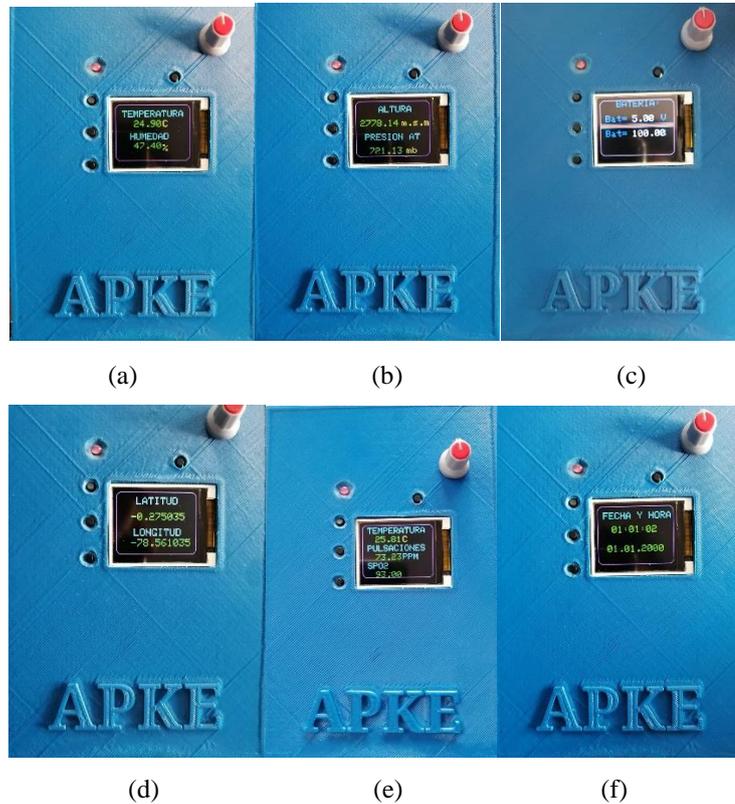


**Fig. 39** Pantalla de Visualización del HMI. (a) Pantalla Inicio, (b) Pantalla Menú

**Elaborado por:** Los Investigadores

Para la programación y adquisición de los valores hacia la pantalla se realizó con la ayuda de la librería “<Adafruit\_ST7735.h>” mediante tecnología SPI haciendo uso para su comunicación los pines SCK=52, SDA=51, así como también en el Anexo B se muestra el proceso realizado para el diseño y adquisición de los valores de las variables de la HMI, en donde se separó los valores mediante un menú que se observar

en la Fig.39 (b), en la que sus opciones son hora, fecha, temperatura ambiental, altura, presión atmosférica, localización, monitoreo corporal y batería, que corresponden respectivamente a cada una de las variables de monitoreo ambiental, vital y posicionamiento global, sus pantallas se pueden observar en la Fig. 40.



**Fig. 40** Pantallas de cada opción del menú. (a) Pantalla Temperatura y Humedad Ambiental, (b) Pantalla Altura y Presión Atmosférica, (c) Pantalla Batería, (d) Pantalla Latitud y Longitud, (e) Pantalla Temperatura Corporal, Pulsaciones y SPO2, (f) Pantalla Fecha y hora

**Elaborado por:** Los Investigadores

### c) Alertas programadas con las variables vitales

Los rangos establecidos anteriormente para las variables vitales permitieron realizar la programación de las alertas, así como en el botón de emergencia, estas alertas enviarán un mensaje de texto al destinatario establecido si surge una alteración en los valores predeterminados, para esta acción se hará uso del SIM808 ya que cuenta con tecnología GSM.

La configuración para el envío de estas alertas se realizaron mediante programación Arduino, en la Fig. 41 se da a conocer los condicionales utilizados.

```

if (spo2<90){
  SMSemerg2();
}
if(pulso>130||pulso<40){
  SMSemerg2();
}
if (tcorporal>39.4||tcorporal<36.5){
  SMSemerg2();
}
}

```

**Fig. 41** Programación realizada para el envío de alertas con el SIM808

**Elaborado por:** Los Investigadores

#### d) Tecnología de comunicación

La tecnología utilizada en el dispositivo dos se lo realiza mediante Bluetooth, lo que permite el intercambio de información con el dispositivo uno, una vez recolectada todas las variables de entorno, vitales y posicionamiento global, permite la visualización en la pantalla HMI para posterior su envío hacia el servidor web lo que permitirá el monitoreo, en la Fig. 42 se muestra el código de configuración AT del bluetooth esclavo donde se configuran el nombre, contraseña y velocidad para su autenticación con el maestro.

```

const int LED = 13;
const int BTPWR = 12;

char nombreBT[10] = "SENDERISMO_";
char velocidad = '4'; //9600
char pin [5] = "5555";
void setup(){
  pinMode(LED, OUTPUT);
  pinMode(BTPWR, OUTPUT);
  digitalWrite(LED, LOW);
  digitalWrite(BTPWR, HIGH);
  Serial.begin(9600);
  Serial.print("AT");
  delay(1000);
  Serial.print("AT+NAME");
  Serial.print(nombreBT);
  delay(1000);
  Serial.print("AT+BAUD");
  Serial.print(velocidad);
  delay(1000);
  Serial.print("AT+PIN");
  Serial.print(pin);
  delay(1000);
  digitalWrite(LED, HIGH);
}
void loop(){
|
}

```

**Fig. 42** Función para configuración AT del bluetooth esclavo

**Realizado por:** Los Investigadores

### e) Transmisión de datos hacia el servidor web

Una vez recolectada y sincronizada la información de las variables de entorno, vitales y de posicionamiento global, se procede a la transmisión de los datos hacia el servidor web, tal acción se efectúa mediante tecnología GRPS que proporciona el módulo SIM808, para lo cual se han utilizado librerías y líneas de programación en Arduino, las que se pueden observar en la Fig. 43.

```
mySerial.println("AT+HTTPIPINIT");
delay(100);
toSerial();
mySerial.println("AT+HTTTPARA=\"URL\", \"senderismoapo.atwebpages.com
/ingresdatos.php?temperatura="+String(temperatura+0.5)+"&humedad="+
String(humedad)+"&altura="+String(A)+"&lon="+String(lon)+"&lat="+
String(lat)+"&spo2="+String(spo2)+"&pulsos="+String(pulso)+"&temp="+
String(tc corporal)+"&hora="+String(rtc.getTimeStr())+"&fecha="+
String(rtc.getDateStr())+String("\n"));
delay(1000);
toSerial();
mySerial.println("AT+HTTTPACTION=0");// 0 = GET, 1 = POST, 2 = HEAD
delay(100);
```

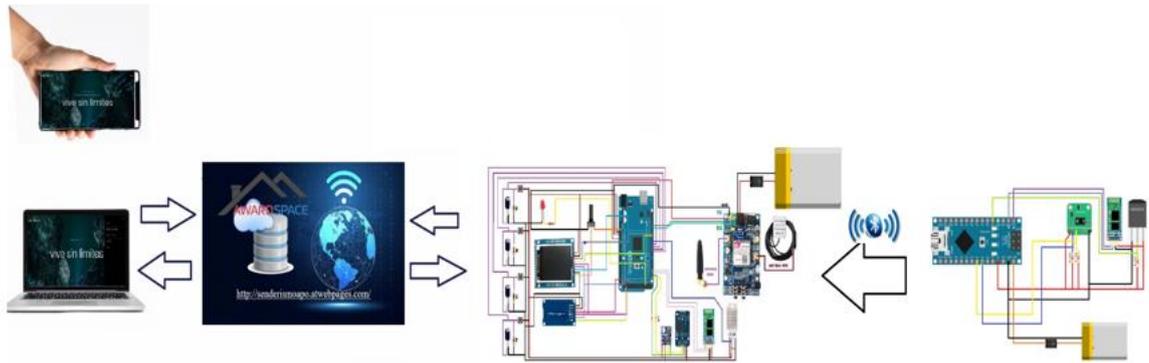
**Fig. 43** Programación del módulo SIM808 para el envío de datos hacia el servidor web

**Realizado por:** Los Investigadores

### 2.3.3 Servidor Web

El hosting es el encargado de la recolección y almacenamiento de las variables de entorno, vitales y posicionamiento global, para lo cual se sigue el esquema de la Fig. 44, donde se representa la conexión sus elementos.

Su objetivo es la admisión de información enviada por el dispositivo dos mediante tecnología GPRS, la que es almacenada, clasificada en tres apartados para poder distinguir las variables de entorno, vitales y posicionamiento global para el sistema de monitoreo del practicante de senderismo, lo que permitirá poder observar de manera continua el estado de sus signos vitales, variables ambientales y su posición exacta sin que el deportista haya activado alguna de las alertas programadas, para lo cual se realizó una base de datos en phpMyAdmin, para la visualización se creó una página web, la que proporciona que cualquier persona tenga acceso a la información.

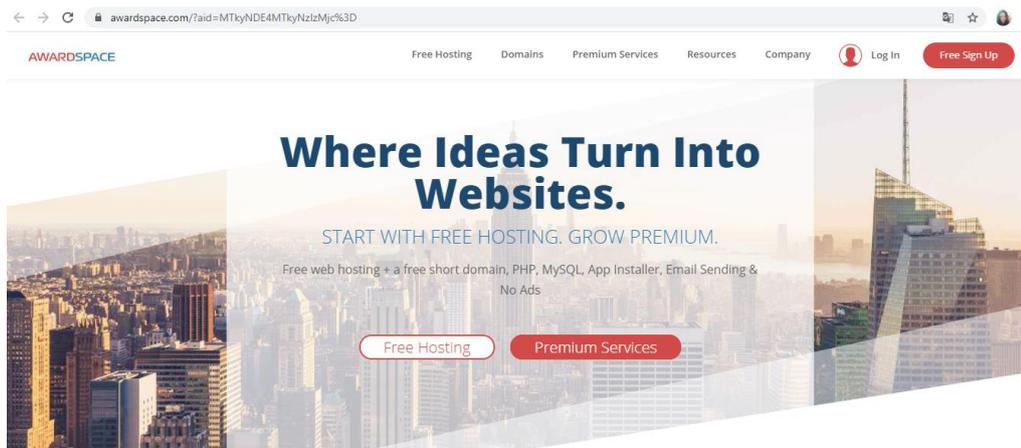


**Fig. 44** Esquema de conexión de servidor web

**Realizado por:** Los Investigadores

### a) Registro e ingreso al Hosting (AwardSpace)

Para el hosting se realizó en Awardspace ya que es un proveedor gratuito, ofreciendo alojamiento web y un dominio con 100MB de espacio en disco duro y 5GB de ancho de banda, su página principal se presenta en la Fig. 45.



**Fig. 45** Página principal de AwardSpace [52]

Para realizar el registro y crear una cuenta en AwardSpace se hizo uso de un correo en Gmail dando clic en la opción Free Sing Up, la que se encuentra en la pantalla principal, se debe seleccionar trabajar con Google que se observa en la Fig. 46, una vez hecho el registro se debe ingresar al correo para la confirmación de la cuenta de AwardSpace, la pantalla que presenta es la de Panel de Control que muestra en la Fig. 47, donde se tiene opciones como la de alojamiento en la que se pueden gestionar y crear las bases de datos requeridas, así como también la creación de un dominio para la página web de monitoreo de las variables.

# JOIN THE #1 FREE HOSTING SERVICE.

♥ IN LOVE WITH 2.5 MILLION CLIENTS AND COUNTING.

Join for free with Facebook, Google



Fig. 46 Selección de la cuenta para AwardSpace [52]



Fig. 47 Panel de Control de AwardSpace [52]

AwardSpace detalla también las características de alojamiento que proporciona para la utilización de la creación de la base de datos, dominios, subdominios y pagina web, para el proyecto de investigación lo que se observa en la Fig. 48

| Características del Alojamiento |                     |                               |
|---------------------------------|---------------------|-------------------------------|
| Servicios                       | Estado              | Acción                        |
| Límite de tamaño de archivo     | 15 MIB              | <a href="#">Eliminar</a>      |
| SMTP                            | ACTIVADO            |                               |
| Versión PHP                     | 7.3.20              | <a href="#">Cambiar</a>       |
| Información PHP                 | <a href="#">Ver</a> | <a href="#">¿Qué es esto?</a> |
| Versión MySQL                   | 5.7                 |                               |
| Servidores de nombres (NS)      | <a href="#">Ver</a> | <a href="#">¿Qué es esto?</a> |
| Rutas del sistema               | <a href="#">Ver</a> |                               |
| Opciones del Firewall           | <a href="#">Ver</a> |                               |

Fig. 48 Características de alojamiento de AwardSpace [52]

En la Fig. 48 se detalla las estadísticas de alojamiento que se ha utilizado para el proyecto de investigación, en el cual se detalla el espacio de disco utilizado, cuantos dominio y subdominios que se han creado, así como también las bases de datos.

| Estadísticas de alojamiento                 |                  |            |
|---|------------------|------------|
| ID Cliente 3479594                          |                  |            |
| FREE Web <a href="#">Actualizar/Renovar</a> |                  |            |
| Vencimiento de la cuenta                    | Nunca            |            |
| Servicios                                   | Total Disponible | Utilizado  |
| Espacio en disco                            | 1 GiB            | 5.64 MiB   |
| Tráfico                                     | 5 GiB            | 268.05 MiB |
| Dominios                                    | 1                | 0          |
| Subdominios                                 | 3                | 1          |
| Base de Datos MySQL                         | 1                | 1          |
| Base de Datos PostgreSQL                    | 0                | 0          |
| Correos                                     | 1                | 0          |

**Fig. 49** Estadísticas de alojamiento de la cuenta de hosting [52]

Las estadísticas mostradas en la Fig. 49 corresponden a la base de datos en phpMyAdmin para almacenar los valores de los sensores y el dominio creado para la identificación de la página web, el que corresponde a [senderismoapo.atwebpages.com](http://senderismoapo.atwebpages.com)

#### b) Creación de la base de datos

Para la creación de la base de datos se ha hecho uso de uno de los recursos que nos proporciona AwardSpace, lo que permitió almacenar constantemente los valores de cada uno de los sensores. Ingresando a phpMyAdmin se ha creado una base de datos denominada “3479594\_apo” y una tabla llamada “datos” en donde se agregaron once variables las que se detallan a continuación:

- id
- hora
- fecha
- sensor1 (temperatura ambiental)
- sensor2 (humedad)
- sensor3 (altura)
- sensor4 (longitud)

- sensor5 (latitud)
- sensor6 (oxigenación de la sangre)
- sensor7 (frecuencia cardiaca)
- sensor8 (temperatura corporal)

En donde “id” corresponde a la identidad de cada dato que se ingresa en la tabla, la “hora” y “fecha” son variables que se adicionaron para conocer el momento preciso en el cual se agregaron a la base de datos, las demás corresponden a cada uno de los valores de monitoreo ambiental, vital y posicionamiento global, todas declaradas con tipo de datos varchar (25) que admiten caracteres con una longitud de 25. En la Fig. 50 se puede observar con más detalle la base de datos del servidor creado para el proyecto de investigación.

| #  | Nombre  | Tipo        | Cotejamiento      | Atributos | Nulo | Predeterminado | Comentarios | Extra          | Acción                              |
|----|---------|-------------|-------------------|-----------|------|----------------|-------------|----------------|-------------------------------------|
| 1  | id      | tinyint(25) |                   |           | No   | Ninguna        |             | AUTO_INCREMENT | Cambiar Eliminar Primaria Único Más |
| 2  | hora    | varchar(25) | latin1_swedish_ci |           | No   | Ninguna        |             |                | Cambiar Eliminar Primaria Único Más |
| 3  | fecha   | varchar(50) | latin1_swedish_ci |           | No   | Ninguna        |             |                | Cambiar Eliminar Primaria Único Más |
| 4  | sensor1 | varchar(25) | latin1_swedish_ci |           | No   | Ninguna        |             |                | Cambiar Eliminar Primaria Único Más |
| 5  | sensor2 | varchar(25) | latin1_swedish_ci |           | No   | Ninguna        |             |                | Cambiar Eliminar Primaria Único Más |
| 6  | sensor3 | varchar(25) | latin1_swedish_ci |           | No   | Ninguna        |             |                | Cambiar Eliminar Primaria Único Más |
| 7  | sensor4 | varchar(25) | latin1_swedish_ci |           | No   | Ninguna        |             |                | Cambiar Eliminar Primaria Único Más |
| 8  | sensor5 | varchar(25) | latin1_swedish_ci |           | No   | Ninguna        |             |                | Cambiar Eliminar Primaria Único Más |
| 9  | sensor6 | varchar(25) | latin1_swedish_ci |           | No   | Ninguna        |             |                | Cambiar Eliminar Primaria Único Más |
| 10 | sensor7 | varchar(25) | latin1_swedish_ci |           | No   | Ninguna        |             |                | Cambiar Eliminar Primaria Único Más |
| 11 | sensor8 | varchar(25) | latin1_swedish_ci |           | No   | Ninguna        |             |                | Cambiar Eliminar Primaria Único Más |

**Fig. 50** Estructura de la base de datos del servidor

**Elaborado por:** Los Investigadores

Seguidamente, se realizó la conexión para la adquisición de los datos de los sensores para que la información sea almacenada en el servidor web. Para el cumplimiento de esta actividad, se realizó la programación en lenguaje PHP que permite la conexión con la base de datos, lo cual se muestra en la Fig. 51 el archivo creado para esta acción se denominó “conexión.php”, su código fuente se encuentra en el Anexo C.

```
<?php
$conexion = mysqli_connect( "fdb24.awardspace.net" ,"3479594_apo","0033193pimosandy","3479594_apo");

$conexion -> set_charset("utf8");
if (mysqli_connect_error()) /*SI NO SE CONECTA SE IMPRIME FALLO DE CONEXIÓN*/
{
echo "FALLO EN LA CONEXIÓN CON MySQL: " . mysqli_connect_error();
}
return $conexion; /*SE INTENTA NUEVAMENTE CONECTARSE CON LA BASE DE DATOS*/
?>
```

**Fig. 51** Archivo de conexión del módulo SIM808 con la base de datos

**Elaborado por:** Los Investigadores

Para que el servidor web reciba la información emitida por el módulo SIM808, se realizó un archivo denominado “ingresdatos.php”, el que cumple con la función de consulta SQL lo que permite ingresar los valores en la base de datos utilizando el método GET. En la Fig. 52 se visualiza el código fuente para el archivo creado y se encuentra en el Anexo D.

```
<?php
include("conexion.php"); /*SE INCLUYE DE FORMA GLOBAL EL ARCHIVO CONEXIÓN.PHP*/
global $conexion;

$hora = $_GET ['hora'];
$fecha = $_GET ['fecha'];
$sensor1 = $_GET ['temperatura'];
$sensor2= $_GET ['humedad'];
$sensor3 = $_GET ['altura'];
$sensor4 = $_GET ['lon'];
$sensor5= $_GET ['lat'];
$sensor6 = $_GET ['spo2'];
$sensor7 = $_GET ['pulsos'];
$sensor8 = $_GET ['temp'];
/*CONSULTA A LA BASE DE DATOS PARA INGRESAR LA INFORMACIÓN*/

$query="INSERT INTO datos (hora,fecha,sensor1,sensor2,sensor3,
sensor4,sensor5,sensor6,sensor7,sensor8)
VALUES ('$hora','$fecha','$sensor1','$sensor2','$sensor3','$sensor4','$sensor5','$sensor6','$sensor7','$sensor8')";
$resultado = $conexion->query($query);
if($resultado){
}else{
    echo "inserccion no exitosa";
}
?>
```

**Fig. 52** Archivo de conexión de la base de datos con la página web  
**Elaborado por:** Los Investigadores

### c) Creación de la Pagina Web

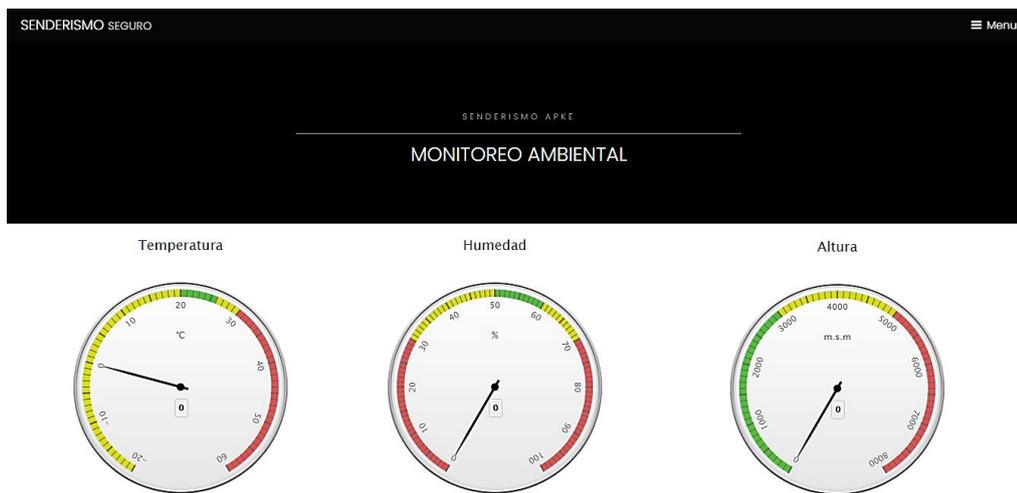
El desarrollo de la página web se realizó para que el usuario tenga un monitoreo constante de las variables vitales, de entorno y su posición exacta. Una vez adquirido el hosting, dominio y base de datos ya configurados, se procede al diseño de la página web para lo cual se hizo uso de una plantilla e imágenes ya diseñadas citadas en [53], y se creó un archivo “index.html”, hay que tener en cuenta que el servidor busca por defecto este tipo de archivo para que pueda ser mostrado cuando se ingrese el dominio senderismoapo.atwebpages.com, en cualquier navegador. Para la página principal del sitio web se ha creado un código basado en HTML mostrado en el Anexo E y su diseño se puede visualizar en la Fig. 53.



**Fig. 53** Página principal del sitio web

**Elaborado por:** Los Investigadores

En la página principal se puede encontrar un “Menu” en el que se observan las opciones de Monitoreo Ambiental que al ingresar se pueden visualizar los últimos valores adquiridos de temperatura ambiental, humedad y altura, mediante Highcharts para lo que se requiere el archivo “data.php” el que permite extraer los valores de la base de datos, así como también para su visualización en la página web se creó un archivo denominado “graficas.php”, tales archivos se pueden observar en el Anexo F y H. En la Fig. 54 se muestra las imágenes del monitoreo ambiental.

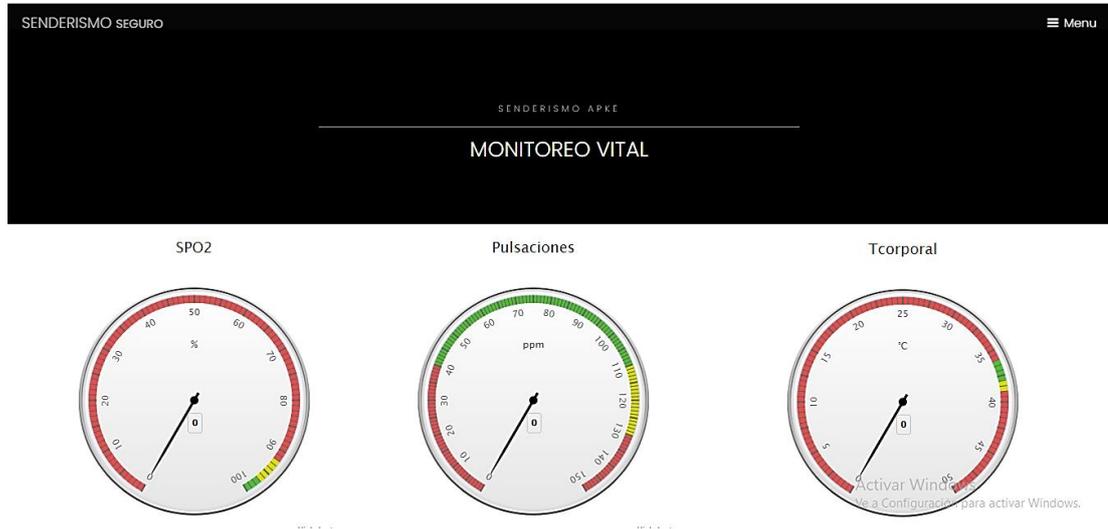


**Fig. 54** Página de Monitoreo Ambiental

**Elaborado por:** Los Investigadores

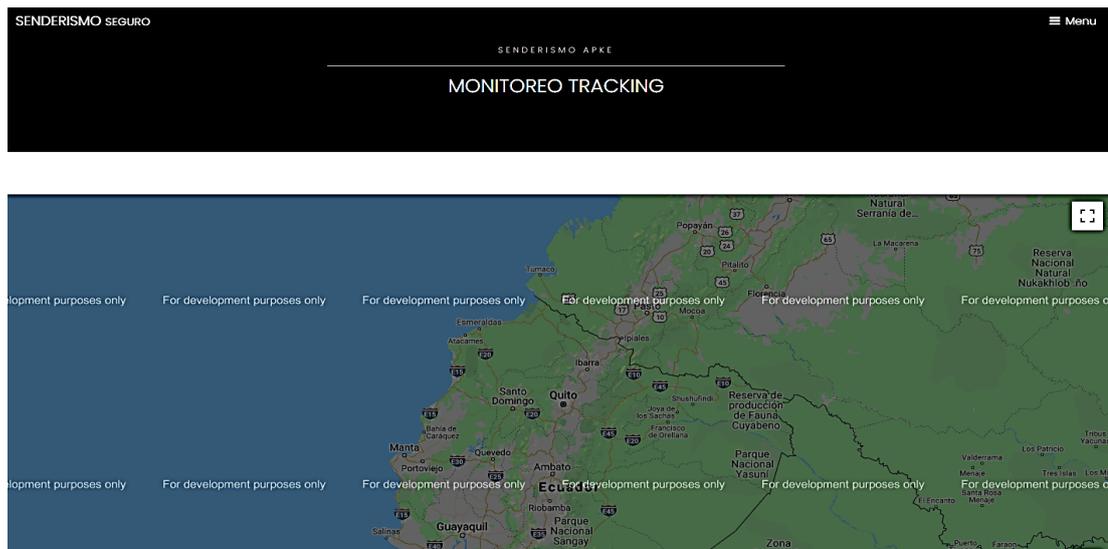
La otra opción es la de monitoreo vital, de igual manera se muestran los últimos valores tomados de la base datos de variables de oxigenación de la sangre, pulsación cardiaca y temperatura corporal, representadas mediante Highcharts, para la adquisición de los

datos requeridos se creó el archivo “data.php” y su visualización “graficas2.php”, tales archivos se encuentran en el Anexo G y H, en la Fig. 55 se observa la página de monitoreo vital.



**Fig. 55** Página de Monitoreo Vital  
**Elaborado por:** Los Investigadores

Posterior la siguiente opción es la de tracking en el que se observa la ruta recorrida por el practicante senderismo y su posición exacta, para realizar esta acción se realizó un archivo php denominado “mapear.php”, su archivo se encuentra en el Anexo I, cumple con la función de visualizar la hora, fecha, latitud, longitud y la última posición.



**Fig. 56** Página de Tracking  
**Elaborado por:** Los Investigadores

A continuación, se encuentra la opción de tabla en la cual se visualizan todos los valores de monitoreo ambiental, vital, adicionalmente la hora, fecha, longitud y la latitud del practicante de senderismo, para lo cual se realizó el archivo “tabla.php”, la tabla realizada se muestra en la Fig. 57 y el archivo creado se pueden observar en el Anexo J.

| ID | Hora | Fecha | Temperatura[°C] | Humedad[%] | Altura[m.s.m] | Longitud | Latitud | Spo2 | pulso | Temp Corporal |
|----|------|-------|-----------------|------------|---------------|----------|---------|------|-------|---------------|
| 1  |      |       |                 |            |               |          |         |      |       |               |
| 2  |      |       |                 |            |               |          |         |      |       |               |

**Fig. 57** Página de Tabla

**Elaborado por:** Los Investigadores

Por último, existe la opción de histogramas en la cual se pueden observar el resumen del historial de todos los valores obtenidos para el monitoreo ambiental, vital y posicionamiento del practicante de senderismo, para lo cual se realizó el archivo “histogramas.php”, el diseño mostrado se muestra en la Fig. 58 y el archivo creado se pueden observar en el Anexo K.



