

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

**SEDE CUENCA**

**CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

*Trabajo de titulación previo  
a la obtención del título  
de Ingeniero Electrónico*

**PROYECTO TÉCNICO CON ENFOQUE SOCIAL**

**DISEÑO DE UN BOTÓN DE PÁNICO MÓVIL PARA  
ADULTOS MAYORES PARA EL MONITOREO A  
TRAVÉS DEL SISTEMA ECU 911**

**AUTORES:**

JOHN ARMANDO LIMA LEÓN  
CRISTIAN PATRICIO VALDEZ BERMEJO

**TUTOR:**

ING. JUAN DIEGO JARA S. MgT.

CUENCA - ECUADOR

2019

## CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Nosotros, John Armando Lima León con documento de identificación N° 0105875728 y Cristian Patricio Valdez Bermejo con documento de identificación N° 0302012455, manifestamos nuestra voluntad y cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del trabajo de titulación: **DISEÑO DE UN BOTÓN DE PÁNICO MÓVIL PARA ADULTOS MAYORES PARA EL MONITOREO A TRAVÉS DEL SISTEMA ECU 911**, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de: *Ingeniero Electrónico*, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, marzo del 2019



John Armando Lima León  
CI: 0105875728  
AUTOR



Cristian Patricio Valdez Bermejo  
CI: 0302012455  
AUTOR

## CERTIFICACIÓN

Yo declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: **DISEÑO DE UN BOTÓN DE PÁNICO MÓVIL PARA ADULTOS MAYORES PARA EL MONITOREO A TRAVÉS DEL SISTEMA ECU 911**, realizado por John Armando Lima León y Cristian Patricio Valdez Bermejo, obteniendo el *Proyecto Técnico con enfoque social* que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, marzo del 2019



Ing. Juan Diego Jara Saltos

CI: 0103543658

## DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, John Armando Lima León con número de cédula 0105875728 y Cristian Patricio Valdez Bermejo con número de cédula 0302012455, autores del trabajo de titulación: **DISEÑO DE UN BOTÓN DE PÁNICO MÓVIL PARA ADULTOS MAYORES PARA EL MONITOREO A TRAVÉS DEL SISTEMA ECU 911**, certificamos que el total contenido del *Proyecto Técnico con enfoque social*, es de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría.

Cuenca, marzo del 2019



John Armando Lima León  
CI: 0105875728  
AUTOR



Cristian Patricio Valdez Bermejo  
CI: 0302012455  
AUTOR

## **DEDICATORIA**

Este trabajo de titulación va dedicado a Dios por inspirarme y darme fuerzas siempre para cumplir mis metas y anhelos que en la vida me propongo. A mis padres José y Narcisa por su apoyo, amor y sacrificio que han realizado durante estos años, gracias a su amor y trabajo he podido llegar a cumplir la meta más importante en mi vida, mil gracias de todo corazón queridos padres. A mis hermanos por su cariño y apoyo incondicional durante esta etapa de mi vida, gracias hermanos por siempre estar conmigo en los momentos felices y tristes de mi vida. A toda mi familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento me ayudaron a que cada día no le tema a las adversidades de la vida y ser una mejor persona. Mil gracias a toda mi familia, amigos y vecinos por siempre confiar en mí.

**Cristian Patricio Valdez Bermejo**

A Dios, que su palabra me llena, me da fuerzas y me inspira a ser mejor cada día. A mi padre Luis quien con todo su amor siempre estuvo apoyándome en todo lo que podía en el transcurso de mi carrera y metas propuestas siendo un padre y un amigo al mismo tiempo, a mi familia en especial a mis tíos Ángel y Leonila, hermanos y abuelitos quienes con su cariño, apoyo y palabras de aliento han sido un pilar fundamental en mi vida.

**John Armando Lima León**

## AGRADECIMIENTOS

vi

Al finalizar este proyecto de titulación deseo primeramente agradecer a Dios por brindarme la vida, guiarme por el camino del bien, ser el apoyo y fortaleza para poder salir en adelante en aquellos momentos más difíciles de mi vida, un agradecimiento muy especial a mis padres José Valdez y Narcisa Bermejo por haber confiado siempre en mí, por ser los principales promotores para cumplir esta meta, por los consejos, valores y principios que siempre me han inculcado. A mis hermanos Geovanny, Marco y Juan por siempre apoyarme y brindarme su ayuda incondicional durante mi vida estudiantil, finalmente quiero agradecer a toda mi familia por los consejos y cariño que siempre me han brindado, de manera especial a mis tíos Mesías Valdez y María Clavijo por sus consejos, cariño y buena voluntad que siempre han tenido hacia mi persona, de manera general muchas gracias a abuelos, primos, amigos y vecinos por siempre estar conmigo que Dios le pague, les agradece de todo corazón su hijo, hermano, nieto, sobrino, amigo y vecino.

**Cristian Patricio Valdez Bermejo**

A Dios por darme la vida, salud y sabiduría para alcanzar mis objetivos. A mis padres, familiares y amigos por la confianza y apoyo brindado en todo momento, en cada paso dado hacia mis objetivos. A las instituciones que nos apoyaron con las respectivas pruebas necesarias en el desarrollo del proyecto de titulación, tanto a la universidad del adulto mayor, como al Servicio Integrado de Seguridad ECU 911 de la provincia del Azuay y a nuestro director de trabajo de titulación.

**John Armando Lima León**

## GLOSARIO

**SIS:** Servicio Integrado de Seguridad  
**VPN:** Red Privada Virtual  
**GPS:** Sistema de Posicionamiento Global  
**OMS:** Organización Mundial de la Salud  
**INEC:** Instituto Nacional de Estadística y Censos  
**LTE:** Evolución a Largo Plazo  
**TCP:** Protocolo de Control de Transmisión  
**UDP:** Protocolo de Datagramas de Usuario  
**ICMP:** Protocolo de Control de Mensajes de Internet  
**TLS:** Seguridad en Capas de Transporte  
**SSL:** Capa de Conexión Segura  
**RPZ:** Raspberry Pi Zero  
**IDE:** Entorno de Desarrollo Integrado  
**UART:** Transmisor Receptor Asíncrono Universal  
**DUH:** Don't Understand / Can't Handle  
**IDE:** Entorno de Desarrollo Integrado  
**SWT:** Kit de Herramientas de Widgets Estándar  
**PPTP:** Protocolo de Tunnelización Punto a Punto  
**L2TP:** Protocolo de Tunnelización de Capa 2  
**GPL:** Licencia Pública General  
**CRC:** verificación por redundancia cíclica  
**ACK:** Acuse de Recibo  
**DNS:** Sistema de Nombres de Dominio  
**MAC:** Control de Acceso a Medios  
**CPU:** Unidad Central de Procesamiento

## **Resumen**

En la actualidad en el Ecuador ha incrementado las denuncias de desaparición de personas de cualquier rango de edad, pero según datos estadísticos presentados por el ECU 911 el mayor rango de personas desaparecidas a nivel nacional pertenece al grupo de personas adultas mayores que tienen una edad aproximada de 65 años en adelante. En el presente proyecto se propone el diseño de un prototipo con un botón de pánico requiriendo el servicio de auxilio del ECU 911, con las respectivas coordenadas de donde se encuentra la persona que requiere la ayuda, además este dispositivo cuenta con la ventaja que será monitoreado las 24 horas del día por el ECU 911 mientras este encendido. El dispositivo utiliza el módulo GPS NEO-6M para receptar datos de geolocalización y como unidad de procesamiento una Raspberry PI Zero W que junto con un modem 3G nos permite enviar datos de emergencia y de geolocalización cuando el cliente presione el botón al sistema de servicio Integrado de Seguridad ECU 911, a través de una VPN.

GLOSARIO .....	vii
OBJETIVOS .....	xvi
Objetivo general .....	xvi
Objetivos Específicos.....	xvi
CAPITULO 1 INTRODUCCION Y REVISION DEL ESTADO DEL ARTE .....	1
1.1 Problemática.....	1
1.2 Justificación .....	2
1.3 Índice de Personas Perdidas en el Ecuador .....	2
1.4 Adulto Mayor .....	4
1.5 Demencia.....	4
1.5.1 Causas .....	4
1.5.2 Síntomas.....	4
1.5.3 Impacto Familiar .....	5
1.5.4 Principales riesgos de personas con Demencia.....	5
1.5.5 Problemas de Seguridad de personas con Demencia .....	5
1.6 Estado de Arte .....	6
1.6.1 Sistema de Auxilio y Localización .....	6
1.6.2 Mejores Métodos de Hardware para el desarrollo del Prototipo.....	7
1.6.2.1 Arduino Uno .....	7
1.6.2.2 Raspberry Pi Zero W.....	8
1.6.2.3 Ventilador de refrigeración 5V Impermeable 40/40/10mm DC sin escobillas .....	9
1.6.2.4 Batería Recargable de polímero de Litio LiPo.....	10
1.6.2.5 Modulo GPS NEO-6M.....	10
1.6.3 Software para el desarrollo del Prototipo.....	11
1.6.3.1 MySQL.....	11
1.6.3.2 Eclipse .....	12
1.6.4 Sistema GPS.....	13
1.6.5 Red Privada Virtual.....	13
1.6.5.1 Requerimientos Básicos de una VPN .....	14
1.6.5.2 Tipos de VPN.....	14
1.6.5.3 Protocolos utilizados por una VPN.....	15
1.6.6 OPENVPN .....	15
1.6.6.1 Componentes Gráficos de la OPENVPN.....	16
1.6.7 Threads en JAVA.....	16
1.6.7.1 Programación Paralela .....	18
1.6.8 Sistema de Gestión de Incidencias .....	19
1.6.8.1 Definición de Incidencia .....	19
1.6.8.2 Gestión de Incidencias .....	20
1.6.9 Concepto de Socket.....	21
1.6.10 Análisis e Interpretación de Resultados de las Encuestas sobre Viabilidad del proyecto.....	25
CAPITULO 2 MARCO METODOLOGICO .....	33
2.1 Metodología utilizada para el desarrollo del prototipo .....	33