**Fig. 58** Página de Histogramas

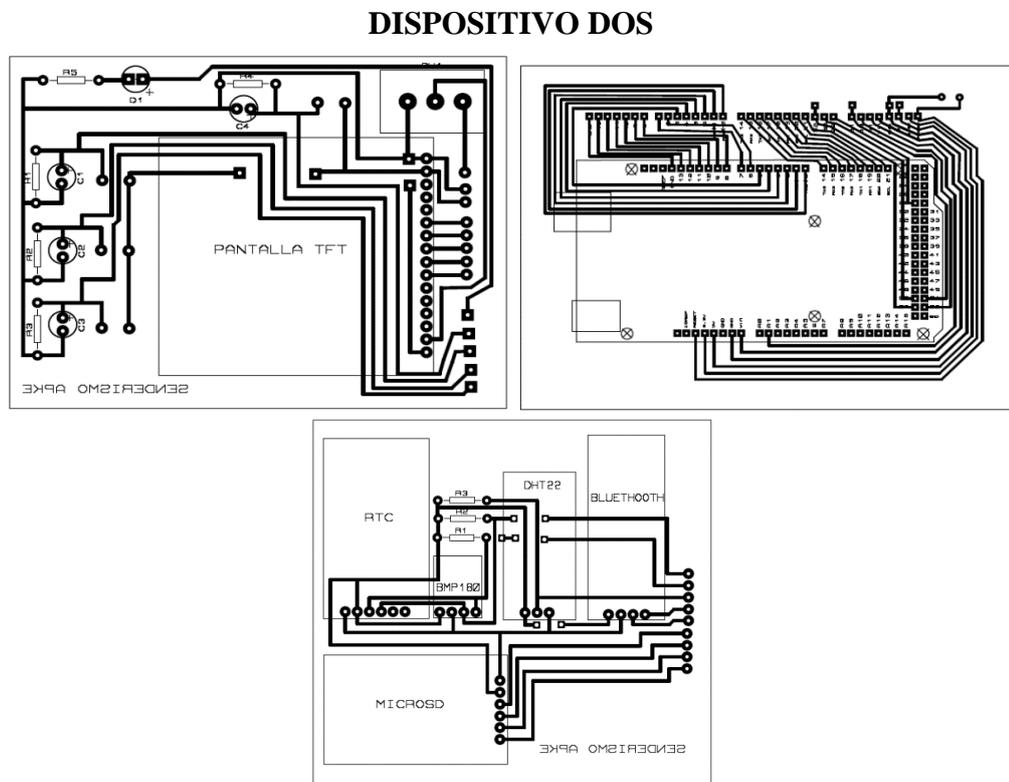
**Elaborado por:** Los Investigadores

## 2.4 Implementación del Prototipo

Para la implementación del prototipo del sistema de tracking con monitoreo vital y de entorno, se efectuó tomando en cuenta que debe evitar inconvenientes para el practicante al momento de realizar el senderismo, ya que para la obtención de los signos vitales los sensores deben tener contacto directo con el deportista, por esta razón se ubica en la muñeca de la mano y en el dedo índice del practicante, para las variables ambientales, posicionamiento global, transmisión de los valores hacia la base de datos se ha considerado la indumentaria como es la mochila y un guante

### a) Diseño y circuito impreso de la placa electrónica

Los diagramas para las placas electrónicas se realizaron mediante el software Proteus, ya que permite la simulación y diseño de conexión cada uno de los dispositivos utilizados para los prototipos, en la Fig. 59 se detalla el diseño de los circuitos del dispositivo dos el que consta de tres placas y en la Fig. 60 se observa el diseño del dispositivo uno que cuenta con una placa, el cual se realizó del menor tamaño posible para evitar molestias al deportista.



**Fig. 59** Diseño de las placas electrónicas dispositivo dos

**Elaborado por:** Los Investigadores

## DISPOSITIVO UNO

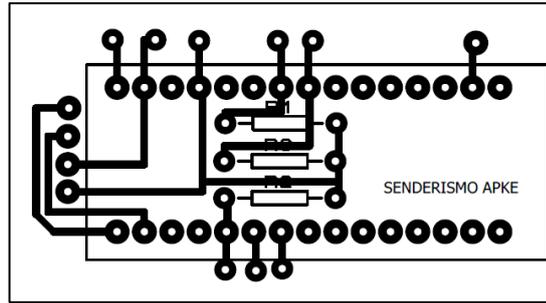


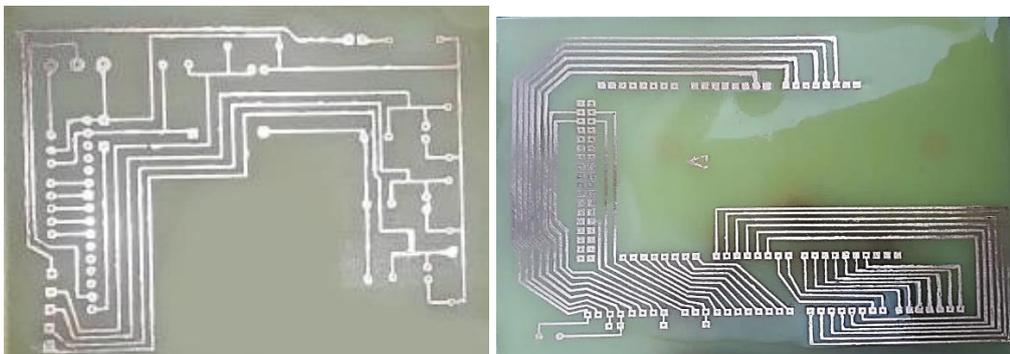
Fig. 60 Diseño de la placa electrónica dispositivo uno

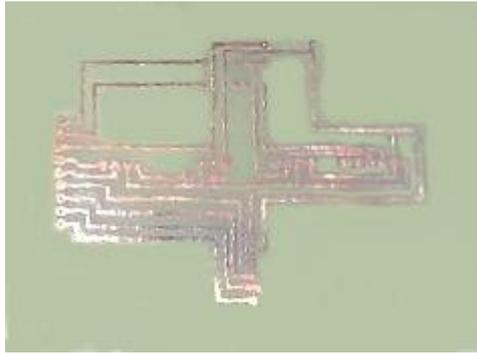
Elaborado por: Los Investigadores

Para la obtención de las placas electrónicas se procede a realizar el siguiente procedimiento:

Una vez diseñados los diagramas para las placas electrónicas se procede a realizar las impresiones en papel fotográfico en una impresora a láser, esta impresión debe ser trasladada a la placa de fibra de vidrio la que debe ser limpiada para evitar que tenga alguna impureza, después de realizar este procedimiento se debe colocar la impresión sobre la parte de cobre de la placa, plancharla alrededor de 5 a 10 min y colocarla en agua hasta que se despegue el papel. Luego de realizar este procedimiento se debe revisar que las líneas de conexión se encuentren completas, si existe alguna falla de conexión se procede a corregir, posteriormente a esto se colocan dentro un recipiente con agua caliente y cloruro férrico en un tiempo aproximado de 30min este tiempo depende del tamaño de cada placa, este paso permite disolver el cobre que no es necesario, en la Fig. 61 y Fig. 62 se puede observar el resultado final de las placas electrónicas.

## DISPOSITIVO DOS





**Fig. 61** Placas Electrónicas del dispositivo dos

**Realizado por:** Los Investigadores

### DISPOSITIVO UNO

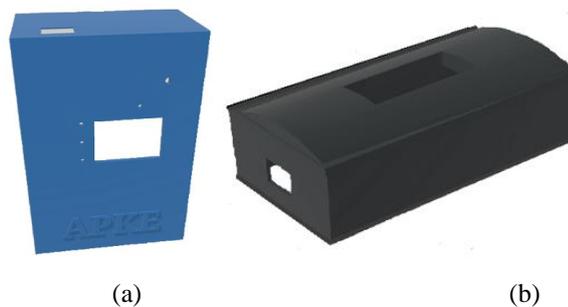


**Fig. 62** Placa Electrónica del dispositivo uno

**Realizado por:** Los Investigadores

#### b) Diseño y construcción de las estructuras del prototipo

El diseño de las estructuras se realizó en el software Autodesk Fusion 360 considerando que deben ejecutarse de manera estratégica para evitar molestias al practicante al realizar el senderismo, el software permitió establecer las medidas de altura, largo y ancho para colocar las placas de cada uno de los dispositivos los planos del dispositivo uno y dos se encuentran en el Anexo M y N respectivamente, en la Fig. 63 se puede observar los diseños efectuados y su construcción se presenta en la Fig. 64.



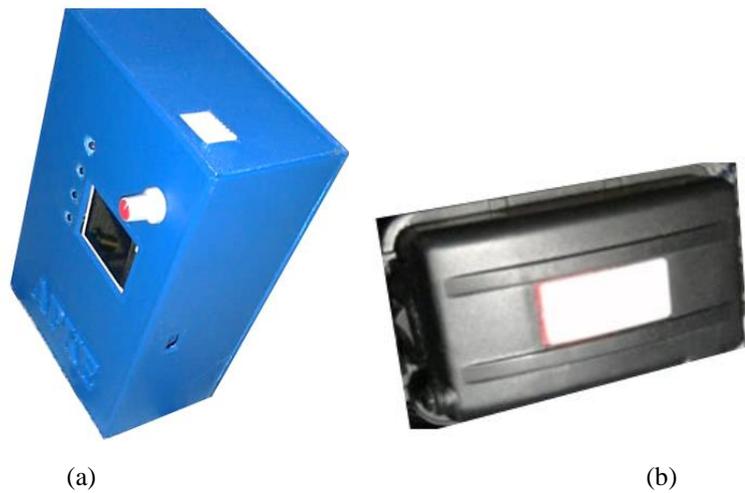
(a)

(b)

**Fig. 63** Diseño de la estructura en el software Autodesk Fusion 360. (a) Diseño dispositivo dos, (b)

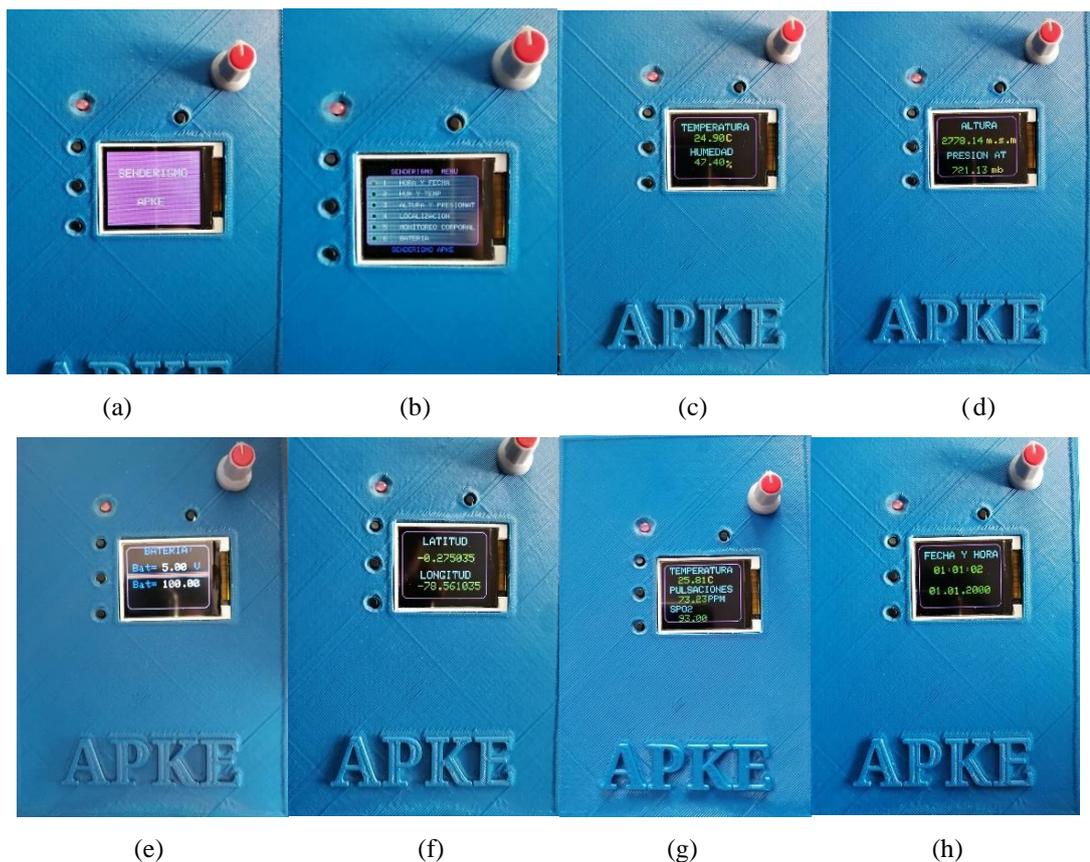
Diseño dispositivo uno

**Realizado por:** Los Investigadores



**Fig. 64** Construcción de la estructura. (a) Dispositivo dos, (b) Dispositivo uno  
**Realizado por:** Los Investigadores

Por último, en la Fig. 65 se puede observar la pantalla HMI del dispositivo dos en funcionamiento.



**Fig. 65** Pantalla HMI del dispositivo en funcionamiento. (a) Pantalla Inicio, (b) Pantalla Menú, (c) Pantalla Temperatura y Humedad Ambiental, (d) Pantalla Altura y Presión Atmosférica, (e) Pantalla Batería, (f) Pantalla Latitud y Longitud, (g) Pantalla Temperatura y (h) Pantalla Fecha y hora

**Elaborado por:** Los Investigadores

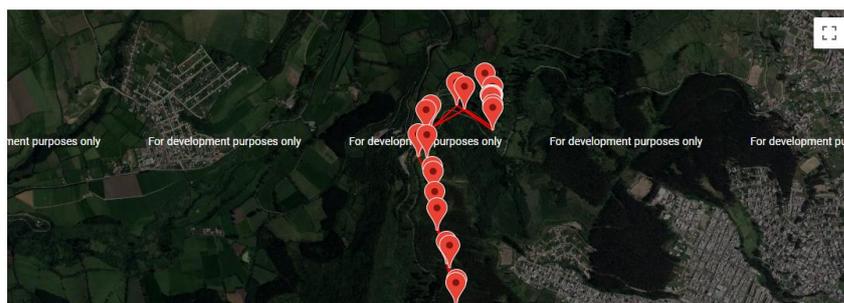
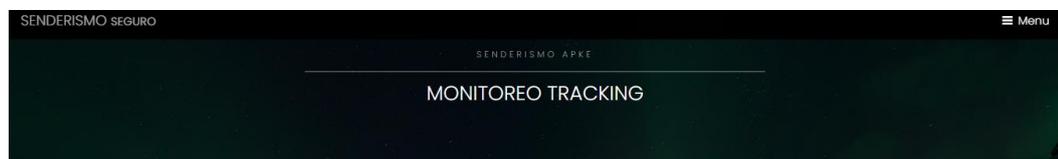
El sistema de monitoreo completo y en funcionamiento se visualiza en la Fig. 66 la que corresponde a la página web creada con cada una de sus opciones de menú.



(a)



(b)



(c)

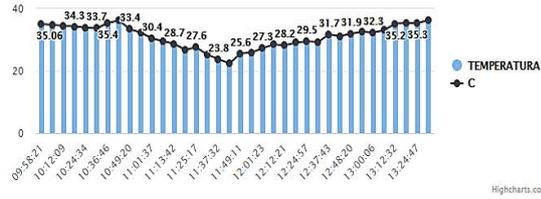
## TABLA DE DATOS

| ID | Hora     | Fecha      | Temperatura[°C] | Humedad[%] | Altura[m.s.m] | Longitud    | Latitud    | Spo2  | pulso  | Temp Corporal |
|----|----------|------------|-----------------|------------|---------------|-------------|------------|-------|--------|---------------|
| 1  | 09:58:21 | 10.11.2020 | 35.06           | 28.70      | 3025.34       | -78.5660471 | -0.2655702 | 93.00 | 76.45  | 35.92         |
| 2  | 10:06:13 | 10.11.2020 | 34.80           | 32.80      | 3125.56       | -78.5660472 | -0.2643066 | 94.00 | 80.54  | 36.49         |
| 3  | 10:12:09 | 10.11.2020 | 34.50           | 31.60      | 2965.12       | -78.5645205 | -0.2629710 | 93.00 | 83.96  | 36.43         |
| 4  | 10:18:15 | 10.11.2020 | 34.30           | 30.30      | 3128.43       | -78.5648317 | -0.2608367 | 95.00 | 84.21  | 36.12         |
| 5  | 10:24:34 | 10.11.2020 | 33.90           | 31.80      | 3196.08       | -78.5661738 | -0.2590132 | 97.00 | 83.69  | 35.78         |
| 6  | 10:30:12 | 10.11.2020 | 33.70           | 30.60      | 3188.63       | -78.5669888 | -0.2562635 | 96.00 | 81.32  | 35.25         |
| 7  | 10:36:46 | 10.11.2020 | 35.40           | 27.20      | 3191.85       | -78.5675140 | -0.2539894 | 92.00 | 78.10  | 36.48         |
| 8  | 10:42:52 | 10.11.2020 | 36.20           | 28.90      | 3204.43       | -78.5681493 | -0.2512312 | 94.00 | 86.23  | 38.54         |
| 9  | 10:49:20 | 10.11.2020 | 33.40           | 30.50      | 3223.78       | -78.5682767 | -0.2498560 | 92.00 | 79.46  | 36.41         |
| 10 | 10:55:04 | 10.11.2020 | 32.30           | 31.40      | 3235.25       | -78.5686128 | -0.2480761 | 93.00 | 98.65  | 36.74         |
| 11 | 11:01:37 | 10.11.2020 | 30.40           | 31.90      | 3264.14       | -78.5683669 | -0.2464738 | 91.00 | 117.23 | 35.89         |
| 12 | 11:07:23 | 10.11.2020 | 29.60           | 41.10      | 3265.59       | -78.5665491 | -0.2454411 | 94.00 | 121.71 | 35.62         |
| 13 | 11:13:42 | 10.11.2020 | 28.70           | 44.80      | 3268.53       | -78.5649788 | -0.2464375 | 93.00 | 83.36  | 36.78         |
| 14 | 11:19:25 | 10.11.2020 | 26.80           | 57.90      | 3324.65       | -78.5654183 | -0.2446836 | 91.00 | 85.41  | 36.12         |
| 15 | 11:25:17 | 10.11.2020 | 27.60           | 53.30      | 3310.18       | -78.5650816 | -0.2459018 | 92.00 | 80.47  | 37.10         |
| 16 | 11:31:55 | 10.11.2020 | 25.20           | 61.90      | 3317.45       | -78.5650441 | -0.2459422 | 93.00 | 70.81  | 37.56         |
| 17 | 11:37:32 | 10.11.2020 | 23.80           | 54.00      | 3317.23       | -78.5650441 | -0.2459422 | 96.00 | 73.20  | 37.67         |
| 18 | 11:43:29 | 10.11.2020 | 22.40           | 52.30      | 3284.41       | -78.5651205 | -0.2459253 | 95.00 | 85.52  | 36.12         |
| 19 | 11:49:11 | 10.11.2020 | 25.60           | 49.20      | 3284.06       | -78.5650333 | -0.2459596 | 93.00 | 93.65  | 35.93         |
| 20 | 11:55:14 | 10.11.2020 | 25.90           | 46.80      | 3278.58       | -78.5651109 | -0.2459087 | 93.00 | 95.36  | 36.57         |
| 21 | 12:01:23 | 10.11.2020 | 27.30           | 45.60      | 3289.47       | -78.5650927 | -0.2459693 | 92.00 | 90.78  | 37.14         |
| 22 | 12:07:34 | 10.11.2020 | 28.50           | 40.10      | 3300.34       | -78.5649792 | -0.2459226 | 96.00 | 88.13  | 37.89         |
| 23 | 12:12:21 | 10.11.2020 | 28.20           | 38.40      | 3300.79       | -78.5649791 | -0.2454227 | 95.00 | 87.25  | 37.70         |
| 24 | 12:18:08 | 10.11.2020 | 29.10           | 39.20      | 3249.33       | -78.5649766 | -0.2465787 | 97.00 | 96.92  | 36.45         |
| 25 | 12:24:57 | 10.11.2020 | 29.50           | 40.50      | 3264.54       | -78.5669595 | -0.2452151 | 94.00 | 94.47  | 36.13         |
| 26 | 12:31:39 | 10.11.2020 | 29.30           | 39.50      | 3261.60       | -78.5686521 | -0.2467076 | 93.00 | 89.31  | 35.54         |
| 27 | 12:37:43 | 10.11.2020 | 31.70           | 30.60      | 3243.17       | -78.5690693 | -0.2480638 | 95.00 | 87.76  | 35.76         |
| 28 | 12:42:16 | 10.11.2020 | 31.20           | 31.30      | 3235.42       | -78.5682553 | -0.2500970 | 93.00 | 88.69  | 36.15         |
| 29 | 12:48:20 | 10.11.2020 | 31.90           | 31.90      | 3201.38       | -78.5680242 | -0.2521292 | 96.00 | 86.47  | 36.42         |
| 30 | 12:54:41 | 10.11.2020 | 32.60           | 30.80      | 3216.53       | -78.5673392 | -0.2541947 | 94.00 | 91.30  | 35.97         |
| 31 | 13:00:06 | 10.11.2020 | 32.30           | 30.50      | 3143.62       | -78.5669467 | -0.2560707 | 92.00 | 83.87  | 35.53         |
| 32 | 13:06:21 | 10.11.2020 | 33.10           | 31.40      | 3166.13       | -78.5661880 | -0.2590569 | 95.00 | 80.45  | 35.98         |
| 33 | 13:12:32 | 10.11.2020 | 35.20           | 27.70      | 3138.26       | -78.5647940 | -0.2608728 | 93.00 | 76.15  | 36.86         |
| 34 | 13:18:14 | 10.11.2020 | 35.40           | 27.50      | 3122.47       | -78.5646582 | -0.2630333 | 94.00 | 77.92  | 36.24         |
| 35 | 13:24:47 | 10.11.2020 | 35.30           | 27.10      | 3115.18       | -78.5660823 | -0.2651430 | 93.00 | 73.86  | 37.67         |
| 36 | 13:30:28 | 10.11.2020 | 36.40           | 28.70      | 3095.30       | -78.5659245 | -0.2662251 | 96.00 | 74.66  | 37.29         |

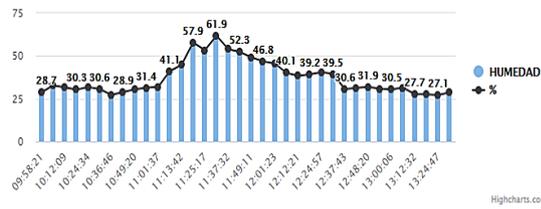
SENDERISMO APKE

HISTOGRAMAS

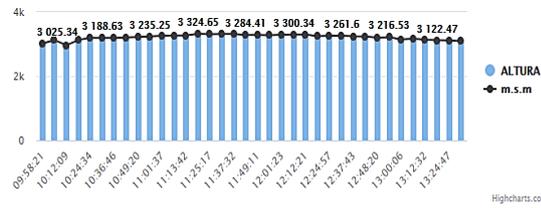
HISTOGRAMA TEMPERATURA



HISTOGRAMA HUMEDAD



HISTOGRAMA ALTURA

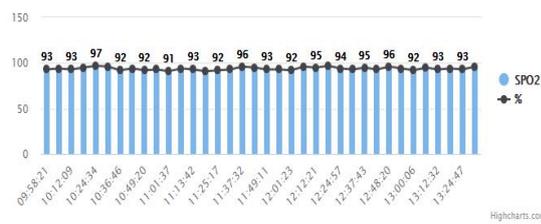


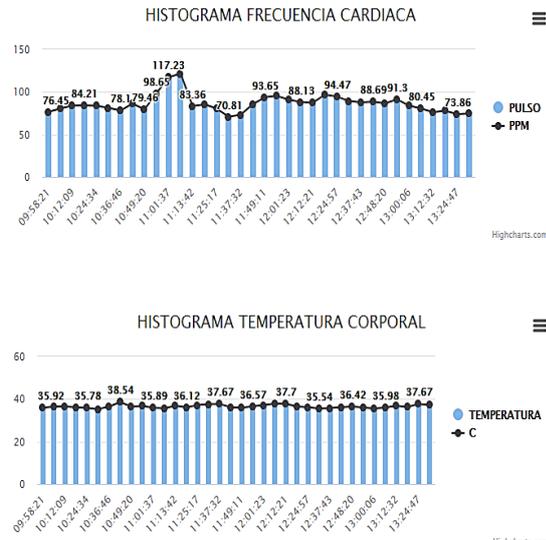
(e)

SENDERISMO APKE

HISTOGRAMAS

HISTOGRAMA SPO2





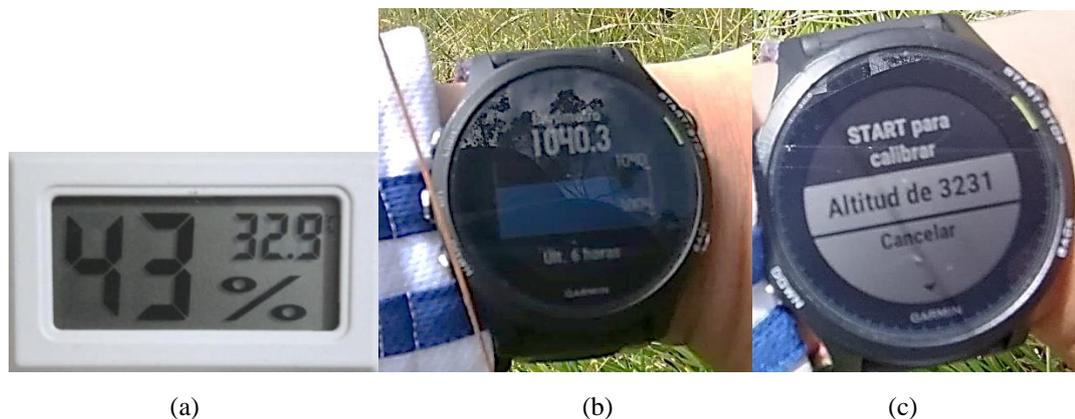
(f)

**Fig. 66** Pantallas de monitoreo en funcionamiento de la página web. (a) Página monitoreo ambiental, (b) Página monitoreo vital, (c) Página Tracking, (d) Página tabla de datos, (e) Página Histogramas del historial de datos monitoreo ambiental, (f) Página Histogramas del historial de datos monitoreo vital.

**Elaborado por:** Los Investigadores

## 2.5 Pruebas de Funcionamiento

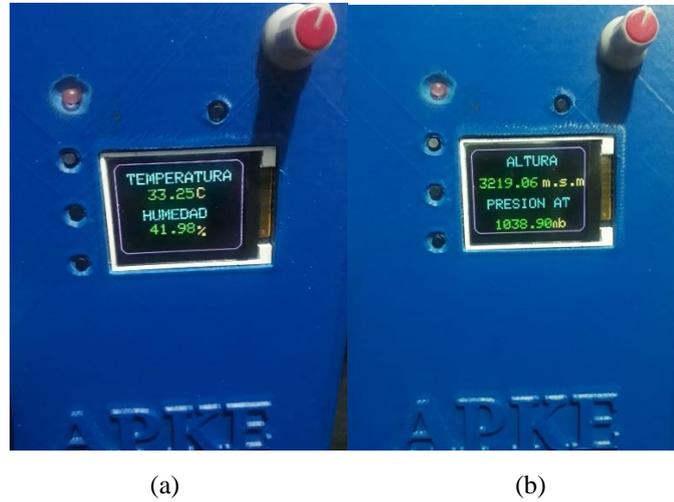
Para realizar las pruebas del funcionamiento se ha tomado en cuenta equipos deportivos como el hidrómetro y el reloj GARMIN, que ayudaron a verificar el trabajo del dispositivo dos que corresponden a las variables de entorno (temperatura ambiental, humedad, presión atmosférica y altura), las mediciones realizadas por estos equipos se observan en la Fig. 67.



**Fig. 67** Mediciones obtenidas por los equipos deportivos. (a) Hidrómetro temperatura y humedad ambiental, (b) Reloj GARMIN presión atmosférica, (c) Reloj GARMIN Altura

**Realizado por:** Los Investigadores

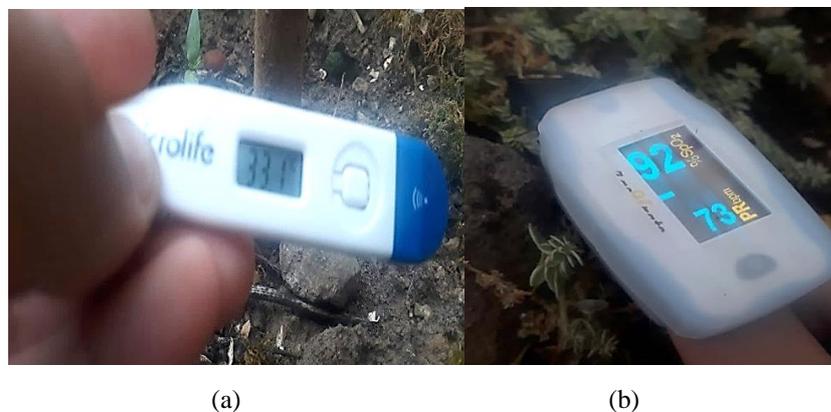
Las lecturas tomadas por los sensores de monitoreo ambiental del dispositivo dos se pueden visualizar en la Fig.68, donde muestra que los valores tomados comparados con los equipos deportivos hacen que el prototipo sea confiable para realizar el monitoreo ambiental.



**Fig. 68** Mediciones obtenidas por el dispositivo dos. (a) Temperatura y humedad ambiental, (b) Altura y presión atmosférica

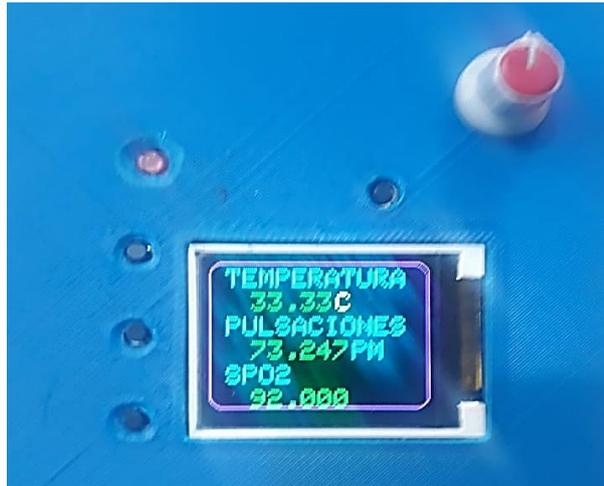
**Realizado por:** Los Investigadores

Para las variables de monitoreo vital se ha realizado con instrumentos utilizados en el ámbito de salud como el termómetro digital microlife y el oxímetro, las lecturas tomadas por estos equipos se muestran en la Fig. 69 y las mediciones del prototipo en la Fig. 70, lo que permite hacer la comparación de estas medidas demostrando así que el dispositivo uno implementado tiene la confiabilidad de ser utilizado para el monitoreo vital del practicante de senderismo.



**Fig. 69** Mediciones obtenidas por los equipos de salud. (a) Termómetro microlife temperatura corporal, (b) Oxímetro frecuencia cardiaca y SPO2

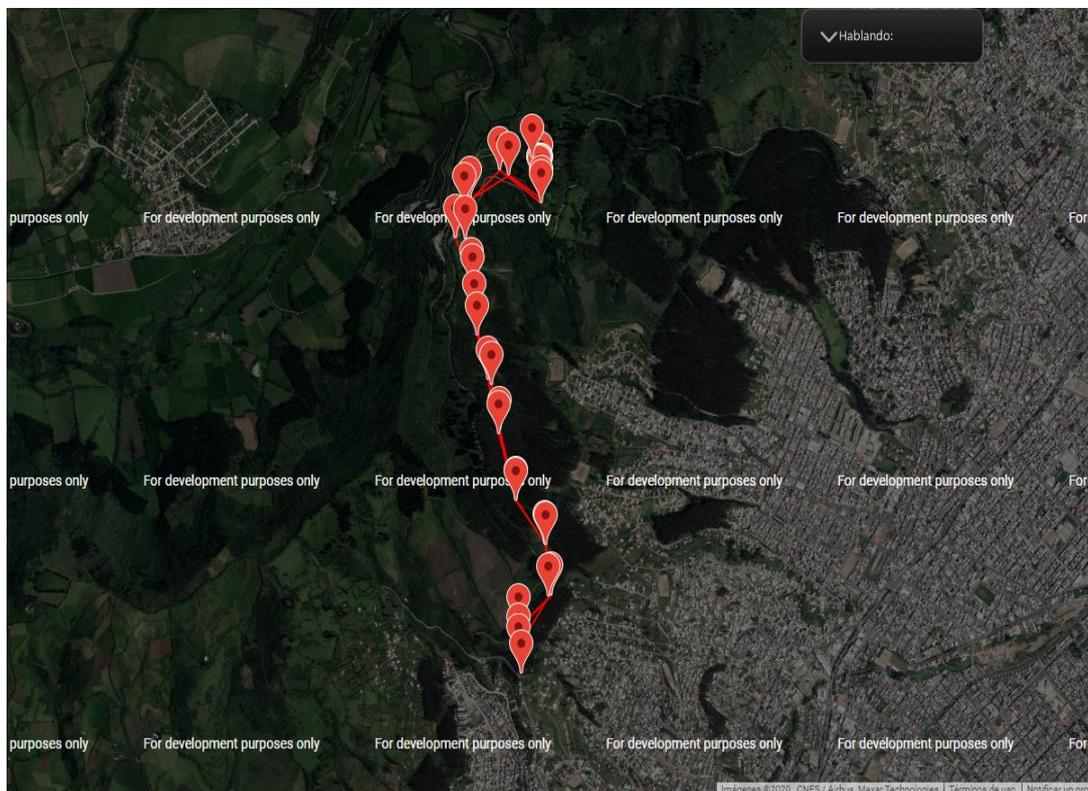
**Realizado por:** Los Investigadores



**Fig. 70** Mediciones obtenidas por el dispositivo temperatura corporal, frecuencia cardiaca y SPO2

**Realizado por:** Los Investigadores

En la Fig. 71 se muestra la página de tracking, en la que se puede observar las posiciones de longitud y latitud por las que el practicante de senderismo ha realizado su recorrido formando así la ruta del camino, así como también se visualiza los ID con la respectiva fecha y hora en la que fue tomada la posición, demostrando el correcto funcionamiento.



(a)

1  
 10.11.2020  
 hora: 09:58:21  
 long: -78.5660471  
 lat: -0.2655702

2  
 10.11.2020  
 hora: 10:06:13  
 long: -78.5660472  
 lat: -0.2643066

3  
 10.11.2020  
 hora: 10:20:09  
 long: -78.5645205  
 lat: -0.2629770

4  
 10.11.2020  
 hora: 10:18:16  
 long: -78.5646317  
 lat: -0.2606367

(b)

**Fig. 71** Sistema de Tracking en funcionamiento. (a) Ruta recorrida, (b) Posiciones del practicante de senderismo

**Realizado por:** Los Investigadores

Por último, en la Fig. 72 se observa la ubicación de los dispositivos del sistema en el practicante de senderismo.



**Fig. 72** Ubicación de los dispositivos del sistema en el practicante de senderismo

**Realizado por:** Los Investigadores

## 2.6 Análisis de Resultados

Después de haber realizado el diseño y las pruebas de funcionamiento de los dispositivos, el paso siguiente es comprobar la fiabilidad, funcionalidad y el beneficio del prototipo en comparación de otros dispositivos, para lo cual se ha utilizado métodos

estadísticos como son el Error Relativo y el Error Absoluto lo que permitirá calcular el valor aproximado del error experimental, para lo cual se han empleado las siguientes fórmulas que se muestran en (1) y (2).

$$\text{Error Absoluto: } e = x_0 - x \quad (1)$$

$$\text{Error Relativo: } E = \frac{|e|}{x} * 100 \quad (2)$$

#### a) Señales Ambientales

Las variables ambientales monitoreadas por el dispositivo dos corresponden a Temperatura Ambiental, Presión Atmosférica, Humedad y Altitud, para las cuales se ha realizado tablas para el análisis de resultados comparadas con dispositivos como el reloj Garmin y un hidrómetro que se muestran a continuación.

**Tabla 25** Análisis de Resultados Temperatura Ambiental

| <b>Análisis de Resultados Temperatura Ambiental</b> |                              |                                 |                               |                               |
|---|------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| <b>N°</b>   | <b>Valor Garmin<br/>[°C]</b> | <b>Valor<br/>Prototipo [°C]</b> | <b>Error Absoluto<br/>[e]</b> | <b>Error Relativo<br/>[E]</b> |
| 1   | 32                           | 31.80                           | 0.20                          | 0.63                          |
| 2   | 30                           | 29.70                           | 0.30                          | 1                             |
| 3   | 29                           | 29.00                           | 0                             | 0                             |
| 4   | 28                           | 27.75                           | 0.25                          | 0.89                          |
| 5   | 33                           | 32.94                           | 0.06                          | 0.18                          |
| 6   | 30                           | 29.80                           | 0.20                          | 0.67                          |
| 7   | 32                           | 31.90                           | 0.10                          | 0.31                          |
| 8   | 25                           | 24.87                           | 0.13                          | 0.52                          |
| 9   | 21                           | 20.50                           | 0.50                          | 2.38                          |
| 10  | 19                           | 18.60                           | 0.40                          | 2.11                          |
| 11  | 19                           | 18.72                           | 0.28                          | 1.47                          |
| 12  | 21                           | 20.70                           | 0.30                          | 1.43                          |
| 13  | 20                           | 19.78                           | 0.22                          | 1.10                          |
| 14  | 20                           | 19.78                           | 0.22                          | 1.10                          |
| 15  | 18                           | 17.96                           | 0.04                          | 0.22                          |
|   |                              |                                 | 0.21                          | 0.93                          |

**Realizado por:** Los Investigadores

Se realiza el análisis de la Temperatura Ambiental en base a la Tabla. 25, para lo cual se obtuvieron 15 muestras realizadas en campo de los dispositivos del practicante de senderismo, en donde se logró determinar que los datos no difieren en gran porcentaje al dispositivo comercial, consiguiendo un resultado de error absoluto promedio de 0.21%, grado de confiabilidad del 99.07%, concluyendo así que el prototipo tiene una alta fiabilidad en lo que se refiere a Temperatura Ambiental.

**Tabla 26** Análisis de Resultados Presión Atmosférica

| <b>Análisis de Resultados Presión Atmosférica</b> |                              |                                 |                               |                               |
|---|------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| <b>N°</b>   | <b>Valor Garmin<br/>[mb]</b> | <b>Valor Prototipo<br/>[mb]</b> | <b>Error Absoluto<br/>[e]</b> | <b>Error Relativo<br/>[E]</b> |
| 1   | 1040                         | 1039.51                         | 0.49                          | 0.05                          |
| 2   | 1034                         | 1033.87                         | 0.13                          | 0.01                          |
| 3   | 1032                         | 1031.96                         | 0.04                          | 0.01                          |
| 4   | 1025                         | 1025.00                         | 0                             | 0                             |
| 5   | 1019                         | 1018.65                         | 0.65                          | 0.06                          |
| 6   | 1037                         | 1037.00                         | 0                             | 0                             |
| 7   | 1039                         | 1038.48                         | 0.52                          | 0.05                          |
| 8   | 1039                         | 1038.47                         | 0.53                          | 0.05                          |
| 9   | 1041                         | 1040.56                         | 0.44                          | 0.04                          |
| 10  | 1043                         | 1042.71                         | 0.29                          | 0.03                          |
| 11  | 1044                         | 1043.63                         | 0.37                          | 0.04                          |
| 12  | 1044                         | 1043.66                         | 0.34                          | 0.03                          |
| 13  | 1045                         | 1044.11                         | 0.89                          | 0.09                          |
| 14  | 1045                         | 1044.85                         | 0.15                          | 0.01                          |
| 15  | 1047                         | 1046.19                         | 0.81                          | 0.08                          |
|   |                              |                                 | 0.41                          | 0.04                          |

**Realizado por:** Los Investigadores

Se realiza el análisis de la Presión Atmosférica en base a la Tabla. 26, para lo cual se obtuvieron 15 muestras realizadas en campo de los dispositivos del practicante de senderismo, en donde se logró determinar que los datos no difieren en gran porcentaje al dispositivo comercial, consiguiendo un resultado de error absoluto promedio de

0.41%, grado de confiabilidad del 99.96%, concluyendo así que el prototipo tiene una alta fiabilidad en lo que se refiere a Presión Atmosférica.

**Tabla 27** Análisis de Resultados Humedad

| <b>Análisis de Resultados Humedad</b> |                                |                                |                               |                               |
|---------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| <b>N°</b>                             | <b>Valor<br/>Hidrómetro[%]</b> | <b>Valor<br/>Prototipo [%]</b> | <b>Error Absoluto<br/>[e]</b> | <b>Error Relativo<br/>[E]</b> |
| 1                                     | 33                             | 32.80                          | 0.20                          | 0.67                          |
| 2                                     | 46                             | 45.70                          | 0.30                          | 0.65                          |
| 3                                     | 29                             | 28.70                          | 0.30                          | 1.03                          |
| 4                                     | 32                             | 31.60                          | 0.40                          | 1.25                          |
| 5                                     | 32                             | 31.80                          | 0.20                          | 0.63                          |
| 6                                     | 54                             | 53.40                          | 0.60                          | 1.11                          |
| 7                                     | 56                             | 55.50                          | 0.50                          | 0.89                          |
| 8                                     | 53                             | 52.60                          | 0.40                          | 0.75                          |
| 9                                     | 61                             | 60.80                          | 0.20                          | 0.33                          |
| 10                                    | 62                             | 61.10                          | 0.90                          | 1.45                          |
| 11                                    | 62                             | 61.90                          | 0.10                          | 0.16                          |
| 12                                    | 59                             | 58.70                          | 0.30                          | 0.51                          |
| 13                                    | 55                             | 54.60                          | 0.40                          | 0.73                          |
| 14                                    | 53                             | 52.50                          | 0.50                          | 0.94                          |
| 15                                    | 52                             | 51.20                          | 0.80                          | 1.54                          |
|                                       |                                |                                | 0.41                          | 0.84                          |

**Realizado por:** Los Investigadores

Se realiza el análisis de la Humedad en base a la Tabla. 27, para lo cual se obtuvieron 15 muestras realizadas en campo de los dispositivos del practicante de senderismo, en donde se logró determinar que los datos no difieren en gran porcentaje al dispositivo comercial, consiguiendo un resultado de error absoluto promedio de 0.41%, grado de confiabilidad del 99.16%, concluyendo así que el prototipo tiene una alta fiabilidad en lo que se refiere a Humedad.

**Tabla 28** Análisis de Resultados Altura

| <b>Análisis de Resultados Altura</b> |                              |                                 |                               |                               |
|--------------------------------------|------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| <b>N°</b>                            | <b>Valor Garmin<br/>[°C]</b> | <b>Valor<br/>Prototipo [°C]</b> | <b>Error Absoluto<br/>[e]</b> | <b>Error Relativo<br/>[E]</b> |
| 1                                    | 3231                         | 3238.64                         | -7.64                         | 0.24                          |
| 2                                    | 3272                         | 3273.44                         | -1.44                         | 0.04                          |
| 3                                    | 3300                         | 3311.00                         | -11                           | 0.33                          |
| 4                                    | 3337                         | 3315.00                         | 22                            | 0.66                          |
| 5                                    | 3398                         | 3348.00                         | 50                            | 1.47                          |
| 6                                    | 3476                         | 3393.15                         | 82.85                         | 2.38                          |
| 7                                    | 3258                         | 3246.82                         | 11.18                         | 0.34                          |
| 8                                    | 3238                         | 3230.14                         | 7.86                          | 0.24                          |
| 9                                    | 3237                         | 3229.33                         | 7.67                          | 0.24                          |
| 10                                   | 3232                         | 3226.72                         | 5.28                          | 0.16                          |
| 11                                   | 3224                         | 3220.65                         | 3.35                          | 0.10                          |
| 12                                   | 3200                         | 3205.30                         | -5.30                         | 0.17                          |
| 13                                   | 3191                         | 3197.88                         | -6.88                         | 0.22                          |
| 14                                   | 3186                         | 3194.31                         | -8.31                         | 0.26                          |
| 15                                   | 3162                         | 3178.05                         | -16.05                        | 0.51                          |
|                                      |                              |                                 | 8.90                          | 0.49                          |

**Realizado por:** Los Investigadores

Se realiza el análisis de la Altura en base a la Tabla. 28, para lo cual se obtuvieron 15 muestras realizadas en campo de los dispositivos del practicante de senderismo, en donde se logró determinar que los datos no difieren en gran porcentaje al dispositivo comercial, consiguiendo un resultado de error absoluto promedio de 8.90%, grado de confiabilidad del 99.51%, concluyendo así que el prototipo tiene una alta fiabilidad en lo que se refiere a Altura.

**b) Señales Vitales**

Las variables vitales monitoreadas por el dispositivo uno que se encuentra en la muñeca del practicante de senderismo corresponden a la Temperatura Corporal, Frecuencia Cardiaca y Oxigenación de la Sangre, para las cuales se ha realizado tablas

de los resultados comparadas con dispositivos médicos como un termómetro digital y un oxímetro, que se muestran a continuación.

**Tabla 29** Análisis de Resultados Temperatura Corporal

| <b>Análisis de Resultados Temperatura Corporal</b> |                             |                            |                           |                           |
|--|-----------------------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------|
| <b>N°</b>  | <b>Valor Termómetro[°C]</b> | <b>Valor Prototipo[°C]</b> | <b>Error Absoluto [e]</b> | <b>Error Relativo [E]</b> |
| 1  | 35.1                        | 33.80                      | 1.30                      | 3.70                      |
| 2  | 34.3                        | 33.90                      | 0.40                      | 1.17                      |
| 3  | 38.1                        | 38.76                      | -0.66                     | 1.73                      |
| 4  | 36.6                        | 37.00                      | -0.40                     | 1.09                      |
| 5  | 35.3                        | 36.22                      | -0.92                     | 2.60                      |
| 6  | 33.2                        | 33.60                      | -0.40                     | 1.20                      |
| 7  | 35.9                        | 36.12                      | -0.22                     | 0.61                      |
| 8  | 36.3                        | 35.95                      | 0.35                      | 0.96                      |
| 9  | 36.0                        | 36.21                      | -0.21                     | 0.58                      |
| 10   | 35.6                        | 35.50                      | 0.10                      | 0.28                      |
| 11   | 36.7                        | 37.00                      | 0.30                      | 0.82                      |
| 12   | 35.8                        | 34.95                      | 0.85                      | 2.37                      |
| 13   | 37.3                        | 36.42                      | 0.88                      | 2.35                      |
| 14   | 36.9                        | 36.75                      | 0.15                      | 0.41                      |
| 15   | 38.4                        | 37.96                      | 0.44                      | 1.14                      |
|  |                             |                            | 0.13                      | 1.40                      |

**Realizado por:** Los Investigadores

Se realiza el análisis de la Temperatura Corporal en base a la Tabla. 29, para lo cual se obtuvieron 15 muestras realizadas en campo de los dispositivos del practicante de senderismo, en donde se logró determinar que los datos no difieren en gran porcentaje al dispositivo comercial, consiguiendo un resultado de error absoluto promedio de 0.13%, grado de confiabilidad del 98.6%, concluyendo así que el prototipo tiene una alta fiabilidad en lo que se refiere a Temperatura Corporal.

**Tabla 30** Análisis de Resultados Frecuencia Cardiaca

| <b>Análisis de Resultados Frecuencia Cardiaca</b> |                            |                             |                           |                           |
|---|----------------------------|-----------------------------|---------------------------|---------------------------|
| <b>N°</b>   | <b>Valor Oxímetro[ppm]</b> | <b>Valor Prototipo[ppm]</b> | <b>Error Absoluto [e]</b> | <b>Error Relativo [E]</b> |
| 1   | 73                         | 73.20                       | -0.20                     | 0.27                      |
| 2   | 71                         | 70.09                       | 0.91                      | 1.28                      |
| 3   | 93                         | 93.17                       | -0.17                     | 0.18                      |
| 4   | 77                         | 76.58                       | 0.42                      | 0.55                      |
| 5   | 85                         | 84.00                       | 1                         | 1.18                      |
| 6   | 78                         | 78.07                       | -0.7                      | 0.90                      |
| 7   | 106                        | 106.00                      | 0                         | 0.0                       |
| 8   | 102                        | 101.89                      | 0.11                      | 0.11                      |
| 9   | 109                        | 108.63                      | 0.37                      | 0.34                      |
| 10  | 99                         | 99.26                       | -0.26                     | 0.26                      |
| 11  | 115                        | 114.00                      | 1                         | 0.87                      |
| 12  | 119                        | 118.54                      | 0.46                      | 0.39                      |
| 13  | 114                        | 113.00                      | 1                         | 0.88                      |
| 14  | 79                         | 78.00                       | 1                         | 1.27                      |
| 15  | 103                        | 102.00                      | 1                         | 0.97                      |
|   |                            |                             | 0.40                      | 0.63                      |

**Realizado por:** Los Investigadores

Se realiza el análisis de la Frecuencia Cardiaca en base a la Tabla. 30, para lo cual se obtuvieron 15 muestras realizadas en campo de los dispositivos del practicante de senderismo, en donde se logró determinar que los datos no difieren en gran porcentaje al dispositivo comercial, consiguiendo un resultado de error absoluto promedio de 0.40%, grado de confiabilidad del 99.37%, concluyendo así que el prototipo tiene una alta fiabilidad en lo que se refiere a Frecuencia Cardiaca.

**Tabla 31** Análisis de Resultados Oxigenación de la Sangre

| <b>Análisis de Resultados Oxigenación de la Sangre</b> |                           |                            |                           |                           |
|--|---------------------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------|
| <b>N°</b>  | <b>Valor oxímetro [%]</b> | <b>Valor Prototipo [%]</b> | <b>Error Absoluto [e]</b> | <b>Error Relativo [E]</b> |
| 1  | 94                        | 93.00                      | 1                         | 1.06                      |
| 2  | 96                        | 96.00                      | 0                         | 0                         |
| 3  | 96                        | 95.00                      | 1                         | 1.04                      |
| 4  | 95                        | 94.00                      | 1                         | 1.05                      |
| 5  | 97                        | 97.00                      | 0                         | 0                         |
| 6  | 96                        | 96.00                      | 0                         | 0                         |
| 7  | 95                        | 94.00                      | 1                         | 1.05                      |
| 8  | 96                        | 95.00                      | 1                         | 1.04                      |
| 9  | 96                        | 96.00                      | 0                         | 0                         |
| 10   | 96                        | 96.00                      | 0                         | 0                         |
| 11   | 95                        | 95.00                      | 0                         | 0                         |
| 12   | 94                        | 93.00                      | 1                         | 1.06                      |
| 13   | 97                        | 96.00                      | 1                         | 1.03                      |
| 14   | 98                        | 97.00                      | 1                         | 1.02                      |
| 15   | 99                        | 98.00                      | 1                         | 1.01                      |
|  |                           |                            | 0.6                       | 0.62                      |

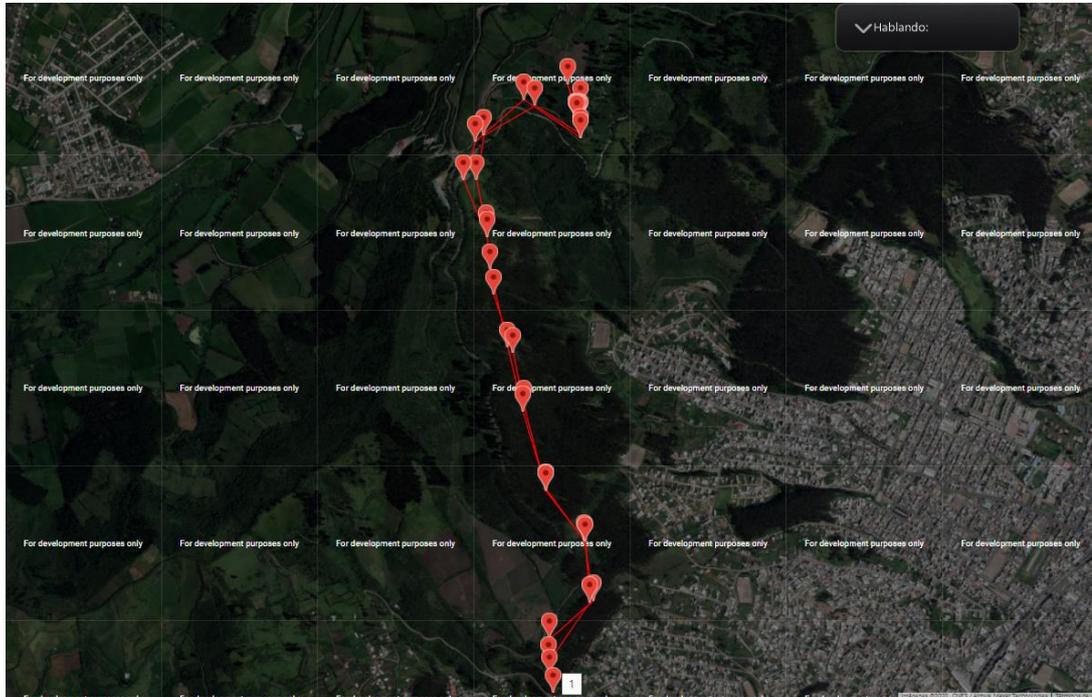
**Realizado por:** Los Investigadores

Se realiza el análisis de la Oxigenación de la Sangre en base a la Tabla. 31, para lo cual se obtuvieron 15 muestras realizadas en campo de los dispositivos del practicante de senderismo, en donde se logró determinar que los datos no difieren en gran porcentaje al dispositivo comercial, consiguiendo un resultado de error absoluto promedio de 0.6%, grado de confiabilidad del 99.38%, concluyendo así que el prototipo tiene una alta fiabilidad en lo que se refiere a Oxigenación de la Sangre.

### **c) Posicionamiento Global**

Para el posicionamiento global del practicante de senderismo se realizó el monitoreo mediante la página web en el apartado de Tracking, en donde se obtuvo como resultado

la ruta recorrida por el practicante de senderismo, en la Fig. 73 se puede observar las etiquetas obtenidas de cada ubicación unidas numéricamente según el ID, mediante el envío de la longitud y latitud, haciendo uso de la tarjeta SIM 808 con tecnología GPS y GPRS.



**Fig. 73** Ruta recorrida por el practicante de senderismo

**Elaborado por:** Los Investigadores

## 2.7 Presupuesto

Para el presupuesto total del desarrollo de los dispositivos del sistema de tracking con monitoreo vital y de ambiente para practicantes de senderismo en bajas y medias montañas, se ha tomado en cuenta el presupuesto de diseño y el presupuesto de construcción.

En el presupuesto de diseño hay que considerar el número de horas que se empleó para el diseño e implementación, por lo que es necesario analizar el sueldo básico de un Ingeniero en Electrónica y Comunicaciones que establece el Ministerio de Trabajo que corresponde a 858 dólares mensuales [54].

Para obtener el salario por día, se ha considerado un promedio de 21 días laborables por mes y se aplica fórmula (3), la que se observa a continuación:

$$\text{Salario}_{\text{diario}} = \frac{\text{Sueldo}_{\text{mensual}}}{\text{Días}_{\text{laborables}}} \quad (3)$$

$$\text{Salario}_{\text{diario}} = \frac{858}{21}$$

$$\text{Salario}_{\text{diario}} = 40.86 \text{ [dólares]}$$

Como es de conocimiento el día está formado por 8 horas laborables, para lo cual se aplica la ecuación (4) y se obtiene el salario por hora de trabajo.

$$\text{Salario}_{\text{hora}} = \frac{\text{Sueldo}_{\text{diario}}}{\text{Horas}_{\text{laborables}}} \quad (4)$$

$$\text{Salario}_{\text{hora}} = \frac{40.86}{8}$$

$$\text{Salario}_{\text{hora}} = 5.11 \text{ [dólares]}$$

Para la investigación realizada se ha considerado 150 horas que corresponden al diseño, simulación y pruebas de funcionamiento. Para la obtención del presupuesto de diseño del proyecto de investigación se aplicó la ecuación (5).

$$\text{Presupuesto}_{\text{diseño}} = \text{Horas}_{\text{investigación}} * \text{Salario}_{\text{hora}} \quad (5)$$

$$\text{Presupuesto}_{\text{diseño}} = 150 * 5.11 \text{ [dólares]}$$

$$\text{Presupuesto}_{\text{diseño}} = 766.50 \text{ [dólares]}$$

En la Tabla 32 se puede observar los elementos electrónicos y los materiales adicionales utilizados para la construcción de los dispositivos del sistema.