2.1.1 Diseño del Sistema Usuario o Transmisor .....	33x
2.1.1.1 Procesamiento de Información.....	34
2.1.1.2 Adquisición de Datos .....	35
2.1.1.3 Envío de Datos .....	37
2.1.1.4 Cobertura del Sistema .....	43
2.1.1.4.1 Geolocalización.....	43
2.1.2 Diseño del Sistema Central de Gestión o Receptor .....	44
2.1.2.1 Recepción y Almacenamiento de Datos .....	45
2.1.2.2 Visualización de Datos.....	46
2.2 Funcionamiento del Sistema del Prototipo del Botón de Pánico .....	47
2.3 Diseño Electrónico .....	48
2.3.1 Cálculos.....	49
2.3.1.1 Cálculo del circuito indicador del estado de Batería.....	49
2.3.1.2 Calculo del valor de la Resistencia para protección del led.....	52
<b>CAPITULO 3 FUNCIONAMIENTO Y ANÁLISIS DE RESULTADOS .....</b>	<b>53</b>
3.1 Pruebas de Funcionamiento del Prototipo .....	53
3.1.1 Etapa de adquisición de datos de Geolocalización .....	53
3.1.2 Etapa de Transmisión de Datos.....	53
3.1.3 Recepción de la información.....	55
3.1.4 Etapa de Visualización de Resultados.....	57
3.2 Consumo de Energía de la Batería .....	61
3.3 Análisis del tiempo de enlace al presionar el botón de pánico .....	61
3.4 Análisis del tiempo de recuperación del enlace por motivos de cobertura .....	62
3.5 Análisis Económico .....	63
3.5.1 Inversión Inicial del Proyecto .....	63
3.5.2 Proyección de Ingresos .....	64
3.5.3 Proyección de Gastos de Capital y Gasto Operativo (CAPEX Y OPEX) .....	66
3.5.4 Flujo de Caja .....	67
3.5.5 Evaluación Económica Financiera.....	67
3.6 Análisis de Resultados .....	68
<b>CAPITULO 4.....</b>	<b>72</b>
4.1 Conclusiones .....	72
4.2 Recomendaciones.....	72
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....</b>	<b>74</b>
<b>APENDICES.....</b>	<b>76</b>
APENDICE A: Instalación del GPS en la Raspberry PI Zero W .....	76
APENDICE B: Instalación y Configuración del Modem ALCATEL ONETOUCH X500Y .....	77
APENDICE C: Instalación y Configuración de OPENVPN en el Servidor .....	79
APENDICE D: Programación GPS .....	82
APENDICE E: Programación para automatizar el modem con el inicio del sistema..	83
APENDICE F: Programación de la recepción y almacenamiento de datos.....	84
APENDICE G: Dimensiones de la Carcasa.....	90
APENDICE H: Diseño de la Placa del Hardware.....	91
APENDICE I: Formato de las Encuestas Realizadas .....	92

APENDICE J: Acta de Confirmación de Pruebas Técnicas Realizadas en la	xi
Universidad del Adulto Mayor .....	94

Tabla 1.1 Características técnicas Arduino Uno. ....7

Tabla 1.2 Características técnicas Raspberry PI Zero W – Raspberry PI 2. ....8

Tabla 1.3 Características técnicas Raspberry PI Zero W – Arduino UNO. ....9

Tabla 1.4 Lenguajes de Programación. ....12

Tabla 1.5 Tipos de VPN. ....14

Tabla 1.6 Protocolos utilizados por una VPN. ....15

Tabla 1.7 Resultados obtenidos de la pregunta 1. ....26

Tabla 1.8 Resultados obtenidos de la pregunta 2. ....26

Tabla 1.9 Resultados obtenidos de la pregunta 3. ....27

Tabla 1.10 Resultados obtenidos de la pregunta 4. ....28

Tabla 1.11 Resultados obtenidos de la pregunta 5. ....29

Tabla 1.12 Resultados obtenidos de la pregunta 6. ....30

Tabla 1.13 Resultados obtenidos de la pregunta 7. ....31

Tabla 1.14 Resultados obtenidos de la pregunta 8 y 9. ....31

Tabla 2.1 Especificaciones técnicas de la batería LiPo. ....49

Tabla 3.1 Consumo total de energía de la Batería. ....61

Tabla 3.2 Inversión Inicial del proyecto. ....64

Tabla 3.3 Proyecciones de Ingresos de la Empresa durante el ciclo de vida del proyecto.  
.....65

Tabla 3.4 Gastos de Capital y Gasto Operativo proyectado para 5 años. ....66

Tabla 3.5 Flujo de Caja proyectada para 5 años. ....67

Tabla 3.6 Costo Total del sistema. ....68

Tabla 3.7 Datos personales tomados de cada adulto mayor. ....70

Figura 1.1 Estadística de personas localizadas y desaparecidas. ....	2
Figura 1.2 Estadística de personas desaparecidas por Provincia. ....	3
Figura 1.3 Estadística de personas desaparecidas según el grupo Etario y sexo. ....	3
Figura 1.4 Arduino Uno. ....	7
Figura 1.5 Raspberry PI Zero W. ....	8
Figura 1.6 Ventilador 5V 40/40/10mm. ....	10
Figura 1.7 Batería Recargable de polímero de Litio. ....	10
Figura 1.8 Modulo GPS NEO-6M. ....	11
Figura 1.9 MySQL. ....	11
Figura 1.10 Eclipse. ....	13
Figura 1.11 Constelación GPS. ....	13
Figura 1.12 Software OPENVPN. ....	16
Figura 1.13 Métodos usados para la ejecución de hilos. ....	17
Figura 1.14 Proceso de creación de hilos en Java. ....	18
Figura 1.15 Ventajas y Desventajas de programación paralela. ....	19
Figura 1.16 Proceso para reportar una emergencia en el ECU911. ....	21
Figura 1.17 Tipos de Sockets. ....	22
Figura 1.18 Arquitectura de conexión por sockets. ....	23
Figura 1.19 Funciones utilizadas para protocolo orientado a conexión. ....	24
Figura 1.20 Funciones utilizadas para protocolo no orientado a conexión. ....	25
Figura 2.1 Esquema General Prototipo. ....	33
Figura 2.2 Esquema del Sistema Usuario. ....	34
Figura 2.3 Estructuración del mensaje enviado al sistema Central de Gestión. ....	35
Figura 2.4 Obtención de Coordenadas GPS con el comando cgps-s. ....	36
Figura 2.5 Red Implementada. ....	37
Figura 2.6 Reconocimiento del modem. ....	37
Figura 2.7 Dirección IP asignado por el Modem. ....	38
Figura 2.8 Menú IPFire RedECU911. ....	38
Figura 2.9 Formulario de llenado PKI. ....	39
Figura 2.10 Certificados y llaves generados. ....	39
Figura 2.11 Activación de OpenVPN en la interfaz Red. ....	40
Figura 2.12 Tipo de conexión para la configuración del Usuario. ....	40
Figura 2.13 Nombre de la conexión del túnel y se habilita para la creación de un certificado. ....	40
Figura 2.14 Certificado para el Usuario. ....	41
Figura 2.15 Paquete para conectar al Usuario. ....	41
Figura 2.16 VPN conectada entre el dispositivo del Usuario y el sistema de Gestión. ...	41
Figura 2.17 Estructura de Conexión por Sockets. ....	42
Figura 2.18 Estructura sencilla de Conexión por Sockets. ....	43
Figura 2.19 Esquema del Sistema Central de Gestión. ....	45
Figura 2.20 Tablas creadas para la Base de Datos. ....	45
Figura 2.21 Información sobre la trama receptada en la ventana principal. ....	47
Figura 2.22 Interfaz del programa para el sistema de Gestión. ....	47
Figura 2.23 Funcionamiento del Sistema del Prototipo del Botón de Pánico. ....	48

Figura 2.24 Diseño del Circuito Electrónico del Prototipo.....	49xiv
Figura 2.25 Diseño del Circuito del estado de Batería.....	50
Figura 3.1 Ejecución del programa proGPSuno.py. ....	53
Figura 3.2 Resultado de la ejecución del programa proGPSuno.py. ....	53
Figura 3.3 Verificación de la Conexión al servidor Google. ....	54
Figura 3.4 Código utilizado para la conexión entre el sistema transmisor y receptor. ....	54
Figura 3.5 Mensaje de confirmación exitoso del envío de información. ....	54
Figura 3.6 Mensaje de pérdida y recuperación del enlace para la transmisión de información. ....	55
Figura 3.7 Estructura del mensaje enviado al sistema receptor. ....	55
Figura 3.8 Estructura del mensaje cuando no se envía ninguna emergencia. ....	55
Figura 3.9 Estructura del mensaje cuando se envía datos de emergencia y geográficos. ....	55
Figura 3.10 Funcionamiento de la recepción de información. ....	56
Figura 3.11 Ciclo de vida de un hilo o Thread.....	57
Figura 3.12 (a) Pantalla de Inicio de sesión (b) Pantalla de ingreso del puerto.....	58
Figura 3.13 Pantalla principal del Sistema de Gestión. ....	58
Figura 3.14 Pantalla de Trafico de información.....	58
Figura 3.15 Emergencia (a) Datos del usuario que requiere la ayuda (b) Ruta más rápida. ....	59
Figura 3.16 Pantalla de Alarmas. ....	60
Figura 3.17 Pantalla de Administrar Usuarios. ....	60
Figura 3.18 Pantalla de Configuración.....	60
Figura 3.19 Pantalla de Mantenimiento. ....	61
Figura 3.20 Análisis del tiempo de enlace al presionar el botón de pánico. ....	62
Figura 3.21 Análisis del tiempo de recuperación del enlace por motivos de cobertura...	63
Figura 3.22 Informando de la función de los principales elementos del sistema prototipo. ....	69
Figura 3.23 Indicando la información que se recepta y se observa en el sistema de Gestión. ....	70
Figura 3.24 Adulto Mayor manipulando el prototipo. ....	71
Figura 3.25 Estudiantes de la Universidad del Adulto mayor. ....	71
Figura B.1 Configuración wvdial.conf. ....	78
Figura B.2 IP asignada por el modem. ....	78
Figura C.1 Selección de (a) Tipo de Teclado (b) Zona Horaria.....	79
Figura C.2 Selección de (a) Nombre de la maquina (b) Nombre del Dominio. ....	79
Figura C.3 Contraseña de root para iniciar la Raspberry Pi mediante Shell o SSH. ....	79
Figura C.4 Contraseña de Admin para iniciar sesión en la interfaz web. ....	80
Figura C.5 Menú para la configuración de la red. ....	80
Figura C.6 Selección de las tarjetas de red de las interfaces GREEN (WAN interface) y RED (LAN interface).....	80
Figura C.7 Configuración de la IP para la interfaz GREEN.....	81
Figura C.8 Configuración de la IP para la interfaz RED. ....	81
Figura C.9 Asignación del DNS y Puerta de enlace. ....	81
Figura D.1 Programa proGPSuno.py .....	82
Figura E.1 Archivo para el autoarranque del modem en el inicio del sistema.....	83
Figura F.1 Verificación del puerto por el cual se establece la conexión.....	84