**Tabla 32** Presupuesto para la construcción del Prototipo

| Ítem  | Implemento                                   | Cantidad | Precio Unitario | Precio Total |
|-------|--|----------|-----------------|--------------|
| 1     | Sensor de Temperatura Corporal DS18B20       | 1        | \$3.60          | \$3.60       |
| 2     | Pulsioxímetro modulo Max 30100               | 1        | \$9             | \$9          |
| 3     | Sensor Temperatura y Humedad Ambiental DTH22 | 1        | \$9.80          | \$9.80       |
| 4     | Sensor presión Atmosférica y Altitud BMP180  | 1        | \$3             | \$3          |
| 5     | Módulo SIM808 GSM/GPRS/GPS                   | 1        | \$45            | \$45         |
| 6     | Tarjeta SIM claro                            | 1        | \$5             | \$5          |
| 7     | Módulo RTC                                   | 1        | \$3.50          | \$3.50       |
| 8     | Módulo Micro SD                              | 1        | \$2.50          | \$2.50       |
| 9     | Arduino Mega                                 | 1        | \$19            | \$19         |
| 10    | Arduino Nano                                 | 1        | \$7.40          | \$7.40       |
| 11    | Pantalla 1.8 TFT SPI 128*160                 | 1        | \$15            | \$15         |
| 12    | Bluetooth HC-06                              | 1        | \$6.50          | \$6.50       |
| 13    | Bluetooth HC-05                              | 1        | \$4.50          | \$4.50       |
| 14    | Bateria Lipo Litio 2250mA                    | 1        | \$44.29         | \$44.29      |
| 15    | Bateria Lipo 1000mA                          | 1        | \$12            | \$12         |
| 16    | PCB fibra de vidrio 20x30 cm                 | 1        | \$7.99          | \$7.99       |
| 17    | Fundas de acido                              | 3        | \$1.40          | \$4.20       |
| 18    | Estaño 100 gr 0,8 mm                         | 1        | \$4.99          | \$4.99       |
| 19    | Regleta espadines hembra                     | 2        | \$0.50          | \$1.00       |
| 20    | Regleta espadines macho                      | 4        | \$0.50          | \$2.00       |
| 21    | Papel Couché                                 | 4        | \$0.40          | \$1.60       |
| 22    | Impresiones en papel Couché                  | 4        | \$1.00          | \$4.00       |
| 23    | Internet                                     | 12       | \$5.00          | \$60.00      |
| 24    | Resma de papel                               | 1        | \$4.50          | \$4.50       |
| 25    | Impresión 3D uno                             | 1        | \$60.00         | \$60.00      |
| 26    | Impresión 3D dos                             | 1        | \$30.00         | \$30.00      |
| 27    | Otros materiales electrónicos                | 1        | \$10            | \$10.00      |
| Total |  |          |                 | \$380.37     |

Elaborado por: Los Investigadores

En la Tabla 33 se da a conocer el costo total del proyecto de investigación que corresponden a los costos de diseño y construcción.

**Tabla 33** Presupuesto total del proyecto de investigación

| <b>PRESUPUESTO TOTAL DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN</b> |                                 |                 |                       |                    |
|--|---------------------------------|-----------------|-----------------------|--------------------|
| <b>Ítem</b>  | <b>Detalle</b>                  | <b>Cantidad</b> | <b>Costo unitario</b> | <b>Costo total</b> |
| 1  | Costo total del Diseño          | 1               | \$766.50              | \$766.50           |
| 2  | Costo total del<br>Construcción | 1               | \$380.37              | \$380.37           |

**Elaborado por:** Los Investigadores

Por último, el presupuesto total para el Sistema de tracking con monitoreo vital y de ambiente para practicantes de senderismo en baja y media montaña es de 1146.87 dólares, este precio se reduce si se realiza una producción mayor, así como también la adquisición de los materiales su costo es menor al por mayor.

## CAPITULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1 Conclusiones

Una vez finalizado el trabajo de investigación se han establecido las siguientes conclusiones:

- Mediante la investigación de los resultados de pérdidas y muertes en la práctica de senderismo, se determinó que los factores fundamentales son la falta de preparación física, monitoreo de las condiciones climáticas, seguimiento de sus signos vitales y el rastreo de su ubicación cuando realizan este deporte.
- Los sensores de monitoreo ambiental DHT22 y BMP180 son los que mejor se adaptan en la implementación del prototipo porque cuentan con mejores características en precisión de lectura de datos. Los sensores MAX30100 y DS18B20 para el monitoreo vital por su tamaño y precisión son los más adecuados por su fácil adquisición, comodidad y confianza.
- Es importante monitorear los rangos mínimos y máximos de temperatura corporal, frecuencia cardíaca y oxigenación de la sangre, debido a que el practicante de senderismo está expuesto a condiciones extremas tiende a alcanzar límites en sus signos vitales que pueden alterarse mientras realiza este deporte.
- Se consideró al módulo SIM808 para el envío de la posición y determinación de la ruta, por su bajo consumo de energía y sus funciones requeridas para el sistema de posicionamiento global por su GPS, con la tecnología GSM y GPRS.
- Con la programación realizada en Arduino para la obtención de las variables de entorno, vitales y posicionamiento global se visualizó los valores reales in situ. Para las señales de presión atmosférica, frecuencia cardíaca y oxigenación de la sangre se realizó mediante comunicación I2C y para mantener un valor en alto de la señal se utilizó resistencias pull-up, mientras que, para la temperatura corporal, ambiental, humedad y posición se utilizó pines digitales del microcontrolador, que

no requieren de elementos electrónicos adicionales para tener una salida adecuada en el dispositivo.

- El sistema de tracking con monitoreo vital y variables de entorno para practicantes de senderismo en baja y media montaña, tiene una inversión mínima con relación al costo y beneficio, puesto que en la implementación se hizo uso de elementos de bajo costo, tanto hardware y software libre, obteniendo un margen de error tolerable, alto grado de confiabilidad, facilitando movilidad y comodidad para las personas que realicen este deporte.

## 4.2 Recomendaciones

En base a las experiencias obtenidas en el desarrollo del trabajo de investigación se tiene las siguientes recomendaciones:

- Es necesario para la práctica de senderismo días antes realizar previamente actividad física y durante la práctica seguir señaléticas establecidas, utilizar sistemas de monitoreo constante que ayude a conocer las condiciones fisiológicas y su ubicación.
- Para el uso de los sensores es importante que se dé un tiempo de estabilización para obtener resultados precisos en la adquisición de los datos.
- Se debe efectuar un monitoreo vital constante de los rangos establecidos del practicante, porque debido a factores externos como el clima puede cambiar de manera imprevista y causar daños fisiológicos.
- Debido a que los lugares donde se realiza el deporte de senderismo no cuentan con una cobertura constante para el envío de los valores de las variables hacia la base de datos, es recomendable incorporar en el dispositivo una tarjeta micro SD, para proteger los datos obtenidos del sistema.
- Es recomendable realizar una compensación numérica en el valor obtenido por el sensor de temperatura corporal proceso realizado mediante varias muestras del sensor y un termómetro digital, ya que debido a que se encuentra en la muñeca de la mano no se ajusta al valor exacto que al realizarse de manera axilar.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Ivana Caylá, Julieta Carricondo Robino, «Solar ECG for monitoring mountain athletes» Argentina, 2019. [En línea]. Disponible en: <http://revistasabi.fi.mdp.edu.ar/index.php/revista/article/view/144/249>.
- [2] C. Alquina, «Desarrollo e Implementación de un dispositivo “wearable” para el análisis de temperatura, humedad, incidencia de rayos ultravioletas (uv) y presión atmosférica para personas que realizan montañismo» Sangolqui, 2017. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/12770/T-ESPE-053691.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- [3] Shih-Hsuing Leel, Jui-Chung Nil, Yong-Gang Zhaol y Chu-Sing Yang, «A Real-Time Emergency Rescue Assistance System for Mountaineers» Taiwan, 2017. [En línea]. Disponible en: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8010396>.
- [4] M. Quiñones, «Sistema de Monitoreo de Variables Medio Ambientales usando una red de Sensores Inalámbricos y Plataformas de Internet de las Cosas» Loja, 2017. [En línea]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/317264769\\_Sistema\\_De\\_Monitoreo\\_de\\_Variables\\_Medioambientales\\_Usando\\_Una\\_Red\\_de\\_Sensores\\_Inalambricos\\_y\\_Plataformas\\_De\\_Internet\\_De\\_Las\\_Cosas](https://www.researchgate.net/publication/317264769_Sistema_De_Monitoreo_de_Variables_Medioambientales_Usando_Una_Red_de_Sensores_Inalambricos_y_Plataformas_De_Internet_De_Las_Cosas).
- [5] A. Rivera, A. Villalobos, J. Monje, J. Mariñas, C. Oppus, «Human detection and geolocation using aerial drones» 2016. [En línea]. Disponible en: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7848026>.
- [6] J. Aldunante y J. Favier, «Gestión de Deporte Extremos Gdx» 2014. [En línea]. Disponible en: [revistas.uap.edu.pe > ojs > index.php > RCI > article > download](http://revistas.uap.edu.pe/ojs/index.php/RCI/article/download)
- [7] Becerra, D. R. «Tiempo atmosférico y clima» 2014. [En línea]. Disponible en: Profe de sociales, 5
- [8] SportVicious «Runners de Altura» 2015. [En línea]. Disponible en: <http://www.sportvicious.com/2015/06/runnersdealtura/>.
- [9] A. Castillo, «Los Sistemas de Información Geográfica y el Mapeo Participativo Aplicados en una propuesta de prevención de accidentes de Montaña en los Ilinizas»

Quito, Febrero 2014. [En línea]. Disponible en: [http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/9367/DISERTACI%C3%93N\\_ANDREA%20CAROLINA%20CASTILLO%20PIEDRA.pdf?sequence=3&isAllowed=](http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/9367/DISERTACI%C3%93N_ANDREA%20CAROLINA%20CASTILLO%20PIEDRA.pdf?sequence=3&isAllowed=).

[10] Bomberos Quito, [En línea]. Disponible en: <https://www.bomberosquito.gob.ec/>.

[11] Madaria, Z. «Senderismo y Montañismo para pacientes cardiovascular,» 1 de Septiembre de 2018. [En línea]. Disponible en: <https://fundaciondelcorazon.com/ejercicio/deportes/824-montanismo-para-el-paciente-cardiovascular.html>

[12] L. A. Ruiz Narvárez, “SISTEMA DE TELEMEDICINA PARA MONITOREO CONTINUO DE CONSTANTES VITALES EN LACTANTES MENORES PARA EVITAR EL SÍNDROME DE MUERTE SÚBITA,» Universidad Técnica de Ambato, 2018.

[13] D. C. Jiménez Zúñiga, “SISTEMA DE UBICACIÓN Y MONITOREO DE SEÑALES VITALES EN ADULTOS MAYORES Y PERSONAS CON ALZHEIMER,» 2018

[14] MedlinePlus, «Signos vitales,» [En línea]. Disponible en: <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/002341.htm>

[15] M. Mataix, «Diccionario de Electrónica, Informática Y Energía Nuclear,» España, Diaz de Santos, 1999, p. 597.

[16] F. Mecafenix, «Tipos de sensores y sus características», 11 Abril 2017. [En línea]. Disponible en: <https://www.ingmecafenix.com/automatizacion/sensores/>.

[17] C. Dominguez, “RNDS SISTEMAS DE LOCALIZACIÓN,» AIR-FI, pp. 1–2, 2014.

[18] Eyespace, «Diferencia entre GPS, GSM Y GPRS,» 5 Agosto 2019. [En línea]. Disponible en: <http://www.eyespace.com.ve/conoces-la-diferencia-entre-gps-gsm-y-gprs/#.XjthxGhKjIU>.

- [19] M. C. España Boquera, «Sistemas de Comunicaciones Móviles,» de Servicios Avanzados de Telecomunicaciones, Madrid, Diez de Santos, 2003, pp. 142-146. [20] Fernando Valdés, Microcontroladores: Fundamentos y Aplicaciones, 3Q, 2007
- [21] S. Borges, «Servidor Web,» infranetworking, 04 Enero 2019. [En línea]. Disponible en: <https://blog.infranetworking.com/servidor-web/>.
- [22] A. Gutiérrez, “BASES DE DATOS,” p. 36, 2010.
- [23] Hostinet, «Qué son las bases de datos MySQL» [En línea]. Disponible en: <https://www.hostinet.com/formacion/panel-alojamiento/que-son-bases-de-datos-mysql/>.
- [24] B. Gustavo, «¿Qué es un hosting? Hosting web explicado para principiantes,» hostinger, 15 Mayo 2019. [En línea]. Disponible en: <https://www.hostinger.es/tutoriales/que-es-un-hosting>.
- [25] A. Castillo, «Los sistemas de información geográfica y el mapeo participativo aplicados en una propuesta de prevención de accidentes de Montaña en los Ilinizas» Febrero 2014. [En línea]. Disponible en: [http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/9367/DISERTACI%C3%93N\\_ANDREA%20CAROLINA%20CASTILLO%20PIEDRA.pdf?sequence=3&isAllowed=.](http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/9367/DISERTACI%C3%93N_ANDREA%20CAROLINA%20CASTILLO%20PIEDRA.pdf?sequence=3&isAllowed=.)
- [26] W. Chacón, «Actualización y difusión del Plan de Respuesta ante eventos adversos del Grupo de Intervención y rescate de la Policía Nacional de la ciudad de Quito» Abril 2016. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/1088/1/T-UIDE-1058.pdf>.
- [27] A. Carvajal, «La tecnología y preparación son claves en el senderismo» Julio 2018. [En línea]. Disponible en: <https://www.elcomercio.com/actualidad/tecnologia-preparacion-senderismo-extraviados-montana.html>
- [28] GOE, «Operativos de búsqueda y rescate de víctimas por parte del talento humano GOE DQM Z9» Septiembre 2018. [En línea]. Disponible en: [http://www7.quito.gob.ec/mdmq\\_ordenanzas/Comisiones%20del%20Concejo/Mesa/2018/2018-10-23/9.%20%20%20Oficio%20No.%20SGSG-UCSRP-2018-2122.PDF](http://www7.quito.gob.ec/mdmq_ordenanzas/Comisiones%20del%20Concejo/Mesa/2018/2018-10-23/9.%20%20%20Oficio%20No.%20SGSG-UCSRP-2018-2122.PDF)

- [29] FEDME, «Accidentalidad en Deportes de Montaña de Federados FEDME» 2018. [En línea]. Disponible en: <file:///C:/Users/user/Downloads/ALTA%20ESTUDIO%20ACCIDENTALIDAD%20FEDME%202018%20OK%20sin%20marcas.pdf>
- [30] Microprocesadores, «Sensor de humedad y temperatura» 2019. [En línea]. Disponible en: <http://microprocesadores.unam.mx/assets/documentohumedadtemperatura2-1.pdf>
- [31] Agspecinfo, «Sensor de humedad relativa y temperatura Número de parte: DHT 22» Septiembre 2015. [En línea]. Disponible en: <http://www.agspecinfo.com/pdfs/D/DHT-22.PDF>
- [32] J. Sánchez, «Sensor de Precisión de Temperatura Centígrada» Marzo 2011. [En línea]. Disponible en: <http://blog.utp.edu.co/jnsanchez/files/2011/03/LM351.pdf>
- [33] Bosch Sensortec, «BMP180 Digital, barometric pressure sensor» 2019. [En línea]. Disponible en: [https://ae-bst.resource.bosch.com/media/\\_tech/media/product\\_flyer/BST-BMP180-FL000.pdf](https://ae-bst.resource.bosch.com/media/_tech/media/product_flyer/BST-BMP180-FL000.pdf)
- [34] Digchip, «MS5611-01BA03 Barometric Pressure Sensor, with stainless steel cap» [En línea]. Disponible en: <https://www.digchip.com/datasheets/parts/datasheet/1352/MS5611-pdf.php>
- [35] A. Collantes, «Diseño y construcción de un termómetro electrónico digital basado en la tecnología de los microcontroladores» 2015. [En línea]. Disponible en: <https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/89095/D-84633.pdf>
- [36] Geekbot Electronics, «Sensor DS18B20 Temperatura» 2019. [En línea]. Disponible en: <http://www.geekbotelectronics.com/producto/ds18b20-sensor-de-temperatura/>
- [37] J. Bobes, SIGNOS O CONSTANTES VITALES. 2016
- [38] Desarro, «Análisis comparativo de tecnologías inalámbricas para una solución de servicios de telemedicina» Junio 2009. [En línea]. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=s0122-34612009000100011](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s0122-34612009000100011)

- [39] nPerf, «Mapa de cobertura 3G / 4G / 5G, Ecuador» 2020. [En línea]. Disponible en: <https://www.nperf.com/es/map/EC/-/11134.Movistar-Movil/signal/?ll=-1.208406497271858&lg=-81.45812988281251&zoom=7>
- [40] M. Bonilla, «Sistema Autónomo de Monitoreo de Señales Fisiológicas con Gestión de Emergencias para Seguridad Vial de Ciclistas Amateur» 2019. [En línea]. Disponible en: [https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/30084/1/Tesis\\_t1621ec.pdf](https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/30084/1/Tesis_t1621ec.pdf)
- [41] Isaac PE, «Análisis comparativo de las placas Arduino (oficiales y compatibles)» 2019. [En línea]. Disponible en: <https://comohacer.eu/analisis-comparativo-placas-arduino-oficiales-compatibles/>
- [42] Softwarlab, «GoDaddy en Español: Análisis, opiniones» 2020. [En línea]. Disponible en: <https://softwarelab.org/es/godaddy-analisis/>
- [43] Hosting Victory, «Latin Cloud: Hosting con Cpanel y WordPress. Análisis, Precio y Opiniones» 2020. [En línea]. Disponible en: <https://hostingvictory.com/es/opiniones/latin-cloud/>
- [44] A. Gomez, «AwardSpace» 2018. [En línea]. Disponible en: <https://hostinggratis.xyz/opiniones/awardspace>
- [45] R. Blasco Redondo, «ACLIMATACIÓN AL EJERCICIO FÍSICO EN SITUACIONES DE ESTRÉS TÉRMICO» pp. 621–631, 2012.
- [46] N. Parra Rojas, «RESPUESTA CARDÍACA EN JUGADORES DE FÚTBOL DE TERCERA DIVISIÓN DURANTE PARTIDOS OFICIALES Y ENTRENAMIENTOS» Universidad de Murcia, 2015.
- [47] E. Digi-Key, «CALCULADOR DE VIDA ÚTIL DE UNA BATERÍA» 2019 [En Línea]. Disponible en: <https://www.digikey.com/es/resources/conversioncalculators/conversion-calculator-battery-life>
- [48] Maxim Integrated, «Pulse Oximeter and Heart-Rate Sensor IC for Wearable Health» 2019. [En Línea]. Disponible en: <https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/MAX30100.pdf>

- [49] Visystem, «Sensores Dht22 y Ds18b20 Información y gráficas» 2020. [En línea]. Disponible en: <http://visystem.ddns.net:7442/graficas-sensores-ds-dth22/>
- [50] ELECTRONICAPTY, «Modulo Sensor de Presion Barometrica BMP180» 2018. [En línea]. Disponible en: <http://www.electronicapty.com/modulo-sensor-de-presi%C3%B3n-barom%C3%A9trica-bmp180-detail?tmpl=component&format=pdf>
- [51] MAKERPRO, «Módulo SIM808 creando un sistema de seguimiento de automóviles con una antena Arduino y GPS» Agosto, 2018. [En Línea]. Disponible en: <https://maker.pro/arduino/projects/build-a-car-tracking-system-with-the-sim808-module>
- [52] AwardSpace, «AWARDSPACE» 2020. [En Línea]. Disponible en: <https://www.awardspace.com/?aid=MTkyNDE4MTkyNzIzMjc%3D>
- [53] freewebtemplates, « freewebtemplates.com» 2020. [En Línea]. Disponible en: <https://www.freewebtemplates.com/download/free-website-template/hielo-772466825/>
- [54] M. del Trabajo, «TABLA SECTORIAL 2019», 2019. [En Línea]. Disponible en: <http://www.ecuadorlegalonline.com/laboral/tabla-sectorial-2019-ministeriodel-trabajo/>.

# Anexos

## ANEXO A

### Código desarrollado del microcontrolador ubicado en la muñeca del practicante.

Código desarrollado en lenguaje de programación C en el IDE de Arduino para la adquisición de las señales fisiológicas dadas por los sensores y activación de alertas.

```
#include <MAX30100_PulseOximeter.h>
#include <OneWire.h>
#include <SoftwareSerial.h>
SoftwareSerial Serial1(1,0);
#include <DallasTemperature.h>
#define REPORTING_PERIOD_MS 1000
PulseOximeter pox;
uint32_t tsLastReport = 0;
volatile boolean heartBeatDetected = false;
void onBeatDetected() {
  heartBeatDetected = true;
}
OneWire oneWire(2);
DallasTemperature sensors(&oneWire);
DeviceAddress tempDeviceAddress;
int resolution = 12;
unsigned long lastTempRequest = 0;
int delayInMillis = 0;
float spO2,bpm,centi;
int i;
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  Serial1.begin(9600);
  pox.begin();
  if (!pox.begin()) {
    for(;;);
  } else {
    pox.setIRLedCurrent(MAX30100_LED_CURR_7_6MA);
    pox.setOnBeatDetectedCallback(onBeatDetected);

    sensors.begin();
    sensors.getAddress(tempDeviceAddress, 0);
    sensors.setResolution(tempDeviceAddress, resolution);
    sensors.setWaitForConversion(false);
    sensors.requestTemperatures();
    delayInMillis = 750 / (1 << (12 - resolution));
    delay(30);
    lastTempRequest = millis();
  }
}
void puls() {
  pox.update();
  if (millis() - tsLastReport > REPORTING_PERIOD_MS) {
    bpm = pox.getHeartRate();
    spO2 = pox.getSpO2()-5;
    tsLastReport = millis();
  }
}
void temp() {
  if (millis() - lastTempRequest >= delayInMillis) {
    sensors.requestTemperatures();
    centi = (sensors.getTempCByIndex(0)+5.3);
    lastTempRequest = millis();
  }
}
}
```

```
void loop() {
  Serial1.print("**");
  puls();
  temp();
  if (i>2000){
    Serial.print(centi);
    Serial.print("/");
    Serial.print(bpm);
    Serial.print("/");
    Serial.print(spO2);
    Serial.print("/");
    Serial.println(" ");

    i=0;
  }//
  i++;
}
```

---

## ANEXO B

### Código desarrollado del microcontrolador en la mochila del practicante.

Código desarrollado en lenguaje de programación C en el IDE de Arduino para la recepción de datos del dispositivo uno, visualización de los mismos en pantalla, adquisición de datos de variables ambientales, posicionamiento global del practicante y transmisión del conjunto de esta información a la base de datos.

```
#include "SoftwareSerial.h"
#include <DFRobot_sim808.h>//libreria sim808
#include <SD.h> // incluye libreria para tarjetas SD
#define SSPin 53 // Slave cs en pin digital 53
File archivo; // objeto archivo del tipo File
#include <Adafruit_GFX.h> // Include core graphics library
#include <Adafruit_ST7735.h> // Include Adafruit_ST7735 library to drive the display
#include <DS3231.h>//lib reloj
#include <Wire.h>
#include <String.h>
SoftwareSerial mySerial(11,12);//conexion Rx,Tx
#include "DHT.h" // libreria DHT
#define DHTPIN 6 //Seleccionamos el pin en el que se conectará el sensor
#define DHTTYPE DHT22 //Se selecciona el DHT22(hay otros DHT)
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
#include <Separador.h> // libreria para separar datos en bluetooth
#include <SFE_BMP180.h>
SFE_BMP180 bmp180;

// Declare pins for the display:
#define TFT_CS 10
#define TFT_RST 9
#define TFT_DC 8
Adafruit_ST7735 tft = Adafruit_ST7735(TFT_CS, TFT_DC, TFT_RST);
#include <Fonts/FreeSerif18pt7b.h> // Add a custom font

#define MESSAGE_LENGTH 160

DFRobot_SIM808 sim808(&mySerial);//Connect RX, TX, PWR,
char message[MESSAGE_LENGTH];
int messageIndex = 0;
//char MESSAGE[300];
char EMERGENCIA[300];
char EMERGENCIA2[300];
char lat[12];
char lon[12];
char wspeed[12];
char gprsBuffer[64];
char phone[16]="0984839507";
char datetime[24];

//*****

int pulsador = 0;
int pulsacion = 0;
//int opcion = 1;
boolean screen0 = false;
boolean screen1 = false;
boolean screen2 = false;
boolean screen3 = false;
boolean screen4 = false;
```

```

boolean screen6 = false;
int linea = 1;
int state = 0; // Variable lectura dato serial
int pulsadoresPin = 40;
int Bat_Pin = A1;//pin para lectura de bateria
int lecturapinBat=0;
int acumulaBat = 0;
int promed_Bat = 0;
int lecturapinPS=0;
int acumulaPS = 0;
int promed_PS = 0;
long valor=0;
long valorPpm=0;
long valorPpmBarraVerde=0;
long valorPpmBarraRoja=0;
long acumulador=0;
long promedio=0;
float temperatura ;
float humedad;
double T,P,A;
String tcorporal;
String spo2;
String pulso;
DS3231 rtc(SDA, SCL);
Separador s;

void setup() {
  mySerial.begin(9600); //inicializacion myserial utilizado comunicacion sim808
  Serial.begin(9600);
  Serial1.begin(9600);//inicializa serall utilizado para bluetooth
  bmp180.begin();//inicializa sensor bmp180
  dht.begin();//inicializa sensor dht
  rtc.begin();//inicializa rtc
  SD.begin(SSpin);
  iniciogprs();
  iniciogps();
  //*****
  pinMode(Bat_Pin,INPUT);
  if (!SD.begin(SSpin)) { // inicializacion de tarjeta SD
    Serial.println("fallo en inicializacion !");// si falla se muestra texto correspondiente y
    return; // se sale del setup() para finalizar el programa
  }
  Serial.println("inicializacion correcta"); // texto de inicializacion correcta
  tft.initR(INITR_BLACKTAB); // initialize a ST7735S chip
  tft.setRotation(1);
  tft.fillScreen( 0x0000);
  tft.setCursor(10, 30);
  tft.setTextColor(0xFFFF);
  tft.setTextSize(8);
  tft.drawCircle(80, 64, 70,0xFFFF);
  {
    for (int i = 5; i>=0; i--){ //Contador inicial
      tft.fillScreen( 0x0000);
      tft.drawCircle(80, 64, 70, 0xFFFF);
      tft.drawCircle(80, 64, 69, 0xFFFF);
      tft.drawCircle(80, 64, 68, 0xFFFF);
      tft.setCursor(60, 35);
      tft.print(i);
      delay(300); }
  }
  tft.fillScreen(0xF81F);
  tft.setTextSize(2);
  tft.setCursor(20, 30);
  tft.print ("SENDERISMO");//mensaje inicio
  tft.setCursor(40, 80);
  tft.println(" APKE");
  tft.invertDisplay(true);
  delay(500);
  tft.invertDisplay(false);
  delay(1500);
  //*****
}