Figura F.2 Obtención de la Dirección IP y la Mac. ....	84xv
Figura F.3 Verificación del mensaje que está receptando.....	85
Figura F.4 Código utilizado para mostrar un mensaje Hanshake. ....	85
Figura F.5 Código utilizado para mostrar un mensaje de Supervivencia. ....	86
Figura F.6 Código utilizado para mostrar un mensaje de Emergencia dirigido a la Cruz Roja. ....	86
Figura F.7 Código utilizado para mostrar un mensaje de Emergencia dirigido a la Policía.....	87
Figura F.8 Código utilizado para descomponer la trama receptada.....	88
Figura F.9 Código utilizado para establecer conexión entre Eclipse y MySQL.....	89
Figura E.1 Vista Frontal de la carcasa. ....	90
Figura E.2 Vista de la carcasa (a) Lateral Izquierda (b) Lateral Derecha.....	90
Figura E.3 Vista de la carcasa (a) Superior (b) Inferior.....	90
Figura F.1 Diseño de la Placa. ....	91

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo general**

Diseñar un prototipo de botón de pánico móvil con ubicación GPS para el monitoreo de adultos mayores en el cantón Cuenca, por medio del sistema ECU 911.

### **Objetivos Específicos**

- Analizar los riesgos y problemas que tienen los adultos mayores.
- Identificar los mejores métodos de hardware y software para el desarrollo de un prototipo económico y eficiente en el servicio de auxilio, incluido el sistema de alimentación con batería.
- Diseñar un Sistema de Gestión que permita el monitoreo de los incidentes generados por el prototipo, a través del sistema ECU 911.
- Validar el sistema de seguridad de botón de pánico mediante pruebas en el cantón Cuenca dentro de las Instalaciones de la UPS y en coordinación con el ECU911.

## CAPITULO 1

### INTRODUCCION Y REVISION DEL ESTADO DEL ARTE

#### 1.1 Problemática

En años pasados al 2011 la ciudadanía se enfrentaba sola a ciertas emergencias, cambiando con el decreto ejecutivo N° 988, borrando un pasado de largas esperas y ciudadanos desprotegidos; dando inicio a una nueva era de la coordinación de atención de emergencias y la atención de incidentes. Durante el 2016, el Ecuador puso a prueba el Servicio Integrado de Seguridad ECU 911 y todo el sistema de respuesta frente a una catástrofe que marcó nuestras vidas: el sismo de 7.8 grados provocó 671 fallecidos, 4.859 heridos que atender, 200 km de vías y cerca de 50 mil edificaciones afectadas. Las inundaciones y deslaves provocados por el Fenómeno El Niño, entre otras emergencias. La coordinación del Comité Intersectorial del SIS ECU911, contribuyó a potenciar la atención de emergencias, en el marco de la política pública de seguridad integral, y a disminuir, aún más, varios índices de inseguridad. [1]

Por otro lado también, se ha generado problemas de personas desaparecidas, en el caso de adultos mayores, la demencia o pérdida de las facultades mentales, tiene un impacto en el mundo de aproximadamente unos 50 millones de habitantes, de esta cantidad de personas más o menos un 60% son de países subdesarrollados. Se registra que alrededor de un 5 y un 8 por ciento de la sociedad de 60 años o más, sufre la pérdida de las facultades mentales en una determinada etapa de su vida. Se pronostica que para el año 2030 se tenga 82 millones de personas con este problema y en el 2050 aproximadamente 152 millones. [2] La OMS manifiesta que el incremento de habitantes con demencia en los países subdesarrollados aumente cada día más, como sucede en zonas como Sudamérica, donde la población ha incrementado con un mayor rango de edad y en donde el 8,5 por ciento de las personas mayor de 60 años tiende a padecer demencia. Según el INEC en base al Censo realizado en el año 2010 el Ecuador cuenta con alrededor de 941.000 habitantes mayores de 65 años que constituye el 7 por ciento de la población total y se imagina que para el año 2050 existirá más de 3.000.000 llegando al 18 por ciento. En la provincia del Azuay viven 17.696 adultos mayores, esta cantidad de personas constituye el 7,8 por ciento. Un estudio realizado en el Hospital del IESS de Cuenca en el 2010 existe un 17.1 por ciento de habitantes que sufren Demencia. [2] [3] [4]

Por otro lado, es necesario fortalecer la institucionalidad de las entidades en el tiempo de respuesta para la atención de emergencias, facilitando al ciudadano requerir la ayuda directamente sin ningún percance de tiempo en una emergencia. En la actualidad en el Ecuador no hay ningún dispositivo que permita comunicarse directamente con el ECU 911, sin antes seguir una serie de pasos para hacer válida su petición. La principal desventaja es la comunicación de las instituciones de seguridad como es el ECU 911 con regiones lejanas en donde la sociedad no cuenta con un servicio telefónico fijo, sin embargo, cuentan con cobertura de servicio de internet y telefonía móvil. La velocidad con la que avanza el desarrollo tecnológico de dispositivos electrónicos en sistemas inalámbricos nos da la oportunidad de diseñar y construir sistemas y servicios de seguridad que nos permita monitorear comunidades, personas, vehículos y viviendas,

dándole importancia en este Proyecto, a la problemática de personas con problemas<sup>2</sup> de pérdida de memoria, que no pueden ser ubicadas de una manera rápida y efectiva.[2][3]

## 1.2 Justificación

En la actualidad en el Ecuador han aumentado las denuncias de la ciudadanía, por la desaparición de personas adultas mayores a los 65 años de edad, cuyas personas a partir de esta edad empiezan a padecer de enfermedades como la pérdida de memoria. En las últimas décadas en el Ecuador se ha ido incrementando el número de personas adultas que padecen enfermedades consecuentes de su edad, por ejemplo, una de las enfermedades que padecen estas personas es el Alzheimer, según estudios realizados esta enfermedad se presenta en las personas que tienen una edad mayor a los 65 años, según datos presentados por la INEC, en el Ecuador las personas mayores a los 65 años representan el 7 % de la población total. En el Cantón Cuenca según datos presentados por el Hospital del IEES, el 17.3 % del total de personas mayores padecen la enfermedad de Alzheimer. [2][3][4]

Para los familiares de las personas que padecen esta enfermedad en el Ecuador no es muy accesible los dispositivos que se encuentran actualmente en el mercado debido a sus costos, además la seguridad que ofrecen dichos dispositivos no garantiza un servicio de auxilio las 24 horas del día. Por lo tanto, debido a diversas situaciones que se pueden presentar en una emergencia, en el desarrollo de este proyecto se pretende realizar un dispositivo de botón de pánico que permita ubicar a una persona y tenga la posibilidad de ser monitoreada mediante un sistema de gestión, por el ECU911. [2][3]

## 1.3 Índice de Personas Perdidas en el Ecuador

Según datos obtenidos de la página del Ministerio del Interior, desde el año 1970 hasta diciembre de 2017 se ha registrado un total de 37000 denuncias a nivel nacional de personas desaparecidas de las cuales el 96% han sido resueltos y tan solo quedan 1577 casos en investigación, de los cuales el 25% corresponde a niños, niñas y adolescentes. A continuación, en la Figura 1 se evidencia la cantidad de personas desaparecidas, según el número de denuncias receptadas.

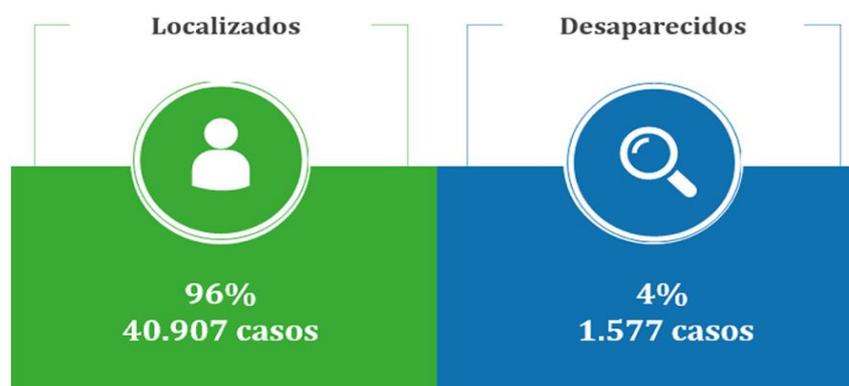


Figura 1.1 Estadística de personas localizadas y desaparecidas.

Fuente: <http://www.desaparecidosecuador.gob.ec/estadisticas-generales>.

También es muy importante conocer el porcentaje de personas desaparecidas en cada una de las provincias, este análisis nos ayudara a conocer la provincia en la que es necesario un sistema que permita ubicar a las personas, en la Figura 2 se presenta este tipo de información:

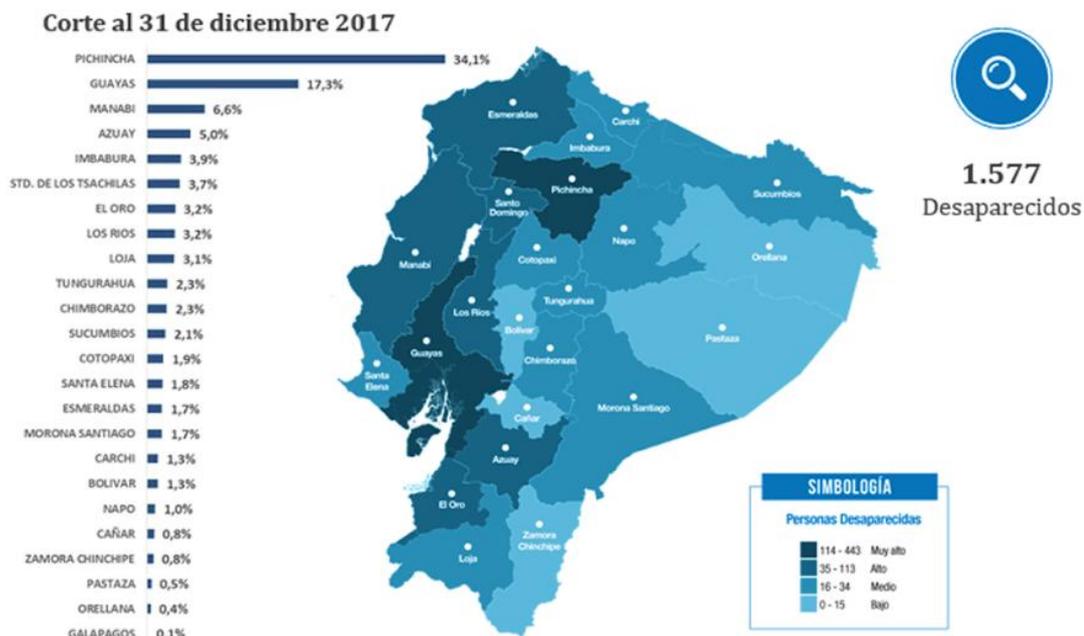


Figura 1.2 Estadística de personas desaparecidas por Provincia.

Fuente: <http://www.desaparecidosecuador.gob.ec/estadisticas-generales>.

La Figura 3 nos permite evidenciar el porcentaje de personas desaparecidas según el grupo etario y el sexo de cada una de estas personas:

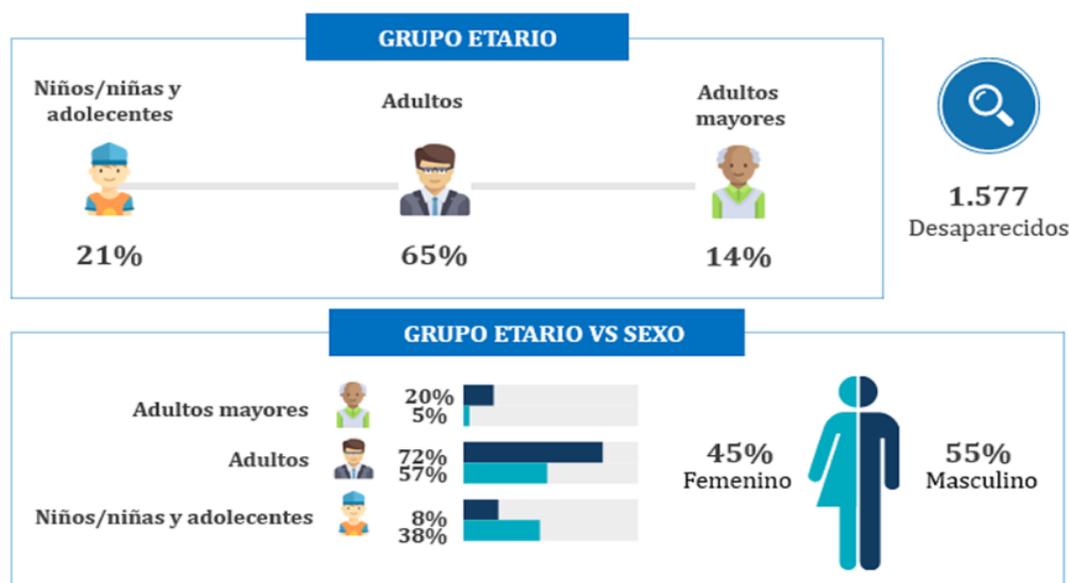


Figura 1.3 Estadística de personas desaparecidas según el grupo Etario y sexo.

Fuente: <http://www.desaparecidosecuador.gob.ec/estadisticas-generales>.

## 1.4 Adulto Mayor

Se le conoce con este nombre al grupo de personas de cualquier sexo, edad, religión, color, raza, posición económica y social que tienen una edad mayor a los 65 años de edad, hace referencia al envejecimiento natural e ineludible del ser humano, esta etapa de la vida que experimenta una persona es la fase final del ciclo vital que tiene un individuo. Por lo general las personas que llegan a esta edad dejan de trabajar o a su vez se jubilan, debido a esto muchas de estas personas empiezan a tener problemas ya sea a nivel económico debido a que sus ingresos disminuyen y problemas de salud propios de la edad, las personas cuando llegan a esta edad sufren el abandono de sus familiares, cuyo aspecto provoca problemas físicos, psicológicos, sociales y emocionales, todo esto conlleva a que el adulto mayor llegue a tener estados de depresión, rechazo y problemas anímicos. [4][5]

## 1.5 Demencia

Por lo general esta enfermedad está presente en los adultos mayores, el 10% de la población que tienen un promedio de edad de 65 años son víctimas de esta enfermedad. Según datos tomados de la Organización Mundial de la Salud para el año 2030 se estima que el 70% de los casos se dupliquen mientras que para el año 2050 se estima tener 115.4 millones de casos con síntomas de demencia. En el Ecuador según datos proporcionados por la INEC las personas que fueron diagnosticadas con demencia corresponden al 21% y estas personas tienen un promedio de edad entre los 61 y 70 años a nivel nacional. [6]

### 1.5.1 Causas

Las principales causas de la demencia son las enfermedades y lesiones que provocan un daño al cerebro, esta enfermedad puede producir a las personas que padecen una discapacidad, es doloroso no solo para la persona que lo padece, sino que también para las personas que conviven diariamente con el paciente y provocan a las personas cercanas un impacto de tipo corporal, psicológico, social y económico. [6]

### 1.5.2 Síntomas

Los síntomas de la demencia se pueden analizar en 3 etapas que se indican a continuación. [7]

**Etapa Inicial:** La persona siempre piensa justificar los síntomas, a continuación, se les indica los síntomas iniciales de esta enfermedad: [7]

- Tendencia al olvido de realizar las diferentes actividades diarias de su vida cotidiana y pérdida de la noción del tiempo y el espacio. [7]
- Dificultad para poder desarrollar con facilidad un lenguaje y las habilidades que comúnmente lo podía hacer. [7]

**Etapa Media:** Los síntomas empiezan a ser más notables y dificultan que la persona pueda realizar sus actividades diarias, los síntomas en esta etapa son: [7]

- Suelen olvidar las fechas importantes y los nombres de los<sup>5</sup> familiares cercanos. [7]
- Manifiestan que el hogar en donde se encuentra no es de ellos. [7]
- Dificultad para poder comunicarse correctamente con la sociedad y para realizar su aseo personal. [7]

**Etapa Final:** Es donde la persona tiene inconvenientes para poder moverse y cuyos síntomas son:

- Suelen tener una confusión del tiempo y el espacio en el cual se encuentren actualmente y mayor dificultad para reconocer a la familia. [7]
- Necesitan de un cuidado especial para poder realizar sus necesidades y moverse. [7]

### 1.5.3 Impacto Familiar

La demencia es una enfermedad que tiene una secuela dolorosa para todos los familiares cercanos del paciente, por lo general los familiares tienen una presión física, emocional y económica al momento de cuidar a un paciente con demencia, la causa de esto es que pueden llegar a tener mucho estrés por lo que necesitan tener un apoyo psicológico, social, financiero y jurídicos pertinentes. [8]

### 1.5.4 Principales riesgos de personas con Demencia

Una persona que sufre la enfermedad de demencia tiene el riesgo de extraviarse y de no saber cómo regresar a su hogar, también estas personas se caracterizan por no recordar su nombre ni tampoco el nombre de familiares cercanos, estas personas pierden la noción del tiempo por lo que si salen a la calle sin la compañía de alguna persona tienen el riesgo de tener dificultades en su salud o sufrir algún accidente. Los familiares de este tipo de personas deben tener mucha atención y cuidado con este tipo de personas y en caso de no poderlos cuidar se recomienda a la familia contratar una persona que se haga cargo de cuidar a este tipo de personas. [9]

### 1.5.5 Problemas de Seguridad de personas con Demencia

Según investigaciones realizadas se puede manifestar que 81% de las personas que nacen vivirán hasta los 60 años, en cambio el 42% restante sobrepasar los 80 años. Se estima que para el año 2025 se llegue a tener 100 millones de personas que tengan un promedio de edad de 60 años o más. [9]

Cuando las personas cumplen los 60 años de edad y a partir de esta edad se convierten en adulto mayores, estas personas empiezan a tener problemas de desarrollo cognitivo, físico y emocional, lo cual repercute en una serie de dificultades tales como el miedo a la vejez, discriminación por la edad, trato inadecuado por la sociedad, pérdida de roles dentro de la familia, pérdida de amigos, viudez, aislamiento y pérdida de la autonomía. El adulto mayor es un grupo social vulnerable a algunas

enfermedades, cuya asequibilidad se relaciona con su inseguridad económica, social<sup>6</sup> y de la salud por la propia evolución natural de las enfermedades crónico degenerativas. En el proceso de envejecimiento estas personas empiezan a tener problemas a nivel de todos los órganos y aparatos, lo que provoca que el adulto mayor se convierta en una persona vulnerable a cualquier tipo de estímulo nocivo, debido a los problemas antes mencionados es que el adulto mayor es el principal ocupante en las camas hospitalarias. [10]

Otros de los problemas que puede tener un adulto durante su envejecimiento es la pérdida de memoria, cuya enfermedad se puede dar por cambios fisiológicos, condicionamientos a distintas enfermedades e intervenciones quirúrgicas y a factores ambientales. [10]

## **1.6 Estado de Arte**

### **1.6.1 Sistema de Auxilio y Localización**

Existen diferentes enfoques para el estudio de los sistemas de auxilio y localización mediante la aplicación de distintas tecnologías.