```

```

void leerBtPulsadores(){
  pulsacion = 0;
  state = 0;
  if (digitalRead(2) == HIGH){
    SMSemerg(); //pulsador emergencia
  }
  if (digitalRead(5) == HIGH)
  {
    pulsacion = 1;
  } // pulsador indicador arriba
  else if (digitalRead(4) == HIGH)
  {pulsacion = 2;
  } // pulsador OK
  else if (digitalRead(3) == HIGH)
  {
    pulsacion = 3;
  } // Pulsador abajo
  if (state == '1' ) {
    pulsacion = 1;
  }
  if (state == '2' ) {pulsacion = 2;
  }
  if (state == '3' ) {pulsacion = 3;
  }
  if (pulsacion != 0 ){
    ..
    ..
    if (pulsacion == 3 ) {linea ++;
    }
    if (linea > 6) {linea=1;
    }
    if (pulsacion == 1 ) {linea --;
    }
    if (linea < 1) {linea=6;
    }

    piloto_ON();
  }
  delay(300);
}

void pilotos_OFF(){ // oscurece los indicadores del menu0
  tft.fillCircle(10, 25, 2, 0x0000);
  tft.fillCircle(10, 41, 2, 0x0000);
  tft.fillCircle(10, 57, 2, 0x0000);
  tft.fillCircle(10, 73, 2, 0x0000);
  tft.fillCircle(10, 89, 2, 0x0000);
  tft.fillCircle(10, 105,2, 0x0000);
} // enciende el indicador de linea preseleccionada en menu0

void piloto_ON(){
  if (linea == 1 && screen0 == true) { pilotos_OFF();tft.fillCircle(10, 25, 2, 0xF800 ); }
  if (linea == 2 && screen0 == true) { pilotos_OFF();tft.fillCircle(10, 41, 2, 0xF800 ); }
  if (linea == 3 && screen0 == true) { pilotos_OFF();tft.fillCircle(10, 57, 2, 0xF800 ); }
  if (linea == 4 && screen0 == true) { pilotos_OFF();tft.fillCircle(10, 73, 2, 0xF800 ); }
  if (linea == 5 && screen0 == true) { pilotos_OFF();tft.fillCircle(10, 89, 2, 0xF800 ); }
  if (linea == 6 && screen0 == true) { pilotos_OFF();tft.fillCircle(10, 105,2, 0xF800 ); }
}

void menu0(){ // MAIN MENU
  screen1 = false;
  screen2 = false;
  screen3 = false;
  screen4 = false;
  screen5 = false;
  screen6 = false;

  if( screen0 == false) { // para no recargar innecesariamente
    tft.fillScreen( 0x0000);
    tft.fillRoundRect(0, 16,160,99, 5,0x7BEF);//interior de rectangulo
    tft.drawRoundRect(0, 16,160,99, 5, 0xF81F);//contorno de rectangulo
    tft.setCursor(0, 6);
    tft.setTextColor(0xF81F);
    tft.setTextSize(1);
    tft.println(" SENDERISMO MENU ");
    tft.setTextColor( 0xFFFF);
    tft.println(" ");}
}

```

```

tft.println(" 3  ALTURA Y PRESIONAT");
tft.println(" ");
tft.println(" 4  LOCALIZACION");
tft.println(" ");
tft.println(" 5  MONITOREO CORPORAL");
tft.println(" ");
tft.println(" 6  BATERIA");
tft.println(" ");
tft.setTextColor(0x001F);
tft.println("  SENDERISMO APKE");
delay (300);
tft.drawCircle(10, 25, 4, 0x07FF);//circulos de pantalla para indicador
tft.drawCircle(10, 41, 4, 0x07FF);
tft.drawCircle(10, 57, 4, 0x07FF);
tft.drawCircle(10, 73, 4, 0x07FF);
tft.drawCircle(10, 89, 4, 0x07FF);
tft.drawCircle(10, 105, 4, 0x07FF);

screen0 = true;
piloto_ON();}

leerBtPulsadores();
if (pulsacion == 2 && linea == 1) {
  pulsacion =0; menu1();
}
if (pulsacion == 2 && linea == 2) {
  pulsacion =0; menu2();
}
if (pulsacion == 2 && linea == 3) {
  pulsacion =0; menu3();
}
if (pulsacion == 2 && linea == 4) {
  pulsacion =0; menu4();
}
if (pulsacion == 2 && linea == 5) {
  pulsacion =0; menu5();
}
if (pulsacion == 2 && linea == 6) {
  pulsacion =0; menu6();
}
}
void menu1(){
screen0 = false;
screen2 = false;
screen3 = false;
screen4 = false;
screen5 = false;
screen6 = false;
if (screen1 == false){
screen1 = true;
hora();

void hora() {
tft.fillScreen(ST7735_BLACK);
tft.setCursor(0, 12);
tft.setTextSize(2);
tft.setTextColor(ST7735_CYAN);
tft.println(" FECHA Y HORA ");
//*****RTC*****
while (screen1 == true) {
tft.drawRoundRect(0, 0, 160, 120,10, ST7735_MAGENTA);
tft.setCursor(30,40); // Set position (x,y)
tft.setTextColor(ST7735_GREEN, ST7735_BLACK);
tft.setTextSize(2);
tft.println(rtc.getTimeStr());
tft.setCursor(20,80); // Set position (x,y)
tft.setTextColor(ST7735_GREEN, ST7735_BLACK);
tft.setTextSize(2);
tft.println(rtc.getDateStr());
if (digitalRead(2) == HIGH){
SMSemerg();
} // si se pulsa cualquier pulsadores ir a menu0.
if (digitalRead(5) == HIGH||digitalRead(4) == HIGH||digitalRead(3) == HIGH){
menu0 ();
break;
}
}
}
}
}

```

```

void menu2 () {
  screen0 = false;
  screen3 = false;
  screen4 = false;
  screen1 = false;
  screen5 = false;
  screen6 = false;
  if (screen2 == false) {
    screen2 = true;
    tft.fillScreen(ST7735_WHITE);
    delay (200);
    tft.fillScreen(ST7735_BLACK);
    tft.setCursor(15, 12);
    tft.setTextColor(ST7735_CYAN);
    tft.setTextSize(2);
    tft.println("TEMPERATURA ");
    tft.setCursor(90, 33);
    tft.setTextColor(ST7735_YELLOW);
    tft.println(" C ");
    tft.setCursor(20,60);
    tft.setTextColor(ST7735_CYAN);
    tft.println(" HUMEDAD ");
    tft.setTextColor(ST7735_YELLOW);
    tft.setCursor(90,85);
    tft.println(" % ");
    while (screen2 == true) {

while (screen2 == true) {
  tft.drawRoundRect(0, 0, 160, 120,10, ST7735_MAGENTA);
  temp();

//Se imprimen las variables
  tft.setCursor(40,33);
  tft.setTextColor(ST7735_GREEN, ST7735_BLACK);
  tft.setTextSize(2);
  tft.print(temperatura+0.5);

  tft.setCursor(40,80);
  tft.setTextColor(ST7735_GREEN, ST7735_BLACK);
  tft.setTextSize(2);
  tft.print(humedad);

  if (digitalRead(2) == HIGH){
    SMSemerg();
  }
  if (digitalRead(5) == HIGH||digitalRead(4) == HIGH||digitalRead(3) == HIGH) {
    menu0 ();
    break;
  }
}
}
}

void temp() {
  humedad = dht.readHumidity(); // lee la humedad
  temperatura = dht.readTemperature(); // lee la temperatura
}

void menu3 () {
  screen0 = false;
  screen2 = false;
  screen4 = false;
  screen1 = false;
  screen5 = false;
  screen6 = false;
  if (screen3 == false) {
    tft.fillScreen(ST7735_BLACK);
    tft.setCursor(50, 10);
    tft.setTextSize(2);
    tft.setTextColor(ST7735_CYAN);
    tft.println("ALTURA");
    tft.setTextColor(ST7735_YELLOW);
    tft.setCursor(100, 40);
    tft.println("m.s.m");
    tft.setTextColor(ST7735_CYAN);
    tft.setCursor(20, 70);
    tft.println("PRESION AT");
    tft.setTextColor(ST7735_YELLOW);
    tft.setCursor(110, 100);
    tft.println("mb");

```

```

    screen3 = true;
while (screen3 == true) {
    altura();
    delay(1000);
    tft.setCursor(30,100);
    tft.setTextColor(ST7735_GREEN, ST7735_BLACK);
    tft.setTextSize(2);
    tft.print(P+312);
    tft.setCursor(10,40);
    tft.setTextColor(ST7735_GREEN, ST7735_BLACK);
    tft.setTextSize(2);
    tft.print(A);
    if (digitalRead(2) == HIGH) {
        SMSemerg();
    }
if (digitalRead(5) == HIGH||digitalRead(4) == HIGH||digitalRead(3) == HIGH) {
    menu0 ();
    break;
}
}
}
}

void altura(){
    char status;
    //double presss=312;
    double presss=337;
    double PresionNivelMar=1490.60; //presion sobre el nivel del mar en mbar
    status = bmp180.startTemperature(); //Inicio de lectura de temperatura
    if (status != 0) {
        delay(status); //Pausa para que finalice la lectura
        status = bmp180.getTemperature(T); //Obtener la temperatura
        if (status != 0) {
            status = bmp180.startPressure(3); //Inicio lectura de presión
            if (status != 0) {
                delay(status); //Pausa para que finalice la lectura
                status = bmp180.getPressure(P,T); //Obtenemos la presión
                if (status != 0) {
                    Serial.print("Temperatura: ");
                    Serial.print(T);
                    Serial.print(" *C , ");
                    Serial.print("Presion: ");
                    Serial.print(P);
                    Serial.print(" mb , ");
                    //-----Calculamos la altitud-----
                    A= bmp180.altitude(P+312,PresionNivelMar);
                    Serial.print("Altitud: ");
                    Serial.print(A);

                    Serial.println(" m s.n.m.");
                }
            }
        }
    }
}

//*****
void menu4(){
    tft.fillScreen(ST7735_BLACK);
    screen0 = false;
    screen2 = false;
    screen3 = false;
    screen1 = false;
    screen5 = false;
    screen6 = false;
    if (screen4 == false) {
        tft.fillScreen(ST7735_WHITE);
        tft.setCursor(0, 18);
        tft.setTextColor(ST7735_BLUE);
        tft.setTextSize(2);
        tft.println("");
        tft.println(" OBTENIENDO COORDENADAS");
        tft.println(" ");
        tft.println(" ESPERE..");
    }
}

```

```

tft.println(" ");
tft.setTextSize(1);
tft.setTextColor(ST7735_RED);
tft.println(" SENDERISMO ");
tft.println(" CON RESPONSABILIDAD /");
tft.setTextSize(2);
delay (2000);
iniciogps();

tft.fillScreen(ST7735_BLACK);
tft.setCursor(0, 0);
tft.setTextColor(ST7735_CYAN);
tft.println(" OBTENIENDO COORDENADAS ");
tft.setTextColor(ST7735_RED);
tft.print(" *GPS*");
tft.println("");
tft.setTextColor(ST7735_WHITE);
tft.println("Inicializando");
tft.println("");
for (int i = 0; i<=12; i++){
tft.print("*");
delay (500);
}
delay (200);
tft.fillScreen(ST7735_BLACK);

tft.fillScreen(ST7735_BLACK);
tft.setCursor(40, 10);
tft.setTextSize(2);
tft.setTextColor(ST7735_CYAN);
tft.println("LATITUD");
tft.setTextColor(ST7735_CYAN);
tft.setCursor(35, 70);
tft.println("LONGITUD");
screen4 = true;
while (screen4 == true) {
tft.drawRoundRect(0, 0, 160, 120,10, ST7735_MAGENTA);
gps();
tft.setCursor(30,90);
tft.setTextColor(ST7735_GREEN, ST7735_BLACK);
tft.setTextSize(2);
tft.print(lon);
tft.setCursor(30,40);
tft.setTextColor(ST7735_GREEN, ST7735_BLACK);
tft.setTextSize(2); )
tft.print(lat);
if (digitalRead(2) == HIGH){
SMSemerg();
}
if (digitalRead(5) == HIGH||digitalRead(4) == HIGH||digitalRead(3) == HIGH){
menu0 ();

if (digitalRead(5) == HIGH||digitalRead(4) == HIGH||digitalRead(3) == HIGH){
menu0 ();
break;
}
}
}
}
void gps(){
mySerial.println("AT+CGPSOUT=32");
while (!sim808.getGPS());
mySerial.println("AT+CGPSOUT=0");
float la = sim808.GPSdata.lat;
float lo = sim808.GPSdata.lon;
dtostrf(la, 4, 6,lat);
dtostrf(lo, 4, 6,lon);
}
//*****
void menu5 () {
screen0 = false;
screen2 = false;
screen3 = false;
screen1 = false;
screen4 = false;
screen6 = false;

if (screen5 == false){

```

```

screen5 = true;
tft.fillScreen(ST7735_BLACK);
tft.setCursor(0, 5);
tft.setTextSize(2);
tft.setTextColor(ST7735_CYAN);
tft.println(" TEMPERATURA ");
tft.setCursor(80, 25);
tft.setTextColor(ST7735_YELLOW);
tft.println(" C ");
tft.setTextColor(ST7735_CYAN);
tft.setCursor(0, 45);
tft.println(" PULSACIONES ");
tft.setCursor(80, 65);
tft.println(" PPM ");
tft.setCursor(0, 85);
tft.println(" SPO2 ");
tft.setTextColor(ST7735_YELLOW);

while (screen5 == true) {
tft.drawRoundRect(0, 0, 160, 120, 10, ST7735_MAGENTA);
monitoreo();
tft.setCursor(30,25);
tft.setTextColor(ST7735_GREEN, ST7735_BLACK);
tft.setTextSize(2);
tft.print(tc corporal);
tft.setCursor(30,65);

tft.setTextColor(ST7735_GREEN, ST7735_BLACK);
tft.setTextSize(2);
tft.print(pulso);
tft.setCursor(30,105);
tft.setTextColor(ST7735_GREEN, ST7735_BLACK);
tft.setTextSize(2);
tft.print(spo2);
pulsador = analogRead(pulsadoresPin);
if (digitalRead(2) == HIGH){
SMSemerg();
}
if (digitalRead(5) == HIGH||digitalRead(4) == HIGH||digitalRead(3) == HIGH){
menu0 ();
break;
}
}
}

void monitoreo(){
String datosrecibidos =Serial1.readString();//lee datos en serial1
tc corporal=s.separa(datosrecibidos,'/',0); //separa los datos obtenidos con cada /
pulso=s.separa(datosrecibidos,'/',1);
spo2=s.separa(datosrecibidos,'/',2);
}

void menu6(){
screen0 = false;
screen2 = false;
screen3 = false;
screen4 = false;
screen5 = false;
screen1 = false;
if (screen6 == false){
screen6 = true;
bateria();
}
}

void bateria (){
tft.fillScreen( 0x0000);
tft.drawRect (0,50,160,10,0x001F);
tft.setCursor(0,0);
tft.setTextSize(2);
tft.println(" BATERIA:");
tft.println("");
tft.print(" Bat= V");
tft.println("");
tft.println("");
tft.println("");
tft.print("");
tft.println(" Bat= %");}

```

```

tft.print("");
tft.println(" Bat=      %");
tft.println("");
while (screen6 == true) {
tft.drawRoundRect(0, 0, 160, 120,10, ST7735_MAGENTA);
for (int i = 0; i<=9; i++){
lecturapinBat =analogRead (Bat_Pin);
acumulaBat = (acumulaBat + lecturapinBat);
if (digitalRead(2) == HIGH){
SMSemerg();
}
if (digitalRead(5) == HIGH||digitalRead(4) == HIGH||digitalRead(3) == HIGH){
menu0 ();
break;
}
}
delay (80);
}
if (screen6 == true){
}
promed_Bat = (acumulaBat/10);
acumulaBat = 0;
int Volt_pinBat = map(promed_Bat, 0, 1023, 0, 7400);
//float Volt_Bat = ((Volt_pinBat )*2);
float Volt_Bat = ((Volt_pinBat ));
int Bat_barra = map(Volt_Bat,2600 ,4200 ,0,156);
if (Bat_barra > 156) {

Bat_barra=156;
}
if (screen6 ==true){
tft.fillRect (70,33,50,15, 0x0000);
tft.fillRect (70,95,60,15, 0x0000);
tft.fillRect (70,65,60,15, 0x0000);
tft.setTextColor(ST7735_WHITE);
tft.setTextSize(2);
tft.setCursor(70,33);
tft.print(Volt_Bat/1000);
tft.setCursor(70,65);
tft.print(((Volt_Bat/1000)*100)/7.4);

tft.fillRect (2,53,156,6, 0x0000);//PARA ACTUALIZAR LA BARRA
tft.fillRect (2,121,156,6, 0x0000);
tft.fillRect (2,53,(Bat_barra),6,0xF800 );
}
}
}
void guardar(){
archivo = SD.open("datos.txt", FILE_WRITE);
if (archivo) {
for (int i=1; i < 3; i++){
gps();
archivo.print(rtc.getTimeStr());
archivo.print(",");

archivo.print(",");
archivo.print(rtc.getDateStr()); // escribe en tarjeta la fecha
archivo.print(","); // escribe en tarjeta una coma
archivo.print(lon ); // escribe en tarjeta el valor longitud
archivo.print(","); // escribe en tarjeta una coma
archivo.println(lat ); // escribe en tarjeta el valor de latitud

Serial.print(rtc.getTimeStr()); // escribe en monitor la hora
Serial.print(","); // escribe en monitor una coma
Serial.print(rtc.getDateStr()); // escribe en serial la fecha
Serial.print(","); // escribe en serial una coma
Serial.print(lon); // escribe en serial el valor de longitud
Serial.print(","); // escribe en serial una coma
Serial.println(lat); // escribe en serial el valor de latitud
delay(1000);
}
}
archivo.close(); // cierre de archivo
Serial.println("escritura correcta"); // texto de escritura correcta en serial
} else {
Serial.println("error en apertura de datos.txt"); // texto de falla en apertura de archivo
}
}
}

```

```

void SMSemerg() {
    while(!sim808_check_with_cmd("AT+cGSPSPWR=1\r\n", "OK\r\n", CMD))
    {
        Serial.println("fallo al inicial gps");
    }
    Serial.println("gps encendido");
    delay(200);
    while (!sim808_check_with_cmd("AT+CGPSSTATUS?\r\n", "+CGPSSTATUS: Location 2D Fix", CMD)&&
    !sim808_check_with_cmd("AT+CGPSSTATUS?\r\n", "+CGPSSTATUS: Location 3D Fix", CMD))
    {
        Serial.println("adquiriendo datos del gps");
    }
    gps();
    digitalWrite(28, HIGH); //indicador led emergencia
    Serial.println("enviando mensaje emergencia ....");
    Serial.println(phone);
    delay(200);
    mySerial.println("AT+CGPSOUT=32");
    while (!sim808.getGPS());
    mySerial.println("AT+CGPSOUT=0");
    float la = sim808.GPSdata.lat;
    float lo = sim808.GPSdata.lon;
    dtostrf(la, 4, 6, lat);
    dtostrf(lo, 4, 6, lon);
    sprintf(EMERGENCIA, "***SENDERISTA EN PELIGRO** \n: \nhttp://maps.google.com/maps?q=%s,%s\n", lat, lon);
    sim808.sendSMS(phone, EMERGENCIA);}

void SMSemerg2() {
    while(!sim808_check_with_cmd("AT+cGSPSPWR=1\r\n", "OK\r\n", CMD))
    {
        Serial.println("fallo al inicial gps");
    }
    Serial.println("gps encendido");
    delay(200);
    while (!sim808_check_with_cmd("AT+CGPSSTATUS?\r\n", "+CGPSSTATUS: Location 2D Fix", CMD)&&
    !sim808_check_with_cmd("AT+CGPSSTATUS?\r\n", "+CGPSSTATUS: Location 3D Fix", CMD))
    {
        Serial.println("adquiriendo datos del gps");
    }
    gps();
    digitalWrite(28, HIGH); //indicador led emergencia
    Serial.println("enviando mensaje emergencia ....");
    Serial.println(phone);
    delay(200);
    mySerial.println("AT+CGPSOUT=32");
    while (!sim808.getGPS());
    mySerial.println("AT+CGPSOUT=0");
    float la = sim808.GPSdata.lat;
    float lo = sim808.GPSdata.lon;
    dtostrf(la, 4, 6, lat);
    dtostrf(lo, 4, 6, lon);
    sprintf(EMERGENCIA2, "***ALERTA** \n: \nhttp://maps.google.com/maps?q=%s,%s\n", lat, lon);
    sim808.sendSMS(phone, EMERGENCIA2);}

void toSerial() {
    while(mySerial.available() !=0)
    {
        Serial.write(mySerial.read());
    }
}

void iniciogprs() {
    while(!sim808.init())
    {
        Serial.print("Sim808: fallo\r\n");
        return;
    }
    delay(500);
    Serial.println("SIM :conectado");
    Serial.println("Config SIM808...");
    mySerial.flush();
    Serial.flush();
    mySerial.println("AT+CGATT?");
    delay(100);
    toSerial();
    mySerial.println("AT+SAPBR=3,1,\"CONTYPE\", \"GPRS\"");
    delay(100);
    toSerial();
}

```

```

toSerial();
mySerial.println("AT+SAPBR=3,1,\"APN\", \"internet.claro.com.ec\"");
delay(100);
toSerial();
mySerial.println("AT+SAPBR=1,1");
delay(1000);
toSerial();
}
void iniciogps(){
while(!sim808_check_with_cmd("AT+CGSPWR=1\r\n", "OK\r\n", CMD)){
Serial.println("fallo al inicial gps");
return;
}
Serial.println("gps encendido");
delay(200);
while (!sim808_check_with_cmd("AT+CGPSSTATUS?\r\n", "+CGPSSTATUS: Location 2D Fix", CMD)
&&!sim808_check_with_cmd("AT+CGPSSTATUS?\r\n", "+CGPSSTATUS: Location 3D Fix", CMD))
{
Serial.println("adquiriendo datos del gps");
}
}

void http(){
while(!sim808.init()) {
Serial.print("Sim808: fallo\r\n");
delay(500);
guardar();
goto s;//salto si no hay cobertura
}
delay(500);
Serial.println("SIM :conectado");
Serial.println("Config SIM808...");
mySerial.flush();
Serial.flush();
// attach or detach from GPRS service
mySerial.println("AT+CGATT?");
delay(100);
toSerial();
// bearer settings
mySerial.println("AT+SAPBR=3,1,\"CONTYPE\", \"GPRS\"");
delay(100);
toSerial();
// bearer settings
mySerial.println("AT+SAPBR=3,1,\"APN\", \"internet.claro.com.ec\"");
delay(100);
toSerial();
// bearer settings
mySerial.println("AT+SAPBR=1,1");

delay(1000);
toSerial();
//iniciogps();
gps();
temp();
altura();
monitoreo();
// initialize http service
mySerial.println("AT+HTTTPINIT");
delay(100);
toSerial();
mySerial.println("AT+HTTTPARA=\"URL\", \"senderismoapo.atwebpages.com/
ingresdatos.php?temperatura="+String(temperatura+0.5)+"&humedad="+String(humedad)
+"&altura="+String(A)+"&lon="+String(lon)+"&lat="+String(lat)+"&spo2="+String(spo2)
+"&pulsos="+String(pulso)+"&temp="+String(tc corporal)+"&hora="+String(rtc.getTimeStr())
+"&fecha="+String(rtc.getDateStr())+String("\r\n"));
delay(1000);
toSerial();
// set http action type 0 = GET, 1 = POST, 2 = HEAD
mySerial.println("AT+HTTPACTION=0");
delay(100);
toSerial();

// read server response
mySerial.println("AT+HTTTPREAD");
delay(100);
toSerial();
}

```

```

mySerial.println("");
mySerial.println("AT+HTTPTERM");
toSerial();
delay(300);

mySerial.println("");
delay(1000);
if (spo2<90){
  SMSemerg2();
}
if(pulso>130||pulso<40){
  SMSemerg2();
}
if (tcorporal > 39,4|| tcorporal < 36,5){
  SMSemerg2();
}

s://salto si no hay cobertura
if (digitalRead(5) == HIGH||digitalRead(4) == HIGH||digitalRead(3) == HIGH){
  menu0 ();
}
}

void loop()
{
  int i=0;
  while(i<1000){ //1000 ---5min
    menu0(); // MAIN MENU

    Serial.print(i);
    i++;
  }
  digitalWrite(28, LOW);
  http();
}

```

## ANEXO C

### Código desarrollado para la conexión de la base de datos

Código desarrollado en lenguaje php para la conexión de la base de datos con la SIM808 denominado “conexion.php”

```
<?php
$conexion = mysqli_connect( "fdb24.awardspace.net" ,"3479594_apo", "3479594_apo");

$conexion -> set_charset("utf8");
if (mysqli_connect_error()) /*SI NO SE CONECTA SE IMPRIME FALLO DE CONEXIÓN*/
{
echo "FALLO EN LA CONEXIÓN CON MySQL: " . mysqli_connect_error();
}
return $conexion; /*SE INTENTA NUEVAMENTE CONECTARSE CON LA BASE DE DATOS*/
?>
```

## ANEXO D

### Código desarrollado para el ingreso de las variables a la base de datos

Código desarrollado en lenguaje php para el ingreso de los valores de las variables a la base de datos denominado “ingresdatos.php”

```
<?php
include("conexion.php"); /*SE INCLUYE DE FORMA GLOBAL EL ARCHIVO CONEXIÓN.PHP*/
global $conexion;

$hora = $_GET ['hora'];
$fecha = $_GET ['fecha'];
$sensor1 = $_GET ['temperatura'];
$sensor2= $_GET ['humedad'];
$sensor3 = $_GET ['altura'];
$sensor4 = $_GET ['lon'];
$sensor5= $_GET ['lat'];
$sensor6 = $_GET ['spo2'];
$sensor7 = $_GET ['pulsos'];
$sensor8 = $_GET ['temp'];
/*CONSULTA A LA BASE DE DATOS PARA INGRESAR LA INFORMACIÓN*/

$query="INSERT INTO datos (hora,fecha,sensor1,sensor2,sensor3,sensor4,sensor5,sensor6,sensor7,sensor8)
VALUES ('$hora','$fecha','$sensor1','$sensor2','$sensor3','$sensor4','$sensor5','$sensor6','$sensor7',
'$sensor8')";
$resultado = $conexion->query($query);
if($resultado){
}else{
echo "inserccion no exitosa";
}
?>
```

## ANEXO E

### Código desarrollado para la página web

Código desarrollado en lenguaje html para la página principal denominado  
“index.html”

```
<!DOCTYPE HTML>

<html>
  <head>
    <title>SENDERISMO</title>
    <meta charset="utf-8" />
    <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1" />
    <link rel="stylesheet" href="assets/css/main.css" />
  </head>
  <body>

    <!-- Header -->
    <header id="header" class="alt">
      <div class="logo"><a href="index.html">SENDERISMO</span><span>SEGURO</span></a></div>
      <a href="#menu">Menu</a>
    </header>

    <!-- Nav -->
    <nav id="menu">
      <ul class="links">
        <li><a href="index.html">Home</a></li>
        <li><a href="grafica/graficas.php">MONITOREO AMBIENTAL</a></li>
        <li><a href="grafica/graficas2.php">MONITOREO VITAL</a></li>
        <li><a href="mapear.php">TRACKING</a></li>
        <li><a href="tabla.php">TABLA</a></li>
      </ul>
    </nav>

    <!-- Banner -->
    <section class="banner full">
      <article>
        
        <div class="inner">
          <header>
            <p>Sueña sin miedos </p>
            <h2> vive sin limites</h2>
          </header>
        </div>
      </article>
      <article>
        
        <div class="inner">
          <header>
            <p>Viajo luego </p>
            <h2>Existo</h2>
          </header>
        </div>
      </article>
      <article>
        
        <div class="inner">
          <header>
            <p>Colecciona momentos NO</p>
            <h2>Cosas</h2>
          </header>
        </div>
      </article>
      <article>
        
        <div class="inner">
          <header>
            <p>Juntos llegamos mas</p>
            <h2>Lejos</h2>
          </header>
        </div>
      </article>
      <article>
        
        <div class="inner">
          <header>
            <p>Camina y el mundo caminara contigo detente y el mundo caminara sin ti </p>
            <h2>Tu eliges</h2>
          </header>
        </div>
      </article>
    </section>
```

```

<!-- One -->
<section id="one" class="wrapper style2">
  <div class="inner">
    <div class="grid-style">
      <div>
        <div class="box">
          <div class="image fit">
            
          </div>
          <div class="content">
            <header class="align-center">
              <p>APKE</p>
              <h2><strong>SENDERISMO</strong></h2>
            </header>
            <p align="center">Es una forma de actividad física al aire libre
          </p>
          </div>
        </div>
      </div>
      <div>
        <div class="box">
          <div class="image fit">
            
          </div>
          <div class="content">
            <header class="align-center">
              <p>APKE</p>
              <h2><strong>PAGINA WEB PARA SENDERISTAS</strong></h2>
            </header>
            <p align="center">En la siguiente pagina web se podrá hacer segu
          </p>
          </div>
        </div>
      </div>
    </div>
  </div>
</section>
<!-- Two -->
<section id="two" class="wrapper style3">
  <div class="inner">
    <header class="align-center">
      <p>APKE</p>
      <h2>SENDERISMO</h2>
    </header>
  </div>
</section>
<!-- Three -->
<section id="three" class="wrapper style2">
  <div class="inner">
    <header class="align-center">
      <p class="special">LIBERA TU MENTE EN LA NATURALEZA</p>
      <h2>UNETE A LA AVENTURA </h2>
    </header>
    <div class="gallery">
      <div>
        <div class="image fit">
          <a href="#"></a>
        </div>
      </div>
      <div>
        <div class="image fit">
          <a href="#"></a>
        </div>
      </div>
      <div>
        <div class="image fit">
          <a href="#"></a>
        </div>
      </div>
      <div>
        <div class="image fit">
          <a href="#"></a>
        </div>
      </div>
    </div>
  </div>
</section>
<!-- Footer -->
<footer id="footer">
  <div class="container">
    <ul class="icons">
      <li><a href="#" class="icon fa-facebook"><span class="label">Facebook</span></a></li>
      <li><a href="#" class="icon fa-instagram"><span class="label">Instagram</span></a></li>
      <li><a href="#" class="icon fa-envelope-o"><span class="label">Email</span></a></li>
    </ul>
  </div>
  <div class="copyright">
    &copy; APO. All rights reserved.
  </div>
</footer>
<!-- Scripts -->
<script src="assets/js/jquery.min.js"></script>
<script src="assets/js/jquery.scrollx.min.js"></script>
<script src="assets/js/skel.min.js"></script>
<script src="assets/js/util.js"></script>
<script src="assets/js/main.js"></script>