En la Universidad Politécnica de Valencia - España, como proyecto fin de carrera en ingeniería, se desarrolló un sistema de localización y aplicación móvil para vehículos en aparcamientos sirviéndose de un sistema de posicionamiento global mediante satélites, que comunica estos datos a una aplicación para teléfonos móviles como canal de comunicación del sistema con el usuario, de modo que su sistema de comunicación entre el dispositivo y la aplicación está basado en conexión inalámbrica. El dispositivo está formado por un Raspberry Pi 3 como unidad de procesamiento programada en el lenguaje Python, conectada a un módulo GPS y un módulo para comunicaciones móviles (SIM800L), además cuenta con una aplicación para teléfonos móviles Android desarrollada en el software Android Studio y la inclusión de la batería la cual brinda la autonomía elevada del dispositivo resultando útil para otros usos a parte de la localización de vehículos, como puede ser el control de objetos personales como mochilas o maletas. Presentando como resultado un producto que ofrece un servicio de localización de vehículos u objetos de fácil comprensión y uso para el usuario. [2]

En la Universidad de la Laguna – España, como trabajo de fin de grado se desarrolló el trabajo “Aplicación móvil segura para combatir la violencia de género”, el cual se trata de un aparato electrónico de persecución de maltratadores y provee de datos a la víctima en caso de que el intimidante supere un límite de distancia, informándole de su acercamiento para que esté prevenida. En caso de que el agresor supere el límite de distancia, se inicia una grabación de vídeo con envío streaming adjunto con la información de la víctima a una aplicación web encargada del monitoreo. La aplicación usa tecnologías como Android, BLE, Wi-Fi y LTE y consta de seguridad aplicando sistemas y protocolos criptográficos. Presentando como resultado un dispositivo para la protección de la víctima, teniendo presente que el mismo se puede mejorar ya que es un trabajo en progreso, teniendo en cuenta que hay otro futuro disponible para los sistemas operativos IOS y Windows Phone. [11]

La Universidad Politécnica Salesiana de Cuenca- Ecuador, mediante un<sup>7</sup> proyecto de Investigación, propuso un sistema de alarma de un botón de pánico siendo la supervisión de eventos de emergencia en tiempo real. El sistema de seguridad utiliza una Raspberry Pi Zero (RPZ) para la transmisión de forma remota, a los Servicios de Seguridad ECU 911 del sistema, se da una alerta la cual está dedicado a emergencias en la gestión de accidentes cuando uno de los botones de pánico es presionado mediante un enlace VPN, siendo un primer escenario de seguridad, mediante la generación de alarmas, que permite la interacción usuario - ente de Seguridad, en espacios rurales y urbanos. [12]

## 1.6.2 Mejores Métodos de Hardware para el desarrollo del Prototipo

Se presenta un análisis de los dispositivos con mayor potencial para el desarrollo del prototipo.

### 1.6.2.1 Arduino Uno

Es una placa electrónica que se usa mucho en proyectos tecnológicos de robótica y está basada en el microcontrolador ATmega328. Además, existen distintas formas de energizar el microcontrolador como puede ser conectando un cable USB al ordenador, con un adaptador AC-DC en el pin de poder o adaptándole una batería. Y también, cuenta con una gran variedad de módulos adaptables según el propósito del proyecto que se desee realizar. [13]



Figura 1.4 Arduino Uno.

A continuación, se presenta las características técnicas:

Tabla 1.1 Características técnicas Arduino Uno.

Características técnicas Arduino Uno	
Tensión de Entrada	5v
DC pin I/O	40mA
DC pin 3.3v	50mA
Memoria flash	32 KB
Frecuencia de reloj	16MHz

### 1.6.2.2 Raspberry Pi Zero W

Es un dispositivo, al cual se le puede hacer ciertas configuraciones para que funcione como una computadora básica de escritorio, muy económica y muy pequeña, delgada de 65 mm de largo x 30 mm de ancho x 5 mm de grosor (31 mm con una parte que sobresale para micro USB). Raspberry Pi Zero, añade conectividad mediante un adaptador Wifi 802.11 b/g/n y Bluetooth v4.1 de bajo consumo. Esto lo consigue con la incorporación de un módulo de conectividad Cypress CYW43438. [14]

En la Tabla 1.2 se da a conocer las diferencias existentes entre dos tipos de raspberry pi.

Tabla 1.2 Características técnicas Raspberry PI Zero W – Raspberry PI 2.

Características	Raspberry pi Zero W	Raspberry pi 2
Tamaño:	Altura: 30 mm Ancho: 65 mm Profundidad: 5mm Peso: 9 gr	Altura: 85.6 mm Ancho: 56.5 mm Profundidad: 17 mm Peso: 45 gr
Costo	US\$ 5.00 [14]	US\$ 35 [14]
Sistema Operativo	Linux	Linux
Velocidad del procesador	1 GHz	0.9 GHz
Memoria	512 MB	1 GB
Características	Adaptador Bluetooth incorporado, Adaptador Wifi incorporado, Botón de reset.	Puerto de comunicación Ethernet
Tipo de almacenamiento	MicroSD	MicroSD
Marca	Raspberry pi	Raspberry pi

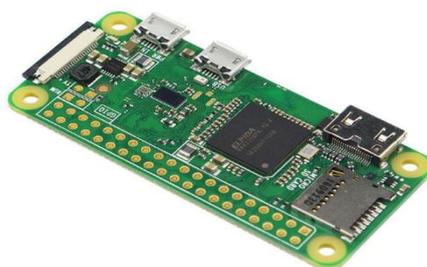


Figura 1.5 Raspberry PI Zero W.

El raspberry pi zero W, es el dispositivo más eficiente para este proyecto contando con las características necesarias sin ser indisponible el uso de una raspberry

pi 2 y al compararse con el Arduino UNO, la raspberry es un dispositivo que como<sup>9</sup> se mencionó antes con las configuraciones necesarias puede llegar a funcionar como una computadora sencilla lo que señala ventajas superiores del mismo, además que permite a conexión Wifi, mientras que en el Arduino es necesario la adaptación de un módulo. En la siguiente Tabla se presentará un cuadro comparativo de las principales características entre la raspberry pi zero w y el arduino Uno. [13][14]

Tabla 1.3 Características técnicas Raspberry PI Zero W – Arduino UNO.

Características	Raspberry pi Zero W	Arduino UNO
Tamaño	Altura: 30 mm Ancho: 65 mm Profundidad: 5 mm Peso: 9 gr	Altura: 53.3 mm Ancho: 68.6 mm Profundidad: 18 mm Peso: 18.1 gr
Costo	US\$ 10.00 [14]	US\$ 36 [15]
Sistema Operativo	Linux	No tiene sistema operativo
Velocidad del procesador	1 GHz	16 MHz
Memoria	512 MB	8 KB
Características	Adaptador Bluetooth incorporado, Adaptador Wifi incorporado, Botón de reset.	Puerto de comunicación Ethernet
Tipo de almacenamiento	MicroSD	MicroSD
Marca	Raspberry pi	Arduino

### 1.6.2.3 Ventilador de refrigeración 5V Impermeable 40/40/10mm DC sin escobillas

En el siguiente apartado daremos a conocer las principales características técnicas de este dispositivo:

- Gran volumen de aire, bajo nivel de ruido, larga vida útil, prevención de incendios, resistencia al agua y a la corrosión. [16]
- Adopta rodamientos de alta calidad, chapa de acero al silicio y alambre esmaltado que tiene una mayor fiabilidad. [16]
- Es resistente a altas temperaturas.
- Tensión nominal de 5V DC.
- Soporta un rango de temperatura de -10°C a 70 °C.
- La vida del ventilador es de 5000 horas a 25°C. [16]
- La dirección de rotación es en sentido anti horario de la cara del rotor.
- Índice de ruido de 28.88 dB.
- Está construido con plástico reforzado con fibra de vidrio.
- El rango de potencia del ventilador de enfriamiento es de +/- 15% de la fuente de alimentación nominal. [16]
- Resistencia de aislamiento > 500 Mega.

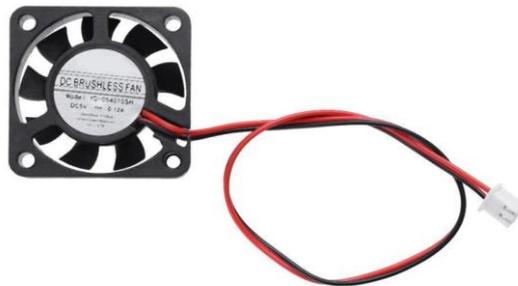


Figura 1.6 Ventilador 5V 40/40/10mm.

#### 1.6.2.4 Batería Recargable de polímero de Litio LiPo

Las características técnicas que presente este dispositivo lo damos a conocer en el siguiente apartado:

- Tensión nominal de 3.7V. [17]
- Tensión al final de la descarga de 2.75V. [17]
- Voltaje de carga es de 4.2 +/- 0.03V.
- Capacidad nominal de 3000 mAh. [17]
- Dispone de un circuito de protección integrado PCM para evitar sobrecarga o sobre descarga. [17]
- Tiene un peso ligero, alta capacidad y no tiene ningún efecto de memoria.
- Posee un tiempo de vida de más de 15 horas. [17]

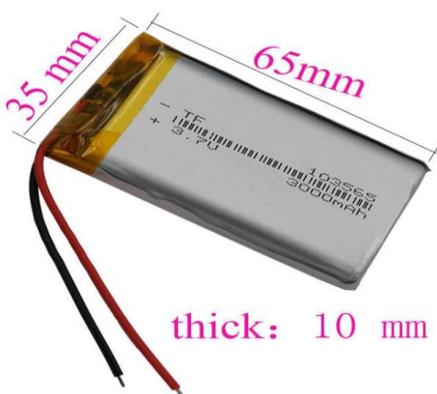


Figura 1.7 Batería Recargable de polímero de Litio.

#### 1.6.2.5 Modulo GPS NEO-6M

Módulo GPS basado en u-blox NEO-6M con EEPROM incluido, incluye antena, es compatible con varios controladores de vuelo que necesitan de posicionamiento GPS. [18]

##### Especificaciones técnicas: [18]

- Tensión de entrada: 3-5 VDC
- Interface: Serial UART
- Antena cerámica

- Batería de respaldo (MS621FE)
- Indicador de señal con LED
- Dimensiones de la antena: 25mm x 25mm
- Dimensiones del módulo: 25mm x 35mm
- Tasa de velocidad: 9600bps



Figura 1.8 Modulo GPS NEO-6M.

### 1.6.3 Software para el desarrollo del Prototipo

#### 1.6.3.1 MySQL

Es un sistema de gestión de bases de datos, la cual es una serie ordenada de información. Además, es un software de código libre, usa el GNU General Public License para establecer que se puede realizar con el software, es rápido, confiable, robusto y fácil de usar. [19]

Principales características:

- Alta potencia del software.
- Se utiliza para realizar varios procesos.
- Compatible para varias plataformas y sistemas operativos.
- Seguridad en los datos, gracias al sistema de contraseñas y privilegios.
- Palabras de paso van encriptadas en la red.
- El cliente puede usar TCP o UNIX Socket para conectarse al servidor.
- ¿Los comandos tienen la opción de -help o -?, si se requiere ayuda.

[19]

MySQL Community Edition es una versión descargable de la base de datos de código abierto, cuenta con el respaldo de una comunidad activa de desarrolladores de código abierto.



Figura 1.9 MySQL.

Fuente: <https://dev.mysql.com/>

### 1.6.3.2 Eclipse

Es una plataforma de desarrollo de código abierto, que se extiende de manera indefinida mediante la incorporación de plugins. Pensada de manera que sirva para la integración de herramientas de desarrollo. Eclipse no trabaja con un lenguaje en específico, al contrario, es un IDE genérico, es popular en desarrolladores del lenguaje Java por el plugin JDT que viene incluido en la distribución estándar de este IDE. Además, brinda herramientas para la administración de espacios de trabajo, permite también escribir, desplegar, ejecutar y depurar aplicaciones para que de forma visual ayude a mejorar las líneas de código. En Eclipse el desarrollo está fundamentado en configuraciones de ventanas y editores relacionadas entre sí, permitiendo trabajar de manera eficiente en un determinado ambiente de trabajo. [20]

En el plugin JDT incluido en la versión estándar del IDE Eclipse para el soporte de lenguaje Java, la característica del color del código en el editor permite el reconocimiento sintáctico de las palabras reservadas en el lenguaje Java. Además, permite escribir el código de forma rápida al tener la opción de completar el código automáticamente con sugerencias en base al contexto. También, configurar el formateo de código, la manera de escribir los comentarios, pudiendo incluir comentarios para la posterior creación del Javadoc. Algo interesante es que se puede generar esqueletos de clase automáticamente, métodos getters y setters, y otras funcionalidades más. [20]

El entorno de desarrollo Eclipse y sus plugins, está desarrollado en el lenguaje Java y por lo general se tiene el problema en herramientas Java que necesitan una máquina muy potente para poder ejecutarse de forma eficiente, en gran medida, estas necesidades vienen determinadas por el uso del API Swing para su interfaz gráfico. Con la librería SWT de widgets, se aprovechan los widgets del sistema en el que se trabaja, ayudando al usuario a tener una rápida y fluida ejecución de interfaces, además, dispone del “Look and Feel” del sistema, sin necesidad de “emularlo”. El inconveniente de esta librería es que necesita disponer de una librería SWT específica para cada sistema operativo. [20]

Existen versiones de SWT para los Sistemas Operativos más populares como Windows, Linux, HP-UX, MacOS. El IDE eclipse soporta lenguajes de programación como:

Tabla 1.4 Lenguajes de Programación.

ECLIPSE	
Java	Perl
ANSI C	Php
C++	Sed
JSP	Sh

Una vez configurada correctamente la base de datos y el servidor MySQL, el sistema de gestión necesita la plataforma de ECLIPSE para correr aplicaciones desarrolladas en este lenguaje de programación.

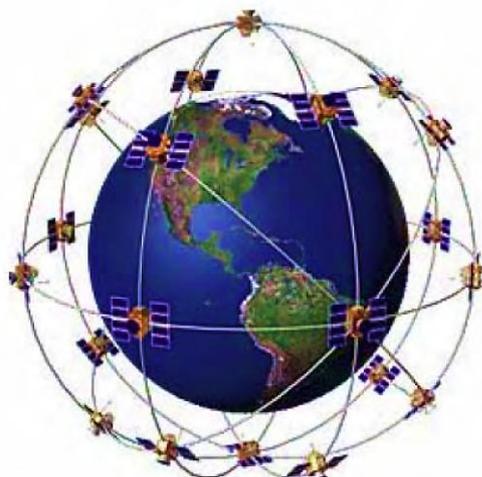


*Figura 1.10 Eclipse.*

**Fuente:** <https://projects.eclipse.org>

#### **1.6.4 Sistema GPS**

Este sistema electrónico de geolocalización nació durante la guerra fría para aplicaciones militares y servicios de inteligencia, basado en el primer satélite artificial Soviético, el Sputnik I, lanzado en 1957, ya que se podía obtener la localización del satélite Sputnik I desde la Tierra, los Estados Unidos buscaron hacer el proceso inverso, es decir obtener la localización del receptor en la Tierra usando los satélites. Esta tecnología fue útil para la defensa ante la amenaza de los misiles nucleares intercontinentales en dicha época, por ese motivo tras investigaciones independientes de la Marina y las Fuerzas Aéreas, en 1968 el Departamento de Defensa creó el comité NAVSEG (Navigation Satellite Executive Committee) encargado de la investigación de posicionamiento mediante satélites, dando como resultado de las investigaciones NAVSTAR-GPS (Navigation System Timing and Ranging-Global Positioning System) siendo un Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS), un sistema de posicionamiento mediante satélites formado por un total de 27 satélites, 24 de ellos operativos (con 3 de reserva) en 6 órbitas a 20.200 km de altura y a una velocidad aproximada de 11.000 km/h. Con el transcurso del tiempo el gobierno de los Estados Unidos decidió permitir el uso gratuito a todo el mundo de este sistema, aunque todo su funcionamiento está bajo el control de defensa de los Estados Unidos. [2]



*Figura 1.11 Constelación GPS.*

#### **1.6.5 Red Privada Virtual**

Una Red Privada Virtual es una red privada en donde los datos a ser<sup>14</sup> transmitidos únicamente se dan entre el transmisor y el receptor y se dice que son virtuales por que los enlaces de red son lógicos y no físicos, haciendo uso de la infraestructura de una red pública para la transmisión de información. Cabe recalcar que una VPN para transmitir información por medio de una red pública debe aplicar métodos de seguridad que permitan garantizar la seguridad de los datos que circula por la VPN. [21][22]

### 1.6.5.1 Requerimientos Básicos de una VPN

Una VPN debe contar con algunos mecanismos básicos antes de ser implementada, cuyos mecanismos que utilizan con mayor frecuencia se indican a continuación:

- Políticas de Seguridad, ayudan a la codificación de datos, ya que estos datos no pueden ser visibles para usuarios no autorizados en la red. [23]
- Administración de claves, permite la seguridad de la codificación de datos entre el cliente y el servidor.
- Administración de direcciones, ya que el usuario recibe una dirección por parte de la VPN dentro de la red privada y debe monitorear que las direcciones privadas permanezcan así. [23]
- Encriptación de Datos, la información que circula por la red pública, debe ser transformada de tal manera que sea ilegibles para los clientes no autorizados.
- Soporte multiprotocolo, la VPN debe ser poder manejar diversos protocolos, mediante el uso de la red pública. [23]

### 1.6.5.2 Tipos de VPN

La siguiente Tabla muestra los diferentes tipos de VPN que se pueden utilizar para levantar conexiones cliente servidor:

Tabla 1.5 Tipos de VPN.

VPN	Características
Sistema Basado en hardware. [22][23]	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Usa routers para la codificación</li> <li>• Seguridad de información.</li> <li>• Fácil uso e instalación</li> <li>• Buen rendimiento.</li> </ul>
Sistema Basado en Firewall. [22][23]	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso de mecanismos de seguridad.</li> <li>• Verifica el control de acceso de información.</li> <li>• Seguridad de información.</li> <li>• Uso de la autenticación del cliente.</li> </ul>
Sistema Basado en Software. [22][23]	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso de un túnel para envío de datos.</li> <li>• Examina la información enviada por el túnel.</li> <li>• Seguridad de información.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizan organizaciones que no poseen monitoreo de routers.</li> </ul>
--	---

### 1.6.5.3 Protocolos utilizados por una VPN

Hoy en día gracias a los avances tecnológicos se disponen de diferentes tipos de protocolos que nos permita diseñar una VPN segura y de calidad, en el presente apartado se indicaran los protocolos más importantes y utilizados en la actualidad en el diseño de una VPN.