```

## ANEXO F

### Código desarrollado para Monitoreo Ambiental en la página web

Código desarrollado en lenguaje html y php para el diseño, adquisición y visualización de los valores de las variables ambientales denominado “graficas.php”

```
<!DOCTYPE HTML>
<html>
<head>

<style >
#container{
left: 37px;
top: 358px;
position: absolute;
width: 380px;
}
#container2{
left: 478px;
top: 355px;
position: absolute;
}
#container3{
left: 910px;
top: 351px;
position: absolute;
}
#BOTON{
left: 610px;
top: 307px;
position: absolute;
}

</style>
<title>GRAFICAS</title>
</head>
<head>
<title>SENDERISMO</title>
<meta charset="utf-8" />
<meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1" />
<link rel="stylesheet" href="assets/css/main.css" />
</head>
<body class="subpage">

<!-- Header -->
<header id="header">
<div class="logo"><a href="index.html">SENDERISMO <span>SEGURO</span></a></div>
<a href="#menu">Menu</a>
</header>

<!-- Nav -->
<nav id="menu">
<ul class="links">
<li><a href="http://senderismoapo.atwebpages.com/index.html">Home</a></li>
<li><a href="http://senderismoapo.atwebpages.com/grafica/graficas2.php">MONITOREO VITAL</a></li>
<li><a href="http://senderismoapo.atwebpages.com/mapear.php">TRACKING</a></li>
<li><a href="http://senderismoapo.atwebpages.com/tabla.php">TABLA</a></li>
</ul>
</nav>

<!-- One -->
<section id="One" class="wrapper style3">
<div class="inner">
<header class="align-center">
<p>Senderismo APKE</p>
<h2>MONITOREO AMBIENTAL</h2>
</header>
</div>
</section>

<!-- Main -->
<div id="main" class="container">

<!-- Scripts -->
```

```

<script src="assets/js/jquery.min.js"></script>
<script src="assets/js/jquery.scrollTo.min.js"></script>
<script src="assets/js/skel.min.js"></script>
<script src="assets/js/util.js"></script>
<script src="assets/js/main.js"></script>

<script src="code/highcharts.js"></script>
<script src="code/highcharts-more.js"></script>
<script src="code/modules/exporting.js"></script>
<script src="code/modules/export-data.js"></script>
<script src="code/jquery-3.3.1.min.js" integrity="sha256-FgpCb/KJQlLNfOu91ta32o/NMzltwRo8QtmkMRdAu8=" crossorigin=

<div id="container" style="min-width: 410px; max-width: 500px; height: 373px;"></div>

<script type="text/javascript">
Highcharts.chart('container', {
  chart: {
    type: 'gauge',
    plotBackgroundColor: null,
    plotBackgroundImage: null,
    plotBorderWidth: 0,
    plotShadow: false
  },
  title: {
    text: 'Temperatura'
  },
  pane: {
    startAngle: -150,
    endAngle: 150,
    background: [{
      backgroundColor: {
        linearGradient: { x1: 0, y1: 0, x2: 0, y2: 1 },
        stops: [
          [0, '#FFF'],
        ]
      },
      borderWidth: 0,
      outerRadius: '109%'
    }, {
      backgroundColor: {
        linearGradient: { x1: 0, y1: 0, x2: 0, y2: 1 },
        stops: [
          [0, '#333'],
          [1, '#FFF']
        ]
      },
      borderWidth: 1,
      outerRadius: '107%'
    }, {
      // default background
    }, {
      backgroundColor: '#DDD',
      borderWidth: 0,
      outerRadius: '105%',
      innerRadius: '103%',
    }
  ]
},
  // the value axis
  yAxis: {
    min: -20,
    max: 60,

    minorTickInterval: 'auto',
    minorTickWidth: 1,
    minorTickLength: 10,
    minorTickPosition: 'inside',
    minorTickColor: '#666',

    tickPixelInterval: 30,
    tickWidth: 2,
    tickPosition: 'inside',
    tickLength: 10,
    tickColor: '#666',
    labels: {
      rotation: 'auto'
    }
  },
  title: {
    text: '°C'
  },
  plotBands: [
    {
      from: -20,
      to: 10,
      color: '#DDDF0D' // yellow
    }, {
      from: 10,
      to: 20,
      color: '#DDDF0D' // yellow
    }, {
      from: 20,
      to: 26,
      color: '#55BF3B' // green
    }, {
      from: 26,
      to: 30,
      color: '#DDDF0D' // yellow
    }, {
      from: 30,
      to: 60,
      color: '#DF5353' // red
    }
  ],
  series: [
    {
      name: 'Temperatura',
      data: [0],
      tooltip: {
        valueSuffix: ' °C'
      }
    }
  ]
},

```

```

// Add some life
function (chart) {
  if (!chart.renderer.forExport) {
    setInterval(function () {
      var point = chart.series[0].points[0],
          newVal,
          inc = 0;

      $.getJSON("data.php", function (result) {

        for (var i = 0; i < result.length; i++) {
          inc = parseFloat(result[i].Temperatura);
        }

        newVal = inc;
        if (newVal < 0 || newVal > 60) {
          newVal = point.y - inc;
        }
        point.update(newVal);

      });

    }, 1000);
  }
});

</script>
<div id="container2" style="min-width: 410px; max-width: 500px; height: 373px;"></div>
<script type="text/javascript">

Highcharts.chart('container2', {

  chart: {
    type: 'gauge',
    plotBackgroundColor: null,
    plotBackgroundImage: null,
    plotBorderWidth: 0,
    plotShadow: false
  },

  title: {
    text: 'Humedad'
  },

  pane: {
    startAngle: -150,
    endAngle: 150,
    background: [{
      backgroundColor: {
        linearGradient: { x1: 0, y1: 0, x2: 0, y2: 1 },
        stops: [
          [0, '#FFF'],
          [1, '#333']
        ]
      },
      borderWidth: 0,
      outerRadius: '109%'
    }, {
      backgroundColor: {
        linearGradient: { x1: 0, y1: 0, x2: 0, y2: 1 },
        stops: [
          [0, '#333'],
          [1, '#FFF']
        ]
      },
      borderWidth: 1,
      outerRadius: '107%'
    }, {
      // default background
    }, {

```

```

        backgroundColor: '#DDD',
        borderWidth: 0,
        outerRadius: '105%',
        innerRadius: '103%',
    },
    ]],
    // the value axis
    yAxis: {
        min: 0,
        max: 100,

        minorTickInterval: 'auto',
        minorTickWidth: 1,
        minorTickLength: 10,
        minorTickPosition: 'inside',
        minorTickColor: '#666',

        tickPixelInterval: 30,
        tickWidth: 2,
        tickPosition: 'inside',
        tickLength: 10,
        tickColor: '#666',
        labels: {
            step: 2,
            rotation: 'auto'
        },
        title: {
            text: '%'
        },
    },
    plotBands: [{
        from: 0,
        to: 30,
        color: '#DF5353' // red
    }, {
        from: 30,
        to: 50,
        color: '#DDDF0D' // yellow
    }, {
        from: 50,
        to: 60,
        color: '#55BF3B' // green
    }, {
        from: 60,
        to: 70,
        color: '#DDDF0D' // yellow
    }, {
        from: 70,
        to: 100,
        color: '#DF5353' // red
    }
    ],
    series: [{
        name: 'Humedad',
        data: [0],
        tooltip: {
            valueSuffix: '%'
        }
    }
    ]
}],
// Add some life
function (chart) {
    if (!chart.renderer.forExport) {
        setInterval(function () {
            var point = chart.series[0].points[0],
                newVal,
                inc = 0;

            $.getJSON("data.php", function (result) {

```

```

        $.getJSON("data.php", function (result) {
            for (var i = 0; i < result.length; i++) {
                inc = parseFloat(result[i].Humedad);
            }
            newVal = inc;
            if (newVal < 0 || newVal > 100) {
                newVal = point.y - inc;
            }
            point.update(newVal);
        });
    }, 1000);
}); }
</script>

<div id="container3" style="min-width: 410px; max-width: 500px; height: 373px;"></div>

<script type="text/javascript">
Highcharts.chart('container3', {
    chart: {
        type: 'gauge',
        plotBackgroundColor: null,
        plotBackgroundImage: null,
        plotBorderWidth: 0,
        plotShadow: false
    },
    title: {
        text: 'Altura'
    },
    pane: [
        {
            startAngle: -150,
            endAngle: 150,
            background: [{
                backgroundColor: {
                    linearGradient: { x1: 0, y1: 0, x2: 0, y2: 1 },
                    stops: [
                        [0, '#FFF'],
                        [1, '#333']
                    ]
                },
                borderWidth: 0,
                outerRadius: '109%'
            }, {
                backgroundColor: {
                    linearGradient: { x1: 0, y1: 0, x2: 0, y2: 1 },
                    stops: [
                        [0, '#333'],
                        [1, '#FFF']
                    ]
                },
                borderWidth: 1,
                outerRadius: '107%'
            }, {
                // default background
            }, {
                backgroundColor: '#DDD',
                borderWidth: 0,
                outerRadius: '105%',
                innerRadius: '103%',
            }
        ]
    }
});

```

```

// the value axis
yAxis: {
  min: 0,
  max: 8000,

  minorTickInterval: 'auto',
  minorTickWidth: 1,
  minorTickLength: 10,
  minorTickPosition: 'inside',
  minorTickColor: '#666',

  tickPixelInterval: 30,
  tickWidth: 2,
  tickPosition: 'inside',
  tickLength: 10,
  tickColor: '#666',
  labels: {
    step: 2,
    rotation: 'auto'
  },
  title: {
    text: ' m.s.m'
  },
  plotBands: [{
    from: 0,
    to: 3000,
    color: '#55BF3B' // green
  }, {
    from: 3000,
    to: 5000,
    color: '#DDDF0D' // yellow
  }, {
    from: 5000,
    to: 8000,
    color: '#DF5353' // red
  }
  ],
  series: [{
    valueSuffix: ' m.s.m'
  }
  ]
},

// Add some life
function (chart) {
  if (!chart.renderer.forExport) {
    setInterval(function () {
      var point = chart.series[0].points[0],
          newVal,
          inc = 0;

      $.getJSON("data.php", function (result) {

        for (var i = 0; i < result.length; i++) {
          inc = parseFloat(result[i].Altura);
        }

        newVal = inc;
        if (newVal < 0 || newVal > 8000) {
          newVal = point.y - inc;
        }
        point.update(newVal);

      });
    }, 1000);
  }
});
</script>
<div id="BOTON">
  <form action="http://senderismoapo.atwebpages.com/histograma_1.html">
    <input type="submit" value="HISTOGRAMA">
  </form>
</div>
</body>
</html>

```

## ANEXO G

### Código desarrollado para Monitoreo Vital en la página web

Código desarrollado en lenguaje php y html para el diseño, adquisición y visualización de los valores de las variables vitales denominado “graficas2.php”

```
<!DOCTYPE HTML>
<html>
<head>
<style >
#container{
left: 24px;
top: 355px;
position: absolute;
width: 380px;
}
#container2{
left: 457px;
top: 355px;
position: absolute;
}
#container3{
left: 895px;
top: 354px;
position: absolute;
}
#BOTON{
left: 610px;
top: 307px;
position: absolute;
}
</style>
<title>GRAFICAS</title>
</head>
<head>
<title>SENDERISMO</title>
<meta charset="utf-8" />
<meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1" />
<link rel="stylesheet" href="assets/css/main.css" />
</head>
<body class="subpage">
<!-- Header -->
<div class="logo"><a href="index.html">SENDERISMO <span>SEGURU</span></a></div>
<a href="#menu">Menu</a>
</header>
<!-- Nav -->
<nav id="menu">
<ul class="links">
<li><a href="http://senderismoapo.atwebpages.com/index.html">Home</a></li>
<li><a href="http://senderismoapo.atwebpages.com/grafica/graficas.php">MONITOREO AMBIENTAL</a></li>
<li><a href="http://senderismoapo.atwebpages.com/mapear.php">TRACKING</a></li>
<li><a href="http://senderismoapo.atwebpages.com/tabla.php">TABLA</a></li>
</ul>
</nav>
<!-- One -->
<section id="One" class="wrapper style3">
<div class="inner">
<header class="align-center">
<p>Senderismo APKE</p>
<h2>MONITOREO VITAL</h2>
</header>
</div>
</section>
<!-- Main -->
<div id="main" class="container">
<!-- Scripts -->
<script src="assets/js/jquery.min.js"></script>
<script src="assets/js/jquery.scrollex.min.js"></script>
<script src="assets/js/skel.min.js"></script>
<script src="assets/js/util.js"></script>
<script src="assets/js/main.js"></script>

```

```

<script src="code/highcharts.js"></script>
<script src="code/highcharts-more.js"></script>
<script src="code/modules/exporting.js"></script>
<script src="code/modules/export-data.js"></script>
<script src="code/jquery-3.3.1.min.js" integrity="sha256-FgpCb/KJQlLNfOu91ta32o/NMZxltwRo8QtmkMRdAu8=" crossorigin

<div id="container" style="min-width: 410px; max-width: 500px; height: 373px;"></div>

<script type="text/javascript">
Highcharts.chart('container', {
  chart: {
    type: 'gauge',
    plotBackgroundColor: null,
    plotBackgroundImage: null,
    plotBorderWidth: 0,
    plotShadow: false
  },
  title: {
    text: 'SP02'
  },
  pane: {
    startAngle: -150,
    endAngle: 150,
    background: [{
      backgroundColor: {
        linearGradient: { x1: 0, y1: 0, x2: 0, y2: 1 },
        stops: [
          [0, '#FFF'],
          [1, '#333']
        ]
      },
      borderWidth: 0,
      outerRadius: '109%'
    }, {
      backgroundColor: {
        linearGradient: { x1: 0, y1: 0, x2: 0, y2: 1 },
        stops: [
          [0, '#333'],
          [1, '#FFF']
        ]
      },
      borderWidth: 1,
      outerRadius: '107%'
    }, {
      // default background
    }, {
      backgroundColor: '#DDD',
      borderWidth: 0,
      outerRadius: '105%',
      innerRadius: '103%',
    }
  ]
},
  // the value axis
  yAxis: {
    min: 0,
    max: 100,

    minorTickInterval: 'auto',
    minorTickWidth: 1,
    minorTickLength: 10,
    minorTickPosition: 'inside',
    minorTickColor: '#666',

    tickPixelInterval: 30,
    tickWidth: 2,
    tickPosition: 'inside',
    tickLength: 10,
    tickColor: '#666',
    labels: {
      step: 2,
      rotation: 'auto'
    },
    title: {
      text: '%'
    },
  },

```

---

```

        plotBands: [{
            from: 100,
            to: 97,
            color: '#558F3B' // green
        }, {
            from: 97,
            to: 92,
            color: '#DDDF0D' // yellow
        }, {
            from: 92,
            to: 0,
            color: '#DF5353' // red
        }
    ],
    series: [{
        name: 'SPO2',
        data: [0],
        tooltip: {
            valueSuffix: '%'
        }
    }
    ]
},
// Add some life
function (chart) {
    if (!chart.renderer.forExport) {
        setInterval(function () {
            var point = chart.series[0].points[0],
                newVal,
                inc = 0;

            $.getJSON("data.php", function (result) {

                for (var i = 0; i < result.length; i++) {
                    inc = parseFloat(result[i].SPO2);
                }

                newVal = inc;
                if (newVal < 0 || newVal > 100) {
                    newVal = point.y - inc;
                }
                point.update(newVal);

            });

        }, 1000);
    }
});
</script>
<div id="container2" style="min-width: 410px; max-width: 500px; height: 373px;"></div>
<script type="text/javascript">
Highcharts.chart('container2', {
    chart: {
        type: 'gauge',
        plotBackgroundColor: null,
        plotBackgroundImage: null,
        plotBorderWidth: 0,
        plotShadow: false
    },
    title: {
        text: 'Pulsaciones'
    },
    pane: {
        startAngle: -150,
        endAngle: 150,
        background: [{
            backgroundColor: {
                linearGradient: { x1: 0, y1: 0, x2: 0, y2: 1 },
                stops: [
                    [0, '#FFF'],
                    [1, '#333']
                ]
            }
        }
    ],

```

```

        borderWidth: 0,
        outerRadius: '109%'
    }, {
        backgroundColor: {
            linearGradient: { x1: 0, y1: 0, x2: 0, y2: 1 },
            stops: [
                [0, '#333'],
                [1, '#FFF']
            ]
        },
        borderWidth: 1,
        outerRadius: '107%'
    }, {
        // default background
    }, {
        backgroundColor: '#DDD',
        borderWidth: 0,
        outerRadius: '105%',
        innerRadius: '103%',
    }
    ]
},
// the value axis
yAxis: {
    min: 0,
    max: 150,

    minorTickInterval: 'auto',
    minorTickWidth: 1,
    minorTickLength: 10,
    minorTickPosition: 'inside',
    minorTickColor: '#666',

    tickPixelInterval: 30,
    tickWidth: 2,
    tickPosition: 'inside',
    tickLength: 10,
    tickColor: '#666',
    labels: {
        rotation: 'auto'
    },
    title: {
        text: 'ppm'
    },
    plotBands: [{
        from: 0,
        to: 40,
        color: '#DF5353' // red
    }, {
        from: 40,
        to: 110,
        color: '#55BF3B' // green
    }, {
        from: 110,
        to: 130,
        color: '#DDDF0D' // yellow
    }, {
        from: 130,
        to: 150,
        color: '#DF5353' // red
    }
    ]
},
series: [{
    name: 'Pulsaciones',
    data: [0],
    tooltip: {
        valueSuffix: 'ppm'
    }
}]
},
// Add some life
function (chart) {
    if (!chart.renderer.forExport) {
        setInterval(function () {
            var point = chart.series[0].points[0],

```

```

        newVal,
        inc = 0;
$.getJSON("data.php", function (result) {
    for (var i = 0; i < result.length; i++) {
        inc = parseFloat(result[i].Pulsaciones);
    }

    newVal = inc;
    if (newVal < 0 || newVal > 150) {
        newVal = point.y - inc;
    }
    point.update(newVal);
});
    }, 1000);
});
</script>

<div id="container3" style="min-width: 410px; max-width: 500px; height: 373px;"></div>

<script type="text/javascript">
Highcharts.chart('container3', {
    chart: {
        type: 'gauge',
        plotBackgroundColor: null,
        plotBackgroundImage: null,
        plotBorderWidth: 0,
        plotShadow: false
    },
    pane: [
        {
            startAngle: -150,
            endAngle: 150,
            background: [
                {
                    linearGradient: { x1: 0, y1: 0, x2: 0, y2: 1 },
                    stops: [
                        [0, '#FFF'],
                        [1, '#333']
                    ]
                },
                {
                    borderWidth: 0,
                    outerRadius: '109%'
                }
            ],
            {
                backgroundColor: {
                    linearGradient: { x1: 0, y1: 0, x2: 0, y2: 1 },
                    stops: [
                        [0, '#333'],
                        [1, '#FFF']
                    ]
                },
                borderWidth: 1,
                outerRadius: '107%'
            },
            {
                // default background
            },
            {
                backgroundColor: '#DDD',
                borderWidth: 0,
                outerRadius: '105%',
                innerRadius: '103%',
            }
        ]
    },
    // the value axis
    yAxis: {
        min: 0,
        max: 50,
        minorTickInterval: 'auto',

```

```

    minorTickWidth: 1,
    minorTickLength: 10,
    minorTickPosition: 'inside',
    minorTickColor: '#666',

    tickPixelInterval: 30,
    tickWidth: 2,
    tickPosition: 'inside',
    tickLength: 10,
    tickColor: '#666',
    labels: {
      step: 2,
      rotation: 'auto'
    },
    title: {
      text: '°C'
    },
    plotBands: [{
      from: 0,
      to: 36,
      color: '#DF5353' // red
    }, {
      from: 36,
      to: 38,
      color: '#55BF3B' // green
    }, {
      from: 38,
      to: 39,
      color: '#DDDF0D' // yellow
    }, {
      from: 39,
      to: 50,
      color: '#DF5353' // red
    }
  ],
  series: [{
    name: 'Tcorporal',
    valueSuffix: '°C'
  }
  ]
},
// Add some life
function (chart) {
  if (!chart.renderer.forExport) {
    setInterval(function () {
      var point = chart.series[0].points[0],
          newVal,
          inc = 0;

      $.getJSON("data.php", function (result) {
        for (var i = 0; i < result.length; i++) {
          inc = parseFloat(result[i].Tcorporal);
        }

        newVal = inc;
        if (newVal < 0 || newVal > 50) {
          newVal = point.y - inc;
        }
        point.update(newVal);
      });
    }, 1000);
  }
});
</script>
<div id="BOTON">
  <form action="http://senderismoapo.atwebpages.com/histograma_2.html">
    <input type="submit" value="HISTOGRAMA">
  </form>
</div>
</body>
</html>

```

## ANEXO H

### Código desarrollado para conexión de la graficas

Código desarrollado en lenguaje php para la conexión de las gráficas HighCharts denominado “data.php”

```
<?php
header('Content-Type: application/json');
$conexion = new mysqli("fdb24.awardspace.net" ,"3479594_apo","0033193pimosandy","3479594_apo");
if (!$conexion) {
    echo "Error: No se pudo conectar a MySQL." . PHP_EOL;
    echo "error de depuración: " . mysqli_connect_error() . PHP_EOL;
    exit;
}
if($conexion){
    $consulta="SELECT * FROM datos ORDER BY ID DESC LIMIT 1";
    $resultado = mysqli_query($conexion, $consulta) or die("Ocurrio un error en la consulta SQL");
    $arrayDatos = array();
    while ($row = mysqli_fetch_row($resultado)) {
        $puntos = array("Temperatura" => $row[3], "Humedad" => $row[4], "Altura" => $row[5],
            "Longitud" => $row[6], "Latitud" => $row[7], "SPO2" => $row[8], "Pulsaciones" => $row[9],
            "Tcorporal" => $row[10]);
        array_push($arrayDatos, $puntos);
    }
    echo json_encode($arrayDatos);
}
mysqli_close($conexion);
?>
```

## ANEXO I

### Código desarrollado para Tracking de la página web

Código desarrollado en lenguaje php y html para el diseño, adquisición y visualización de la ruta del practicante de senderismo denominado “mapear.php”

```
<!DOCTYPE html>
<html>
<head>
<style type="text/css">
#map{
height: 600px;
width: 80%;
margin-left: 10%;
background-color: #CCC;
}
</style>
<title>Mapa</title>
</head>
<head>
<title>SENDERISMO</title>
<meta charset="utf-8" />
<meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1" />
<link rel="stylesheet" href="assets/css/main.css" />
</head>
<body class="subpage">

<!-- Header -->
<header id="header">
<div class="logo"><a href="index.html">SENDERISMO <span>SEGURO</span></a></div>
<a href="#menu">Menu</a>
</header>

<!-- Nav -->
<nav id="menu">
<ul class="links">
<li><a href="http://senderismoapo.atwebpages.com/index.html">Home</a></li>
<li><a href="http://senderismoapo.atwebpages.com/grafica/graficas.php">MONITOREO AMBIENTAL</a></li>
<li><a href="http://senderismoapo.atwebpages.com/grafica/graficas2.php">MONITOREO VITAL</a></li>
<li><a href="http://senderismoapo.atwebpages.com/tabla.php">TABLA</a></li>
</ul>
</nav>

<!-- One -->
<section id="One" class="wrapper style3">
<div class="inner">
<header class="align-center">
<p>Senderismo APKE</p>
<h2>MONITOREO TRACKING</h2>
</header>
</div>
</section>

<!-- Main -->
<div id="main" class="map">

<script src="assets/js/jquery.min.js"></script>
<script src="assets/js/jquery.scrollTo.min.js"></script>
<script src="assets/js/skel.min.js"></script>
<script src="assets/js/util.js"></script>
<script src="assets/js/main.js"></script>
<script src="code/highcharts.js"></script>

</head>
<script type="text/javascript" src="http://maps.google.com/maps/api/js?sensor=false&language=es&libraries=geometry"></script>
<script type="text/javascript">

<?php
$inc = include("conexion.php");
if ($inc) {
$consulta = "SELECT * FROM datos";
$resultado = mysqli_query($conexion,$consulta);
if ($resultado) {
while ($row = $resultado->fetch_array()) {
$ID = $row['id'];
$hora = $row['hora'];
$fecha= $row['fecha'];
$longitud = $row['sensor4'];
$latitud = $row['sensor5'];
?>
</div>

```

```

-----
<h2><?php echo $ID; ?></h2>
<h2><?php echo $fecha; ?></h2>
<div>
  <p>
    <b>hora: </b> <?php echo $hora ?><br>
    <b>long: </b> <?php echo $longitud ?><br>
    <b>lat Registro: </b> <?php echo $latitud ?><br>
  </p>
</div>
</div>
<?php
}
}
?>
<script>
// Initialize and add the map
function initMap() {
  // The location of Uluru
  var center = {lat: -0.275062, lng: -78.561197};
  var lugares=[{lat:<?php echo $latitud ?> , lng:<?php echo $longitud ?>});

  var map = new google.maps.Map(
    document.getElementById('map'), {zoom: 20, center: center});

  for(i=0;i<lugares.length;i++){
    var marker = new google.maps.Marker({position: lugares[i], map: map,
      title:[i+1]
    });
  }
  var puntos_linea = [
    marker.position
  ];
  var marker = new google.maps.Polyline({
    path: puntos_linea,
    geodesic: true,
    strokeColor: '#FF0000',
    strokeOpacity: 1.0,
    strokeWeight: 2
  });
</script>
<script defer
src="https://maps.googleapis.com/maps/api/js?key=AIzaSyB_LVzhAFMNzWxxdcu9zeiuqfCcxbgxlWk&callback=initMap">
</script>
</body>
</html>