*Tabla 1.6* Protocolos utilizados por una VPN.

Protocolo	Características
PPTP. [23][24]	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seguridad en la transmisión de datos.</li> <li>• Utiliza el protocolo TCP/IP.</li> <li>• Codifica de la información.</li> <li>• Envió de datos por una red IP o pública.</li> </ul>
L2TP. [23][24]	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trasmite datos por medio de internet.</li> <li>• Codifica la información.</li> <li>• Usa el protocolo IPsec para servicios de cifrado.</li> <li>• Envió de datos por medio de redes IP, Frame Relay.</li> </ul>
IPsec. [23][24]	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seguridad de información sobre la red IP.</li> <li>• Codifica paquetes IP.</li> <li>• Valido para IPv4 y IPv6.</li> <li>• Protocolo de túnel nivel 3.</li> </ul>
OpenVPN SSL/TLS. [23][24]	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Protocolo da la capa de transporte.</li> <li>• Comunicación segura.</li> <li>• Autenticación del cliente y servidor.</li> <li>• Para la conexión hace uso de claves públicas y certificados digitales.</li> <li>• Codifica la información.</li> </ul>

### 1.6.6 OPENVPN

Es un software libre basado SSL (Secure Sockets Layer) que permite una conexión punto a punto mediante una VPN, con una validación jerárquica de clientes y dispositivos conectados remotamente, muy utilizado cuando se trata de tecnología Wifi, se encuentra publicado bajo la licencia GPL de software libre. [25]

En [11] se presenta un análisis del comportamiento de la VPN en un escenario de una red inalámbrica teniendo como servidor una Raspberry pi en base a mediciones del rendimiento y la latencia de la red virtual, analizando la velocidad máxima a la que no se produce el descarte de las tramas enviadas en el cliente. Es decir, con un ancho de trama de 64 y 120 bytes, el rendimiento es de 427.51 Kbps y 1.002 Mbps, respectivamente. Por lo tanto, a velocidades de generación más rápidas, se forma una

cola más grande en la interfaz inalámbrica, como consecuencia el paquete tiene una<sup>16</sup> mayor cantidad de demora en la cola antes de procesarse.

A continuación, se indica las principales características con las que dispone este software. [21]

- Garantiza una seguridad, estabilidad y dispone de métodos de codificación de datos.
- Se puede implementar a nivel de la capa enlace de datos y de la capa de red (capa 2 y 3 del modelo OSI). [25]
- Utiliza un firewall para la protección del túnel por el cual se enviará la información.
- Hace uso únicamente de un puerto del firewall para poder enviar la información.
- Puede ser implementado como servidor o como cliente en conexiones TCP o UDP. [25]
- Soporta IPs dinámicas.
- Adaptabilidad y posibilidades de extensión. [25]
- Puede ser instalada con facilidad en cualquier tipo de plataforma.
- No tiene compatibilidad con IPsec. [25]



Figura 1.12 Software OPENVPN.

Fuente: <https://openvpn.net/>

#### 1.6.6.1 Componentes Gráficos de la OPENVPN

Para la construcción de una VPN mediante el uso del software OpenVPN es necesario la creación de dos componentes gráficos, el primero de esto es una herramienta conocida como servidor VPN, la segunda herramienta se le como el cliente OpenVPN; la primera herramienta cumple la función de construir, configurar y mantener la red VPN, mientras que la segunda herramienta se encarga de la conexión a la red VPN.

Como ya se mencionó anteriormente la aplicación consiste en intercambiar archivos entre el cliente y el servidor, y estos archivos deben este cada cierto tiempo actualizando en ambas partes para verificar el estado de las redes a las que pertenecen en el caso del cliente o examinar el estado actual de todas las redes en el caso del servidor. [25]

#### 1.6.7 Threads en JAVA

Un Thread (Hilo) es una secuencia de control dentro de un programa, este se caracteriza por ejecutar sus instrucciones de forma independiente, un thread nos permite ejecutar diferentes tareas o procesos de forma simultánea. Java se caracteriza por proporcionar una API para poder hacer uso de los threads, dentro de java existe una clase Thread la misma que es la encargada del control y comportamiento de los

threads de ejecución, para realizar esta tarea esta clase hace uso de métodos estáticos<sup>17</sup> y de Instancia, cuyos métodos lo podemos observar en la Figura 1.13.[26][27]

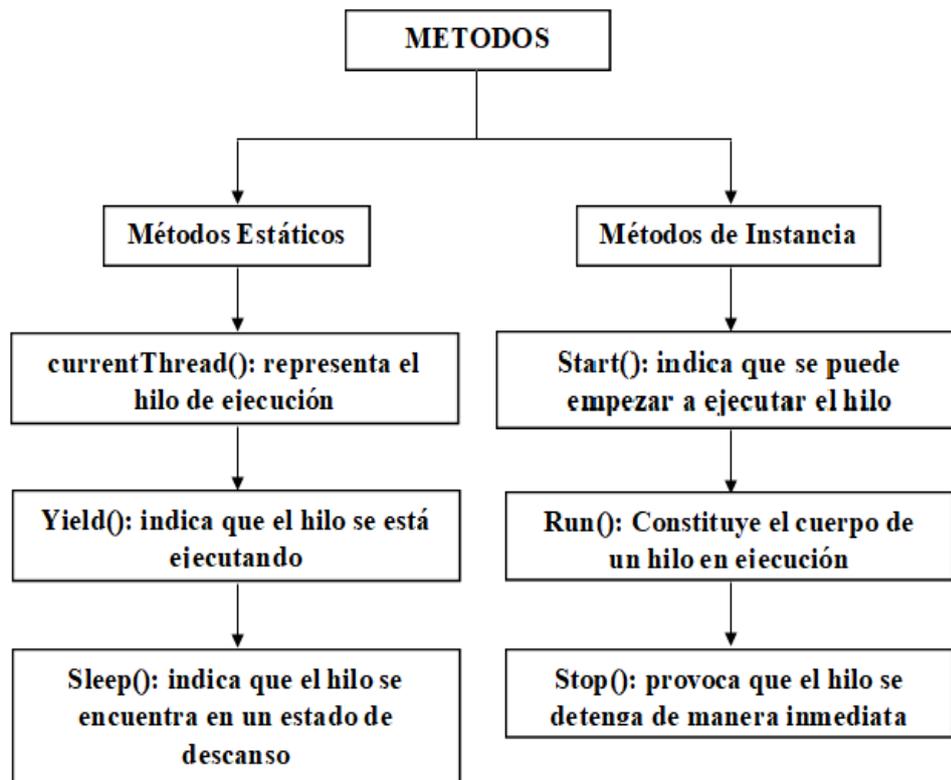


Figura 1.13 Métodos usados para la ejecución de hilos.

Fuente: Autor

También es muy importante conocer el proceso para la creación de threads en Java, la creación de threads se lo puede hacer mediante 2 mecanismos, el primero se trata implementando la interfaz Runnable la misma que nos obliga a definir el método run () y el segundo es extendiendo la clase Thread y creando el método run, el proceso que se sigue para crear Threads utilizando los 2 mecanismos lo podemos observar en la Figura 1.14.[26][27]

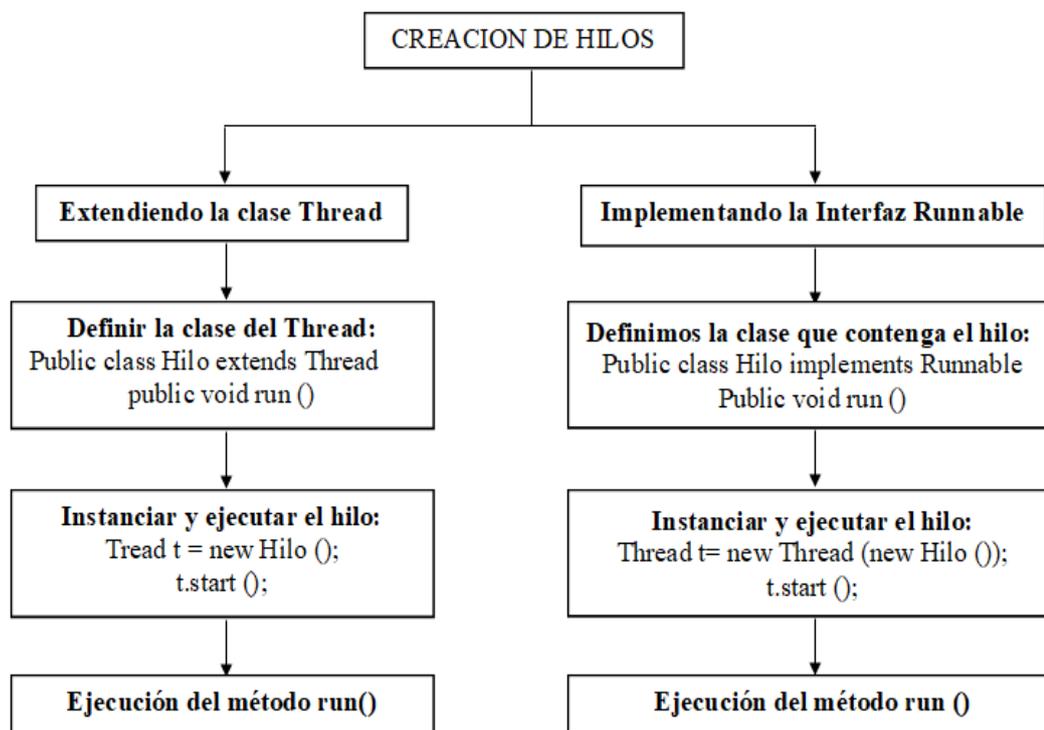


Figura 1.14 Proceso de creación de hilos en Java.