```

## ANEXO J

### Código desarrollado para Tabla en la página web

Código desarrollado en lenguaje php para el diseño, adquisición y visualización del resumen de todas las variables del sistema denominado “tabla.php”

```
<!DOCTYPE HTML>
<html>

<style>
table {
border-collapse: separate;
border-spacing: 5px;
background: #FCC url("gradient.gif") bottom left repeat-x;
color: #F6F;
}
td, th {
background: #FFF;
color: #000;
}
#imagen{
position: absolute;
width: 88px;
height: 50px;
left: 1049px;
top: 10px;
}
#imagen2{
position: absolute;
width: 64px;
height: 25px;
left: 1052px;
top: 36px;
}
}

</style>

:head>
<title>Tabla</title>
</head>
<head>
<title>SENDERISMO</title>
<meta charset="utf-8" />
<meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1" />
<link rel="stylesheet" href="assets/css/main.css" />
</head>
<body class="subpage">

<!-- Header -->
<header id="header">
<div class="logo"><a href="index.html">SENDERISMO <span>SEGURO</span></a></div>
<a href="#menu">Menu</a>
</header>

<!-- Nav -->
<nav id="menu">
<ul class="links">
<li><a href="index.html">Home</a></li>
<li><a href="grafica/graficas.php">MONITOREO AMBIENTAL</a></li>
<li><a href="grafica/graficas2.php">MONITOREO VITAL</a></li>
<li><a href="mapear.php">TRACKING</a></li>
</ul>
</nav>

<!-- One -->
<section id="One" class="wrapper style3">
<div class="inner">
<header class="align-center">
<p>Senderismo APKE</p>
<h2>TABLA DE DATOS </h2>
</header>
</div>
</section>

<!-- Main -->
<div id="main" class="container">
```

```

<center>
<table>
    <tr>
        <th>ID</th>
        <th>Hora</th>
        <th>Fecha</th>
        <th>Temperatura[°C]</th>
        <th>Humedad[%]</th>
        <th>Altura[m.s.m]</th>
        <th>Longitud</th>
        <th>Latitud</th>
        <th>Spo2</th>
        <th>pulso</th>
        <th>Temp Corporal</th>
    </tr>

    <tr>
        <td><?php echo $row['id'];?></td>
        <td><?php echo $row['hora'];?></td>
        <td><?php echo $row['fecha'];?></td>
        <td><?php echo $row['sensor1'];?></td>
        <td><?php echo $row['sensor2'];?></td>
        <td><?php echo $row['sensor3'];?></td>
        <td><?php echo $row['sensor4'];?></td>
        <td><?php echo $row['sensor5'];?></td>
        <td><?php echo $row['sensor6'];?></td>
        <td><?php echo $row['sensor7'];?></td>
        <td><?php echo $row['sensor8'];?></td>
    </tr>

    <tr>
        <td><?php
        include("conexion.php");
        $query="SELECT * FROM datos";
        $resultado= $conexion->query($query);

        while ($row=$resultado->fetch_assoc()) {
            ?>
        }
    </tr>
</table>
</center>

<div class="copyright">
    &copy; APO. All rights reserved.
</div>
</footer>

<!-- Scripts -->
<script src="assets/js/jquery.min.js"></script>
<script src="assets/js/jquery.scrollex.min.js"></script>
<script src="assets/js/skel.min.js"></script>
<script src="assets/js/util.js"></script>
<script src="assets/js/main.js"></script>
</body>
</html>

```

## ANEXO K

Código desarrollado en lenguaje html para el diseño, adquisición y visualización del historial en forma de histograma de todas las variables del sistema denominado “histograma\_1.html” variables vitales y “histograma\_2.html” variables ambientales

### “histograma\_1.html”

```
<!DOCTYPE html>
<html>
  <head>
    <style>
      /* Set the size of the div element that contains the map */
      #SPO2{
        height: 250px; /* The height is 400 pixels */
        width: 50%; /* The width is the width of the web page */
        position: absolute;
        left: 351px;
        top: 301px;
      }
      #PULSO{
        height: 250px; /* The height is 400 pixels */
        width: 50%; /* The width is the width of the web page */
        position: absolute;
        left: 352px;
        top: 610px;
      }
      #TEMP {
        height: 250px; /* The height is 400 pixels */
        width: 50%; /* The width is the width of the web page */
        position: absolute;
        left: 353px;
        top: 923px;
      }
    </style>
    <title>Histograma</title>
  </head>
  <head>
    <title>SENDERISMO</title>
    <meta charset="utf-8" />
    <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1" />
    <link rel="stylesheet" href="assets/css/main.css" />
  </head>
  <body class="subpage">

    <!-- Header -->
    <header id="header">
      <div class="logo"><a href="index.html">SENDERISMO <span>SEGURO</span></a></div>
      <a href="#menu">Menu</a>
    </header>

    <!-- Nav -->
    <nav id="menu">
      <ul class="links">
        <li><a href="http://senderismoapo.atwebpages.com/index.html">Home</a></li>
        <li><a href="http://senderismoapo.atwebpages.com/grafica/graficas.php">MONITOREO AMBIENTAL</a></li>
        <li><a href="http://senderismoapo.atwebpages.com/grafica/graficas2.php">MONITOREO VITAL</a></li>
        <li><a href="mapear.php">TRACKING</a></li>
        <li><a href="http://senderismoapo.atwebpages.com/tabla.php">TABLA</a></li>
      </ul>
    </nav>
  </body>
</html>
```

```

        </ul>
    </nav>

    <!-- One -->
    <section id="One" class="wrapper style3">
        <div class="inner">
            <header class="align-center">
                <p>Senderismo APKE</p>
                <h2>HISTOGRAMAS</h2>
            </header>
        </div>
    </section>

    <!-- Main -->
    <div id="main" class="map">

        <!-- Scripts -->
        <script src="assets/js/jquery.min.js"></script>
        <script src="assets/js/jquery.scrollex.min.js"></script>
        <script src="assets/js/skel.min.js"></script>
        <script src="assets/js/util.js"></script>
        <script src="assets/js/main.js"></script>
        <script src="code/highcharts.js"></script>
        <script src="http://code.jquery.com/jquery-2.1.4.min.js"></script>
        <script src="http://code.highcharts.com/highcharts.js"></script>
        <script src="http://code.highcharts.com/modules/exporting.js"></script>

    </head>
    <body>

    <?php
    $inc = include("conexion.php");
    if ($inc) {
        $consulta = "SELECT * FROM datos";
        $resultado = mysqli_query($conexion,$consulta);
        if ($resultado) {
            while ($row = $resultado->fetch_array()) {
                $hora = $row['hora'];
                $spo2 = $row['sensor6'];
                $pulso = $row['sensor7'];
                $temp = $row['sensor8'];
            }
        }
    }
    </?php>
    <div id="SPO2"></div>

    <div id="SPO2"></div>

    <script>
        $(function(){
            $('#SPO2').highcharts({
                title:{text:'HISTOGRAMA SPO2'},
                xAxis:{categories:[$hora]},
                yAxis:{title:'SPO2',plotLines:[{value:0,width:1,color:'#808080'}]},
                tooltip:{valueSuffix:'%'},
                legend:{layout:'vertical',align:'right',verticalAlign:'middle',borderWidth:0},
                series:[{type:'column',name:'SPO2',data: [$spo2]},
                    {name:'%',data: [spo2]},
                ],
                plotOptions:{line:{dataLabels:{enabled:true}}}
            });
        });
    </script>

    <div id="PULSO"></div>

    <script>
        $(function(){
            $('#PULSO').highcharts({
                title:{text:'HISTOGRAMA FRECUENCIA CARDIACA'},
                xAxis:{categories:[$hora]},
                yAxis:{title:'PULSO',plotLines:[{value:0,width:1,color:'#808080'}]},
            });
        });
    </script>

```

```

        tooltip:{valueSuffix:'PPM'},
        legend:{layout:'vertical',align:'right',verticalAlign:'middle',borderWidth:0},
        series:[{type:'column',name:'PULSO',data:[$pulso]},
                {name:'PPM',data:[$pulso]},
                ],
        plotOptions:{line:{dataLabels:{enabled:true}}}
    });
});
</script>
<div id="TEMP"></div>

<script>
$(function(){
    $('#TEMP').highcharts({
        title:{text:'HISTOGRAMA TEMPERATURA CORPORAL'},
        xAxis:{categories:[$hora]},
        yAxis:{title:'TEMP',plotLines:[{value:0,width:1,color:'#808080'}]},
        tooltip:{valueSuffix:'C'},
        legend:{layout:'vertical',align:'right',verticalAlign:'middle',borderWidth:0},
        series:[{type:'column',name:'TEMPERATURA',data:[$temp]},
                {name:'C',data:[$temp]},
                ],
        plotOptions:{line:{dataLabels:{enabled:true}}}
    });
});
</script>

</body>
</html>

```

## “histograma\_2.html”

```

<!DOCTYPE html>
<html>
<head>
<style>
/* Set the size of the div element that contains the map */
#TEMPERATURA {
    height: 250px; /* The height is 400 pixels */
    width: 50%; /* The width is the width of the web page */
    position: absolute;
    left: 351px;
    top: 301px;
}
#HUMEDAD {
    height: 250px; /* The height is 400 pixels */
    width: 50%; /* The width is the width of the web page */
    position: absolute;
    left: 352px;
    top: 610px;
}
#ALTURA {
    height: 250px; /* The height is 400 pixels */
    width: 50%; /* The width is the width of the web page */
    position: absolute;
    left: 353px;
    top: 923px;
}
</style>
<title>Histograma</title>
</head>
<head>
<title>SENDERISMO</title>
<meta charset="utf-8" />
<meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1" />
<link rel="stylesheet" href="assets/css/main.css" />
</head>
<body class="subpage">

<!-- Header -->
<header id="header">
<div class="logo"><a href="index.html">SENDERISMO <span>SEGURO</span></a></div>
<a href="#menu">Menu</a>
</header>

<!-- Nav -->
<nav id="menu">
<ul class="links">
<li><a href="http://senderismoapo.atwebpages.com/index.html">Home</a></li>
<li><a href="http://senderismoapo.atwebpages.com/grafica/graficas.php">MONITOREO AMBIENTAL</a></li>
<li><a href="http://senderismoapo.atwebpages.com/grafica/graficas2.php">MONITOREO VITAL</a></li>
<li><a href="mapear.php">TRACKING</a></li>
<li><a href="http://senderismoapo.atwebpages.com/tabla.php">TABLA</a></li>

```

```

        </ul>
    </nav>

    <!-- One -->
    <section id="One" class="wrapper style3">
        <div class="inner">
            <header class="align-center">
                <p>Senderismo APKE</p>
                <h2>HISTOGRAMAS</h2>
            </header>
        </div>
    </section>

    <!-- Main -->
    <div id="main" class="map">

        <!-- Scripts -->
        <script src="assets/js/jquery.min.js"></script>
        <script src="assets/js/jquery.scrollex.min.js"></script>
        <script src="assets/js/skel.min.js"></script>
        <script src="assets/js/util.js"></script>
        <script src="assets/js/main.js"></script>
        <script src="code/highcharts.js"></script>
        <script src="http://code.jquery.com/jquery-2.1.4.min.js"></script>
        <script src="http://code.highcharts.com/highcharts.js"></script>
        <script src="http://code.highcharts.com/modules/exporting.js"></script>

    </head>
    <body>

        <?php
        $inc = include("conexion.php");
        if ($inc) {
            $consulta = "SELECT * FROM datos";
            $resultado = mysqli_query($conexion,$consulta);
            if ($resultado) {
                while ($row = $resultado->fetch_array()) {
                    $hora = $row['hora'];
                    $temp = $row['sensor1'];
                    $humedad = $row['sensor2'];
                    $altura = $row['sensor3'];
                }
            }
        }
    <?php
    </div id="TEMPERATURA"></div>

    <script>
    $(function(){
        $('#TEMPERATURA').highcharts({
            title:{text:'HISTOGRAMA TEMPERATURA'},
            xAxis:{categories:[$hora]},
            yAxis:{title:'TEMPERATURA',plotLines:[{value:0,width:1,color:'#F9FF33'}]},
            tooltip:{valueSuffix:'C'},
            legend:{layout:'vertical',align:'right',verticalAlign:'middle',borderWidth:0},
            series:[{type:'column',name:'TEMPERATURA',data:[$temp]},
                {name:'C',data:[$temp]},
            ],
            plotOptions:{line:{dataLabels:{enabled:true}}}
        });
    });
    </script>
    <div id="HUMEDAD"></div>

    <script>
    $(function(){
        $('#HUMEDAD').highcharts({
            title:{text:'HISTOGRAMA HUMEDAD'},
            xAxis:{categories:[$hora]},
            yAxis:{title:'HUMEDAD',plotLines:[{value:0,width:1,color:'#808080'}]},
            tooltip:{valueSuffix:'%'},
            legend:{layout:'vertical',align:'right',verticalAlign:'middle',borderWidth:0},
            series:[{type:'column',name:'HUMEDAD',data:[$humedad]},
                {name:'%',data:[$humedad]},
            ],
        });
    });
    </script>
    </div>
    </body>
    </html>

```

```

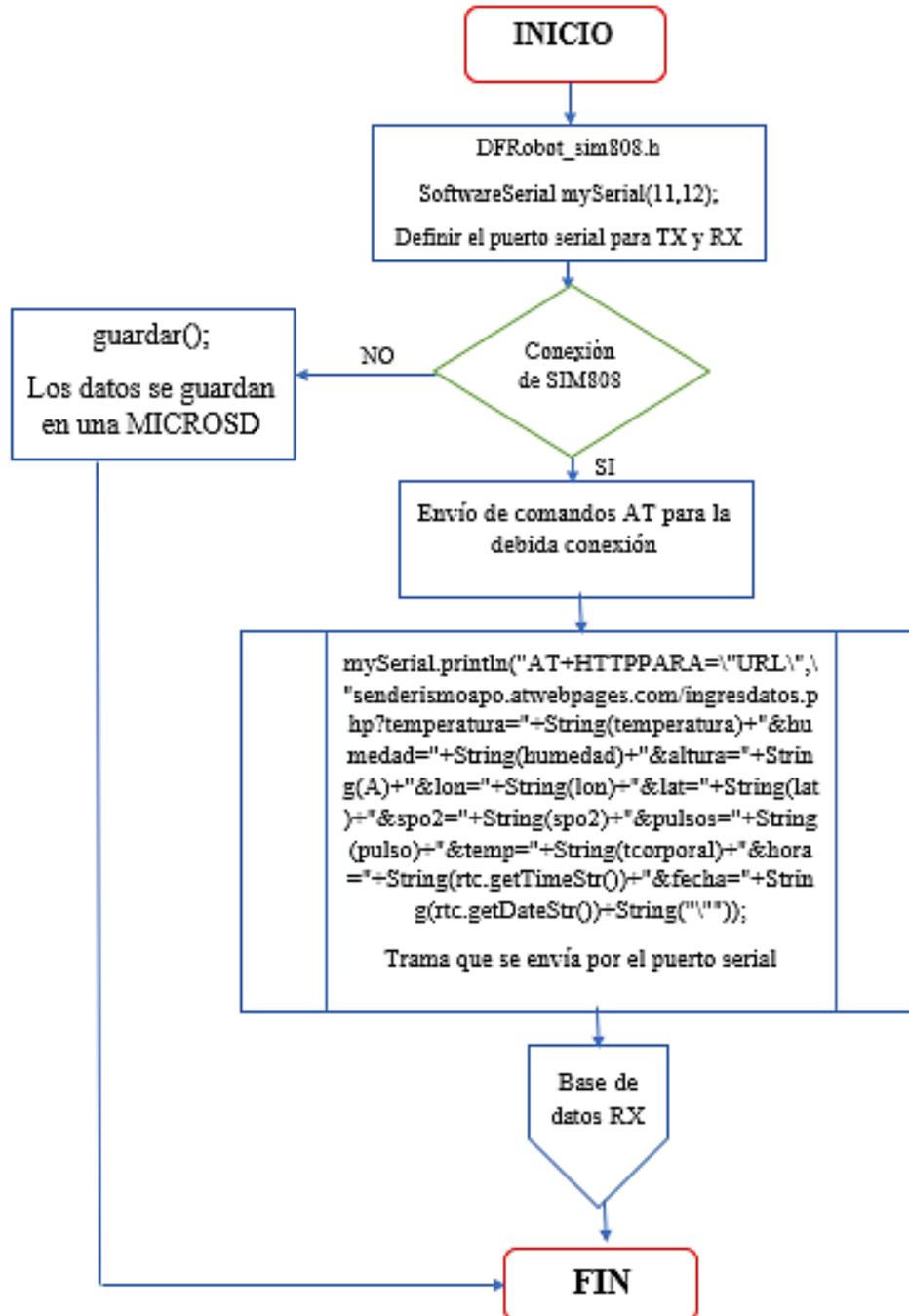
        ],
        plotOptions:{line:{dataLabels:{enabled:true}}}
    });
});
</script>
<div id="ALTURA"></div>
<script>
$(function(){
    $('#ALTURA').highcharts({
        title:{text:'HISTOGRAMA ALTURA'},
        xAxis:{categories:[$hora]},
        yAxis:{title:'ALTURA',plotLines:[{value:0,width:1,color:'#808080'}]},
        tooltip:{valueSuffix:' m.s.m'},
        legend:{layout:'vertical',align:'right',verticalAlign:'middle',borderWidth:0},
        series:[{type:'column',name:'ALTURA',data:[$altura]},
            {name:'m.s.m',data: [$altura]} ,
        ],
        plotOptions:{line:{dataLabels:{enabled:true}}}
    });
});
</script>

```

---

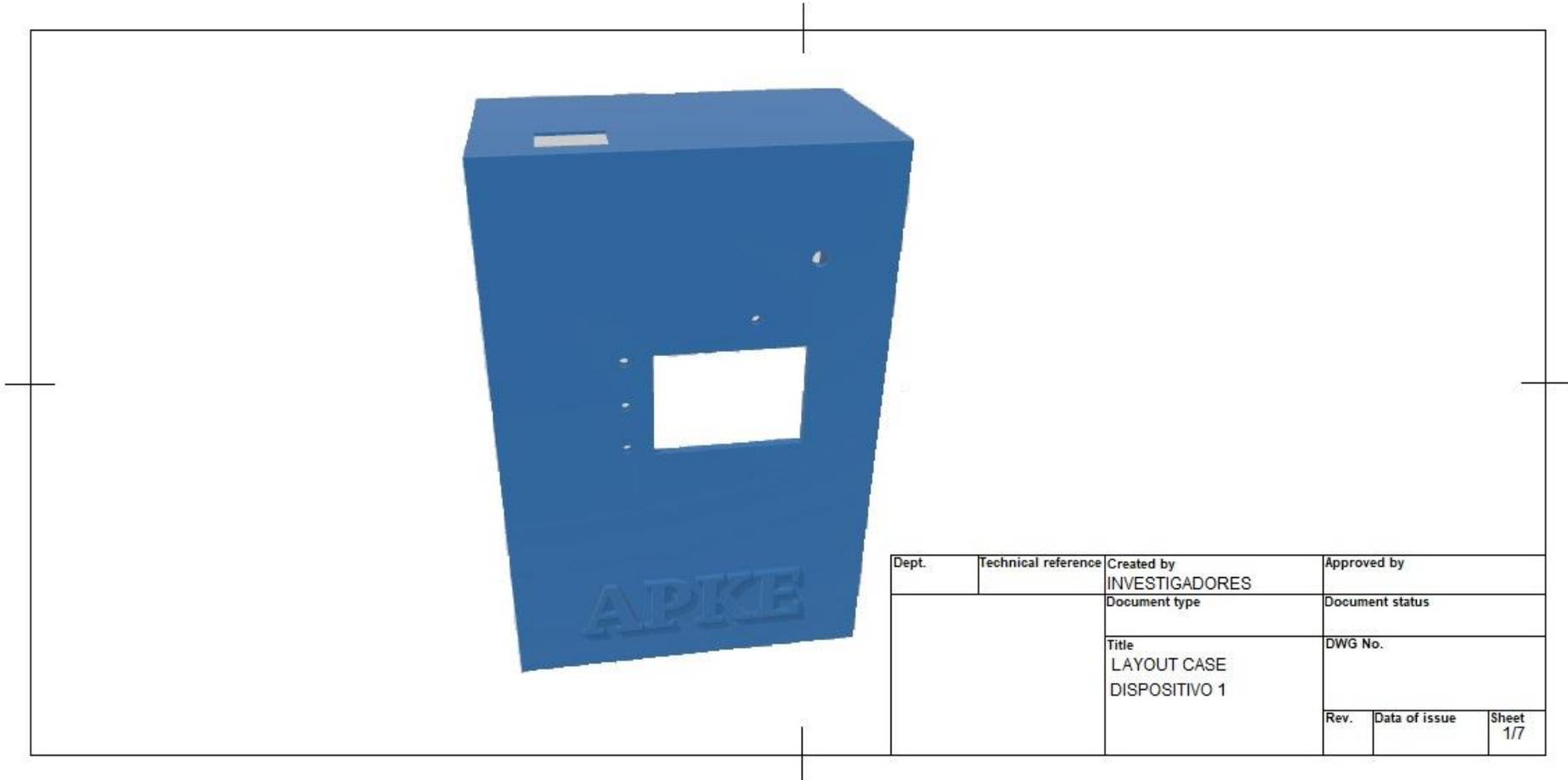
## ANEXO L

Algoritmo desarrollado para la transmisión de datos del dispositivo dos a la base de datos

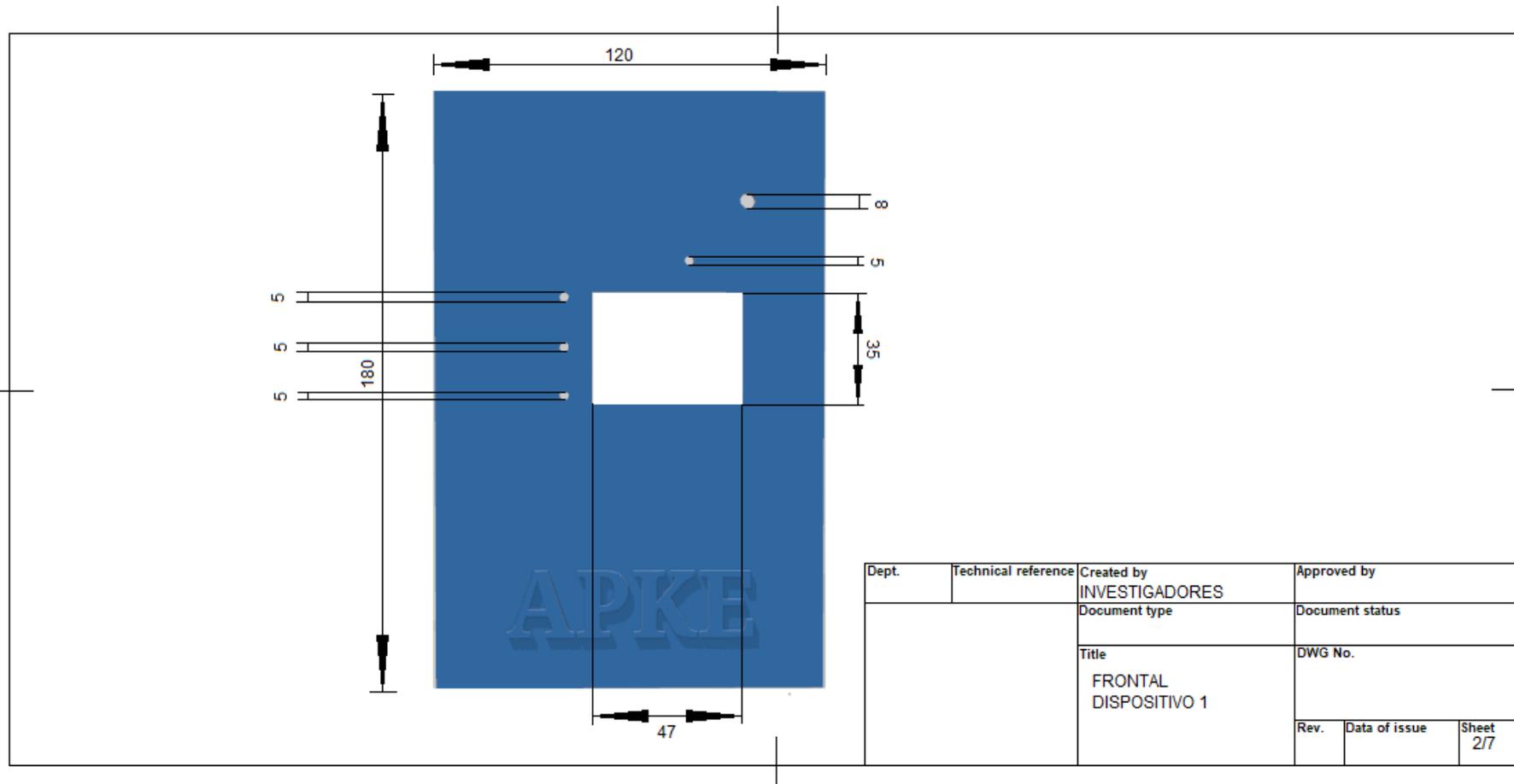


ANEXO M

PLANOS DEL DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DISPOSITIVO 2 LAYOUT

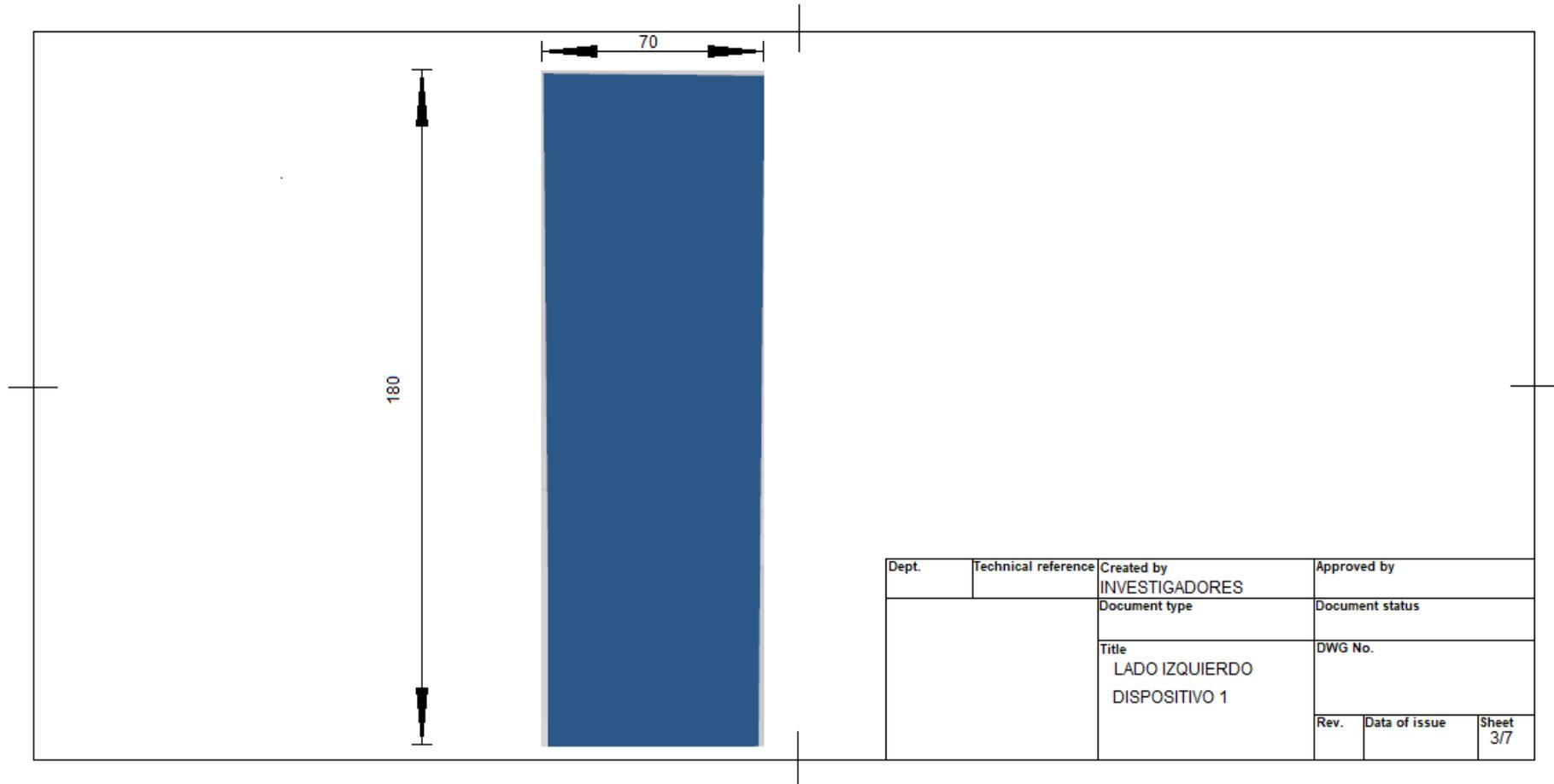


## PLANOS DEL DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DISPOSITIVO 2 PARTE FRONTAL

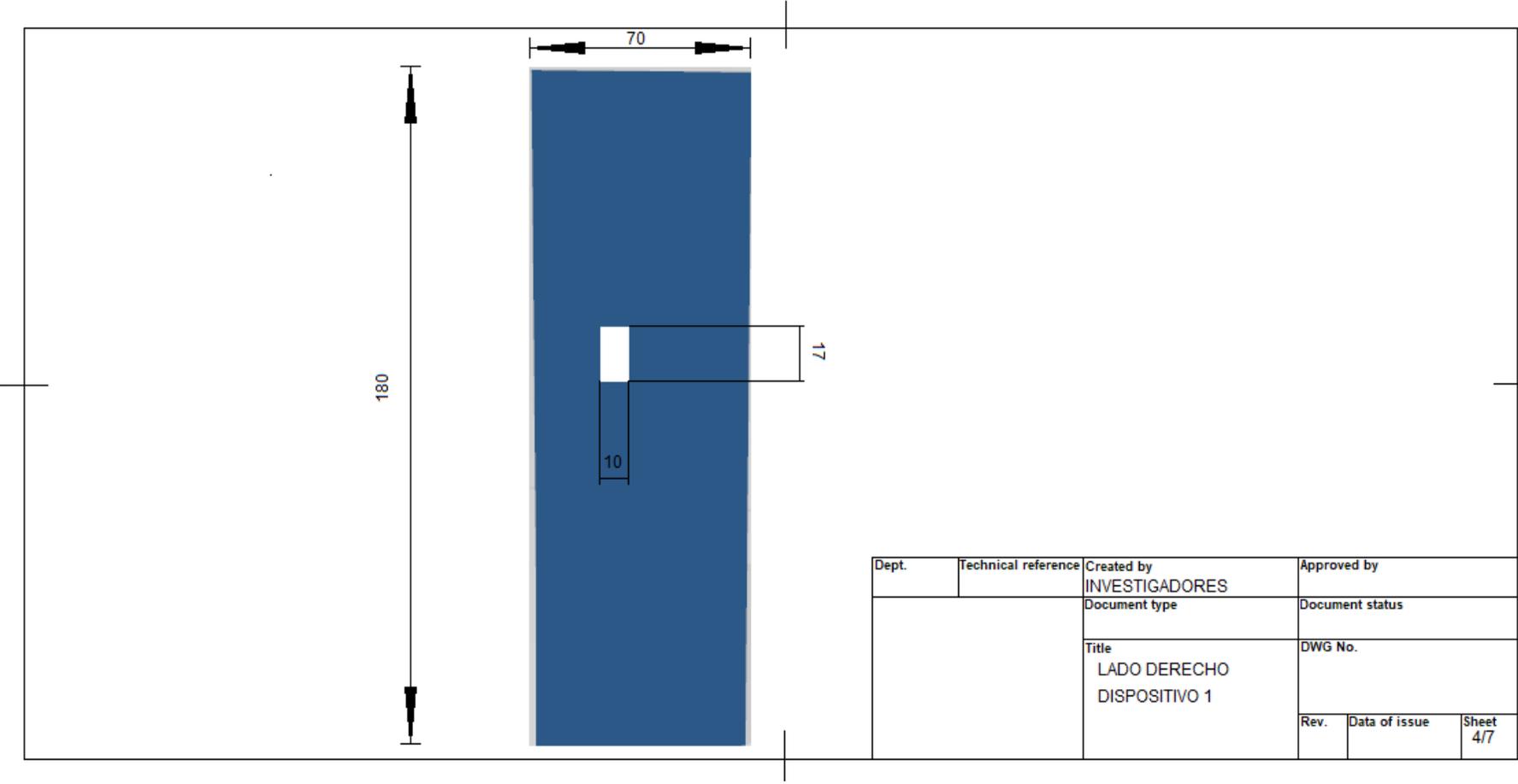


|       |                     |                                   |                 |              |
|-------|---------------------|-----------------------------------|-----------------|--------------|
| Dept. | Technical reference | Created by<br>INVESTIGADORES      | Approved by     |              |
|       |                     | Document type                     | Document status |              |
|       |                     | Title<br>FRONTAL<br>DISPOSITIVO 1 | DWG No.         |              |
|       |                     | Rev.                              | Data of issue   | Sheet<br>2/7 |

## PLANOS DEL DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DISPOSITIVO 2 LADO IZQUIERDO

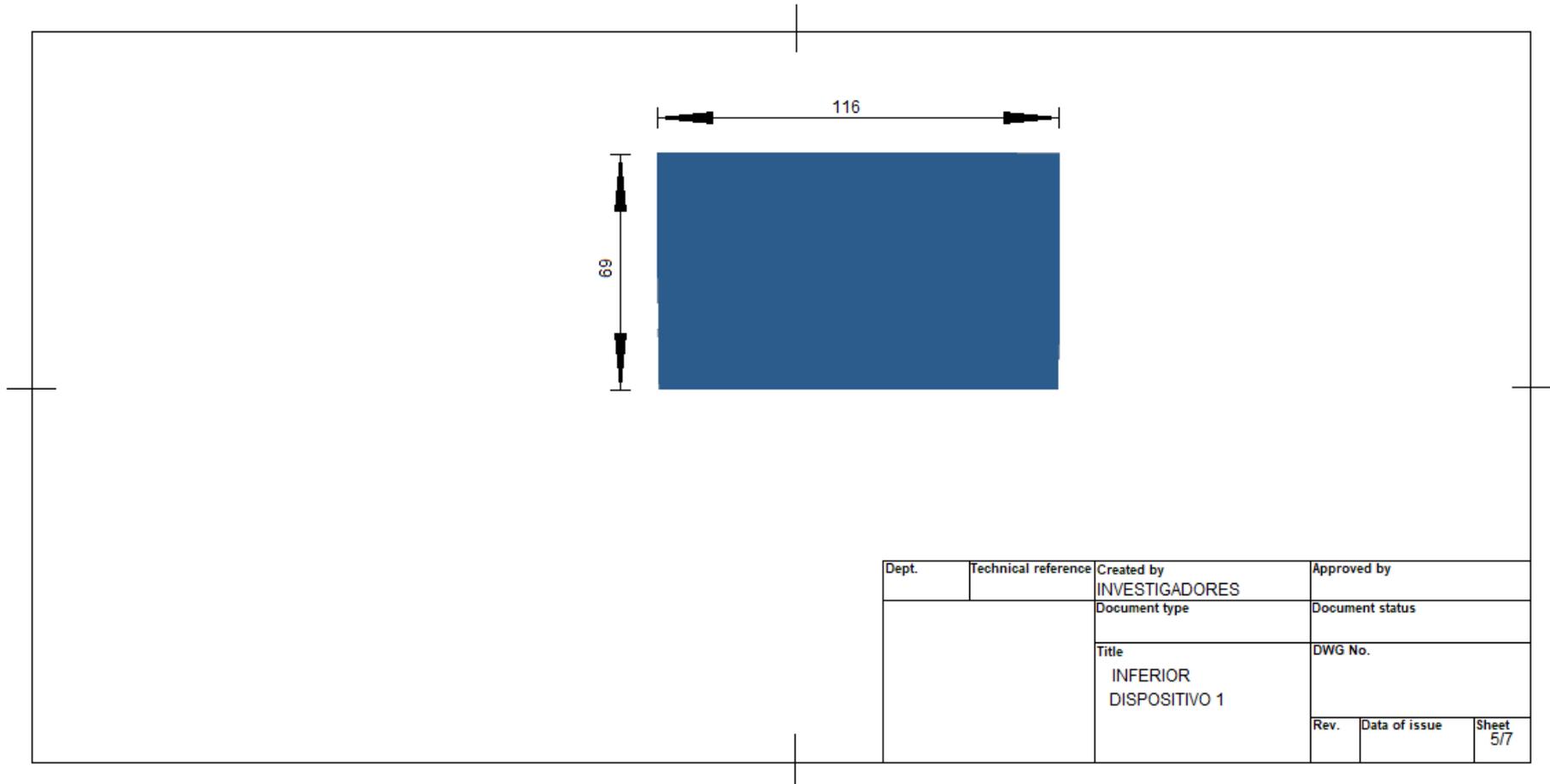


**PLANOS DEL DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DISPOSITIVO 2 LADO DERECHO**

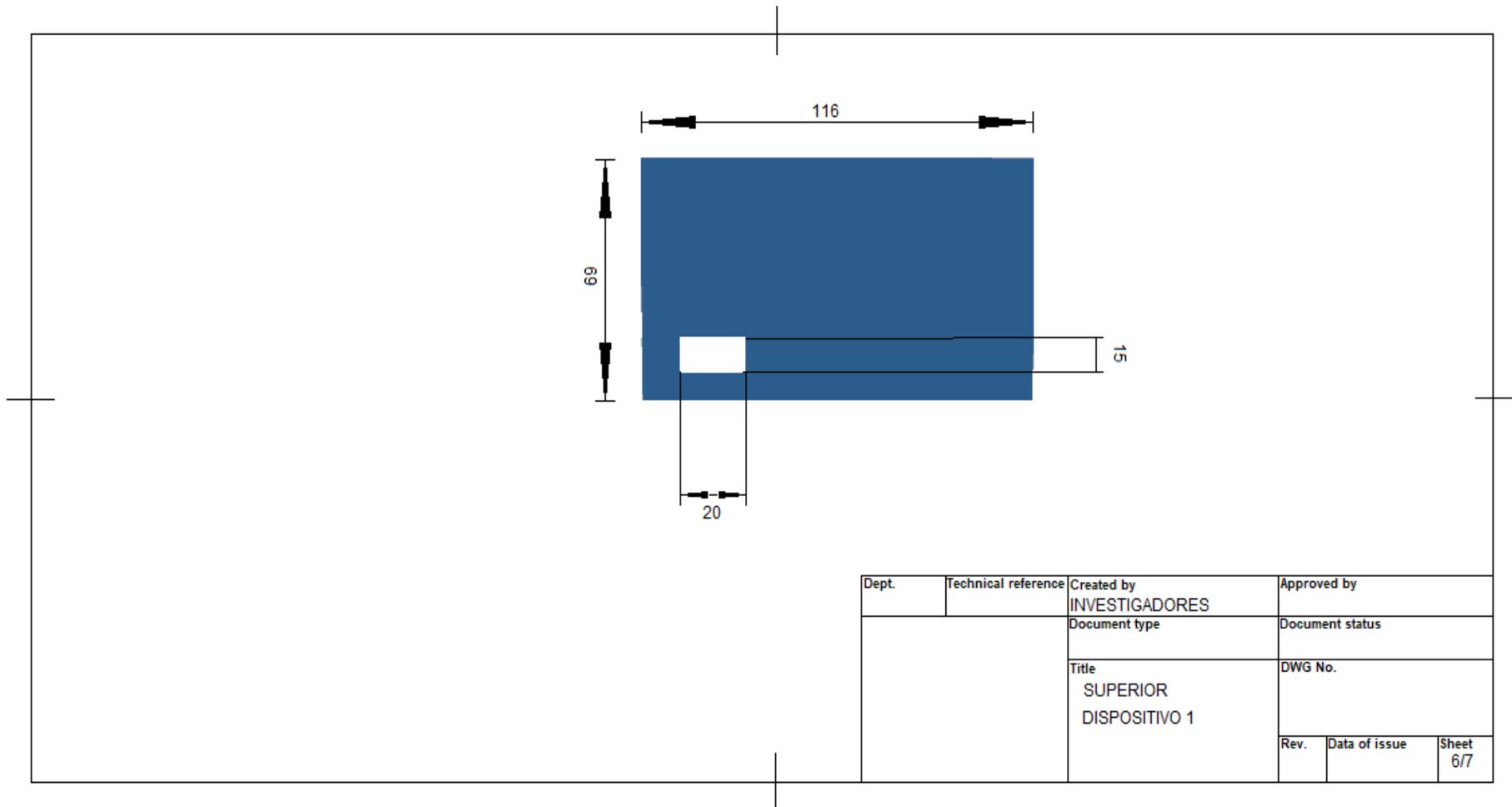


|       |                     |  |                 |               |
|-------|---------------------|--|-----------------|---------------|
| Dept. | Technical reference | Created by<br>INVESTIGADORES           | Approved by     |               |
|       |                     | Document type                          | Document status |               |
|       |                     | Title<br>LADO DERECHO<br>DISPOSITIVO 1 | DWG No.         |               |
|       |                     |  | Rev.            | Data of issue |
|       |                     |  |                 | Sheet<br>4/7  |

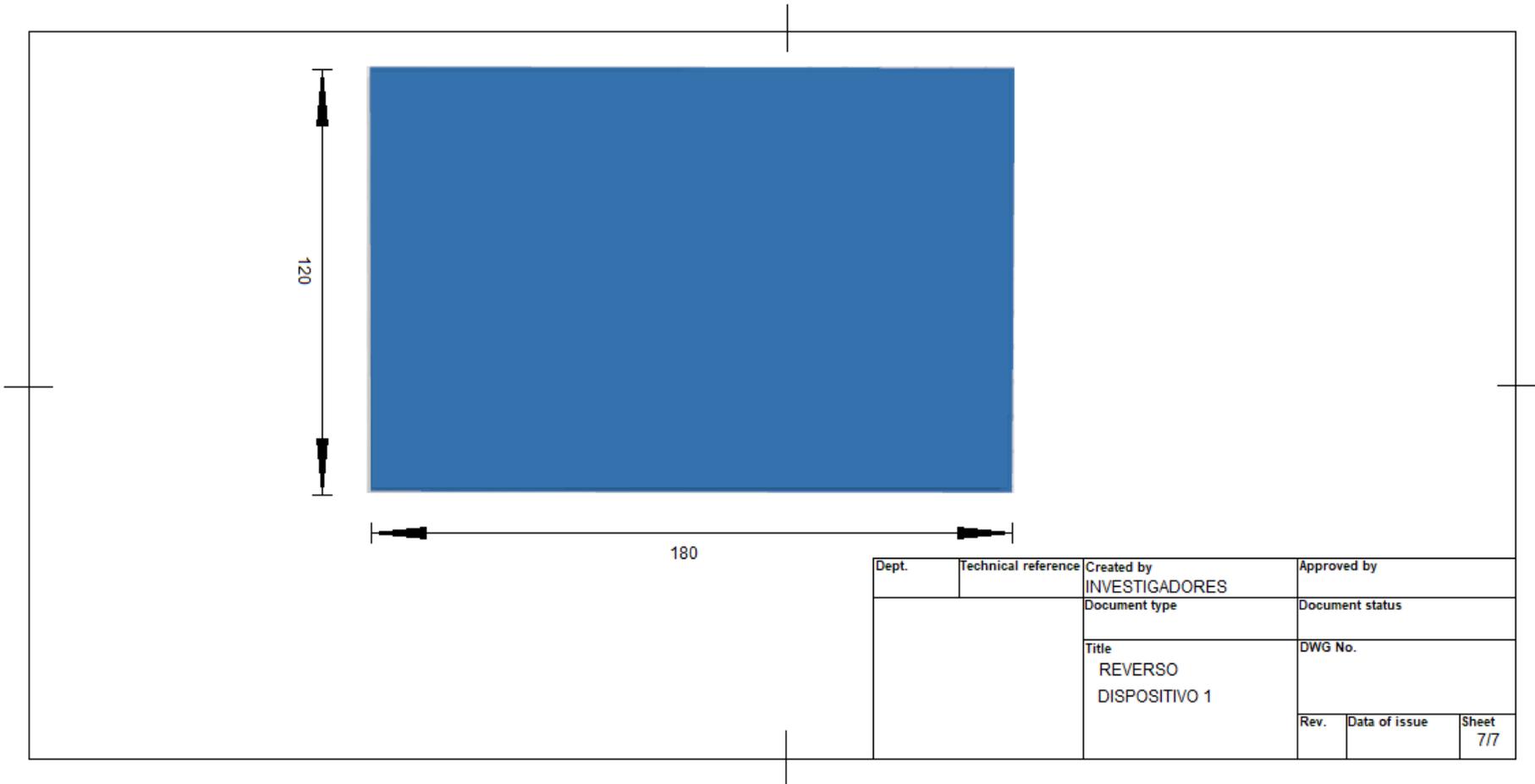
## PLANOS DEL DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DISPOSITIVO 2 PARTE INFERIOR



## PLANOS DEL DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DISPOSITIVO 2 PARTE SUPERIOR

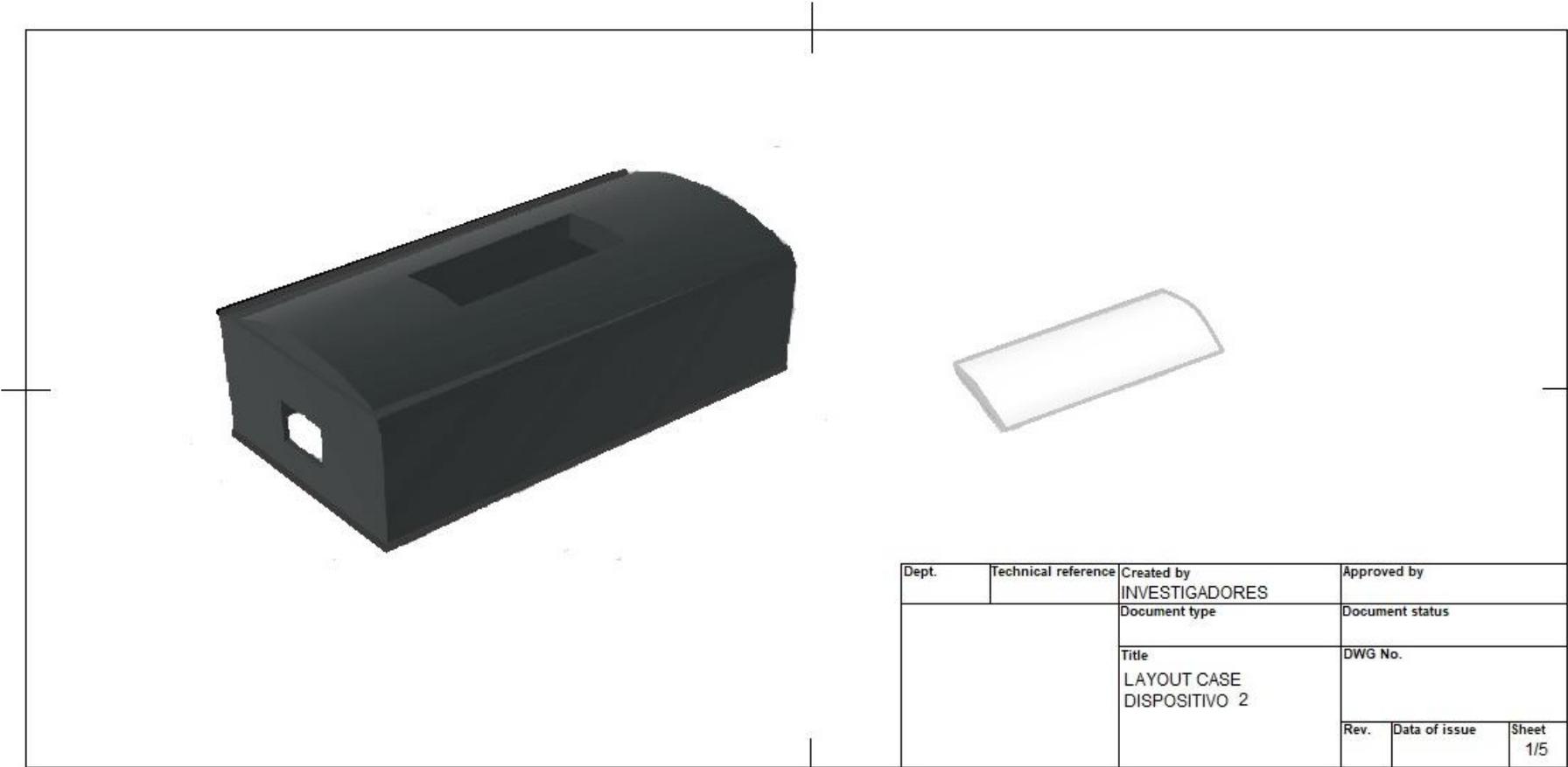


## PLANOS DEL DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DISPOSITIVO 2 PARTE ATRÁS

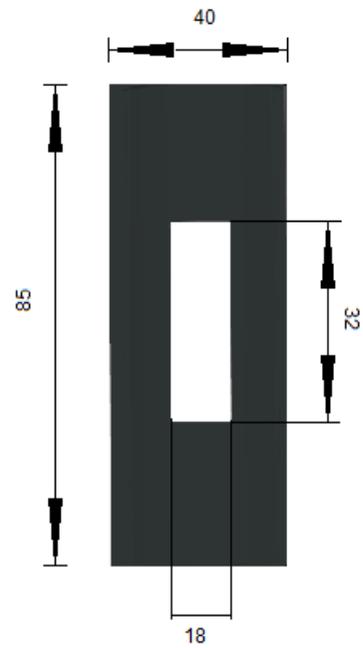


## ANEXO N

### PLANOS DEL DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DISPOSITIVO 1 LAYOUT

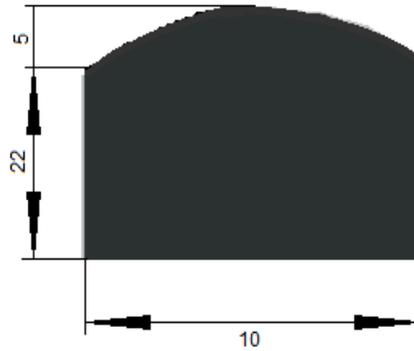


## PLANOS DEL DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DISPOSITIVO 1 PARTE FRONTAL



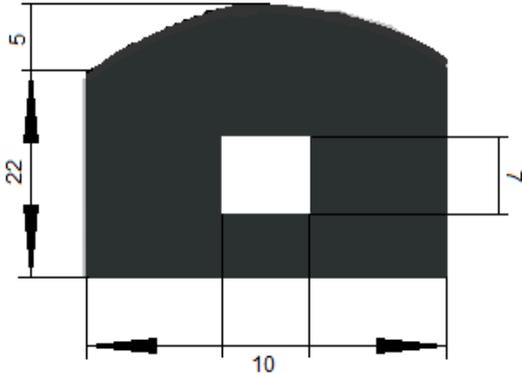
|       |                     |                          |                 |       |
|-------|---------------------|--------------------------|-----------------|-------|
| Dept. | Technical reference | Created by               | Approved by     |       |
|       |                     | INVESTIGADORES           |                 |       |
|       |                     | Document type            | Document status |       |
|       |                     | Title                    | DWG No.         |       |
|       |                     | FRONTAL<br>DISPOSITIVO 2 |                 |       |
|       |                     | Rev.                     | Data of issue   | Sheet |
|       |                     |                          |                 | 2/5   |

## PLANOS DEL DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DISPOSITIVO 1 LADO IZQUIERDO



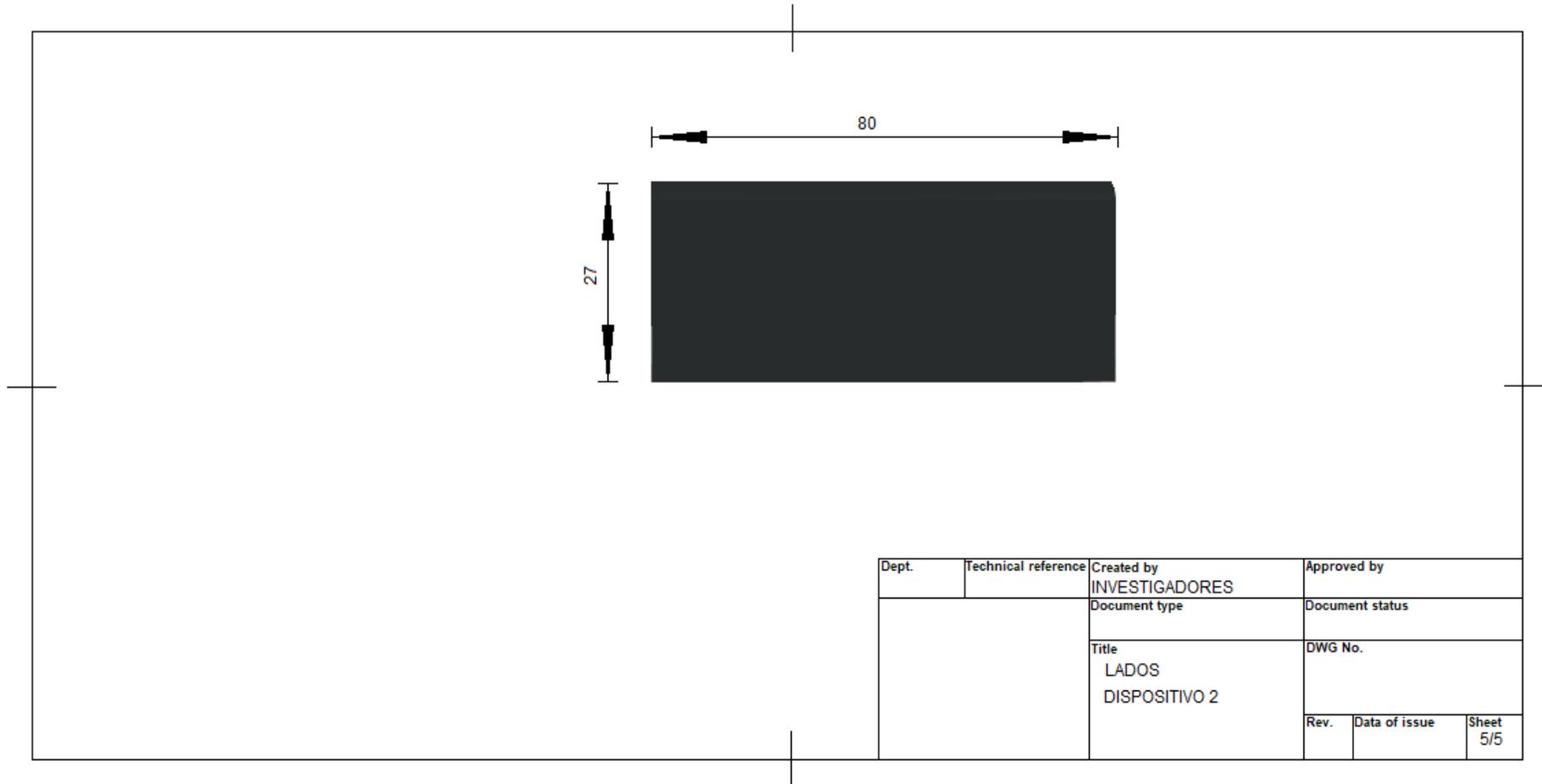
|       |                     |  |                 |               |
|-------|---------------------|--|-----------------|---------------|
| Dept. | Technical reference | Created by<br>INVESTIGADORES             | Approved by     |               |
|       |                     | Document type                            | Document status |               |
|       |                     | Title<br>LADO IZQUIERDO<br>DISPOSITIVO 2 | DWG No.         |               |
|       |                     |  | Rev.            | Data of issue |
|       |                     |  |                 | Sheet<br>3/5  |

**PLANOS DEL DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DISPOSITIVO 1 LADO DERECHO**



|       |                     |  |                 |               |
|-------|---------------------|--|-----------------|---------------|
| Dept. | Technical reference | Created by<br>INVESTIGADORES           | Approved by     |               |
|       |                     | Document type                          | Document status |               |
|       |                     | Title<br>LADO DERECHO<br>DISPOSITIVO 2 | DWG No.         |               |
|       |                     |  | Rev.            | Data of issue |
|       |                     |  |                 | Sheet<br>4/5  |

## PLANOS DEL DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DISPOSITIVO 1 LADOS



|       |                     |                                 |                 |               |              |
|-------|---------------------|---------------------------------|-----------------|---------------|--------------|
| Dept. | Technical reference | Created by<br>INVESTIGADORES    | Approved by     |               |              |
|       |                     | Document type                   | Document status |               |              |
|       |                     | Title<br>LADOS<br>DISPOSITIVO 2 | DWG No.         |               |              |
|       |                     |                                 | Rev.            | Data of issue | Sheet<br>5/5 |