Fuente: Autor

### 1.6.7.1 Programación Paralela

Es el proceso que se sigue para realizar dos o más tareas de forma simultánea para resolver un problema o diseñar una aplicación y en el menor tiempo posible, se considera una propiedad propia del hardware, es capaz de aumentar la velocidad de ejecución de varias tareas o procesos en varios procesadores, a cada tarea o proceso se le asigna un parte del problema o aplicación, tiene la capacidad de intercambiar información por medio de la memoria o mediante la utilización de una red de interconexión. Esta programación tiene la capacidad de coordinar procesos o hilos, para que la ejecución e intercambio de información sea correcta y esto dependerá mucho de la organización de la memoria en el hardware, para esto utiliza un proceso conocido como mapping que tiene como objetivo ordenar un proceso, hilo en una unidad de procesamiento o núcleo. [28]

La programación paralela utiliza un tiempo determinado para organizar el proceso o hilo antes de que estos sean ejecutados, este tiempo se le conoce con el nombre de Overhead, la misma que considera varios factores tales como el tiempo de inicio de un hilo o proceso, sincronización, intercambio de datos y tiempo de finalización de la tarea. En la Figura 1.15 se indica las ventajas y desventajas de utilizar la programación paralela. [28]

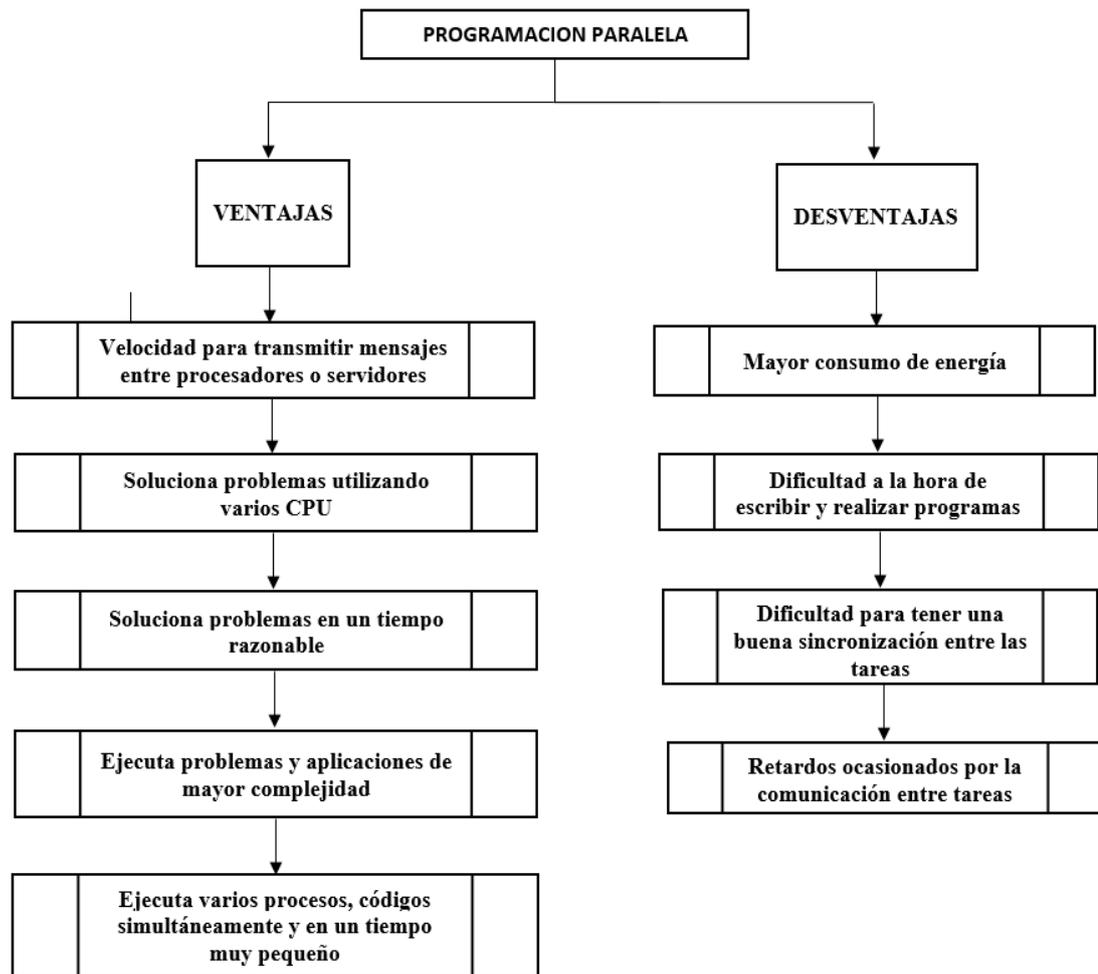


Figura 1.15 Ventajas y Desventajas de programación paralela.

Fuente: Autor

## 1.6.8 Sistema de Gestión de Incidencias

En el siguiente apartado se dará a conocer sobre lo importante que es un sistema de gestión de incidencias al momento de que algún individuo tenga algún inconveniente o problema.

### 1.6.8.1 Definición de Incidencia

Se conoce como incidencia al registro de problemas que se produce ya sea por algún fallo de una aplicación o en el caso de los sistemas de emergencias puede ser el aviso de algún tipo de ayuda que un cliente este requiriendo. Mediante una incidencia puede existir una comunicación entre el cliente y algún tipo de empresa pública, privada o comunicarse con identidades de auxilio como por ejemplo la policía, cruz roja y bomberos. [29][30]

Un sistema de este tipo surge debido a que es necesario controlar las diferentes incidencias que se produce durante la etapa de vida de un hardware desarrollado. En este tipo de sistemas se puede observar toda la información que un cliente desee saber y mediante el cual también podemos conocer el estado y evolución de un hardware.

Una incidencia se caracteriza por tener su propia identificación asignado por el cliente que registra la incidencia o en otras ocasiones esta identificación puede ser designada por cualquier empresa pública o privada, además a esta incidencia por lo general se le agrega una descripción del problema que se ha producido, así como también se puede verificar la situación actual en el cual se encuentra una incidencia. Finalmente, en el desarrollo de un sistema de gestión es importante tener un registro en el cual se pueda ir archivando los diferentes incidentes producido por el hardware.

En un sistema de Gestión o control también se puede saber la hora y fecha en el cual se produjo el incidente, también se puede conocer la identificación del dispositivo que está enviando la información de incidencia al sistema de gestión, en este tipo de sistemas se puede agregar los datos personales de los clientes. [29][30] En la actualidad el ECU 911 sigue un proceso para reportar una emergencia [31], el mismo que se indica a continuación en el siguiente diagrama de flujo:

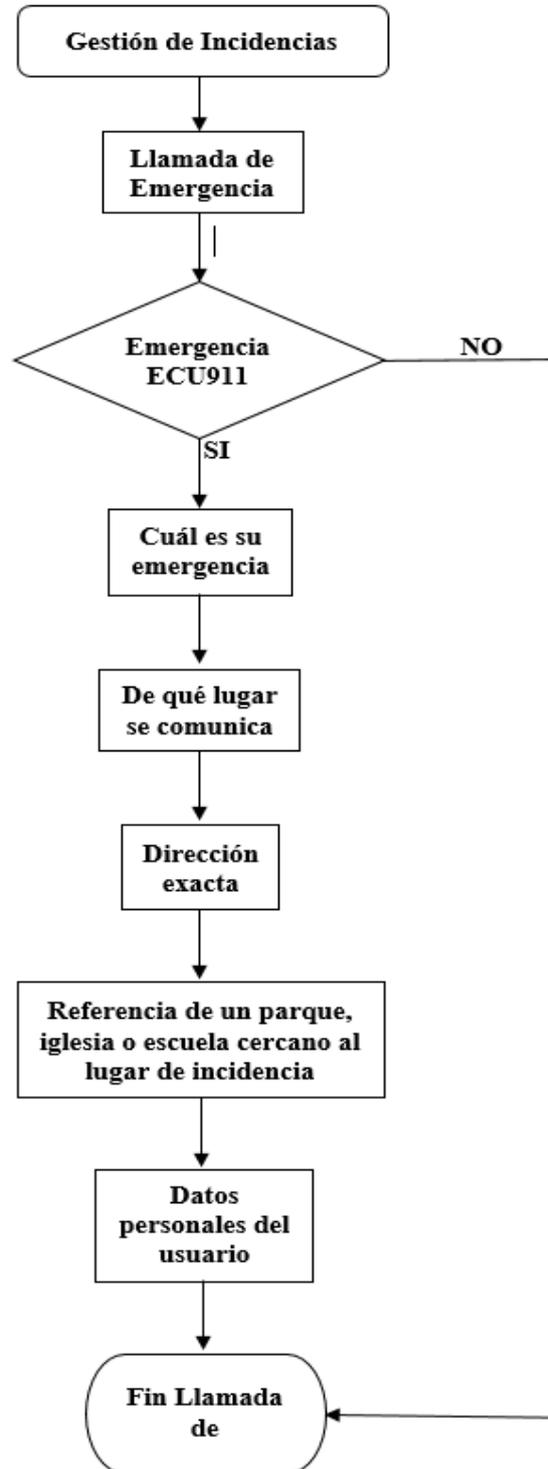


Figura 1.16 Proceso para reportar una emergencia en el ECU911.

Fuente: Autor

### 1.6.9 Concepto de Socket

Es un canal de comunicación que permite que un sistema envíe o transmita información hacia otro sistema, los mismo que se pueden ejecutar en diferentes

ordenadores, un socket por lo general está definido por una dirección IP, un protocolo y un número de puerto.

Existen 2 tipos de conexión entre sockets, la primera es la orientada a conexión y la segunda es la no orientada a conexión. [32][33]. En la Figura 1.13 se indica las características de cada uno de los tipos de sockets.

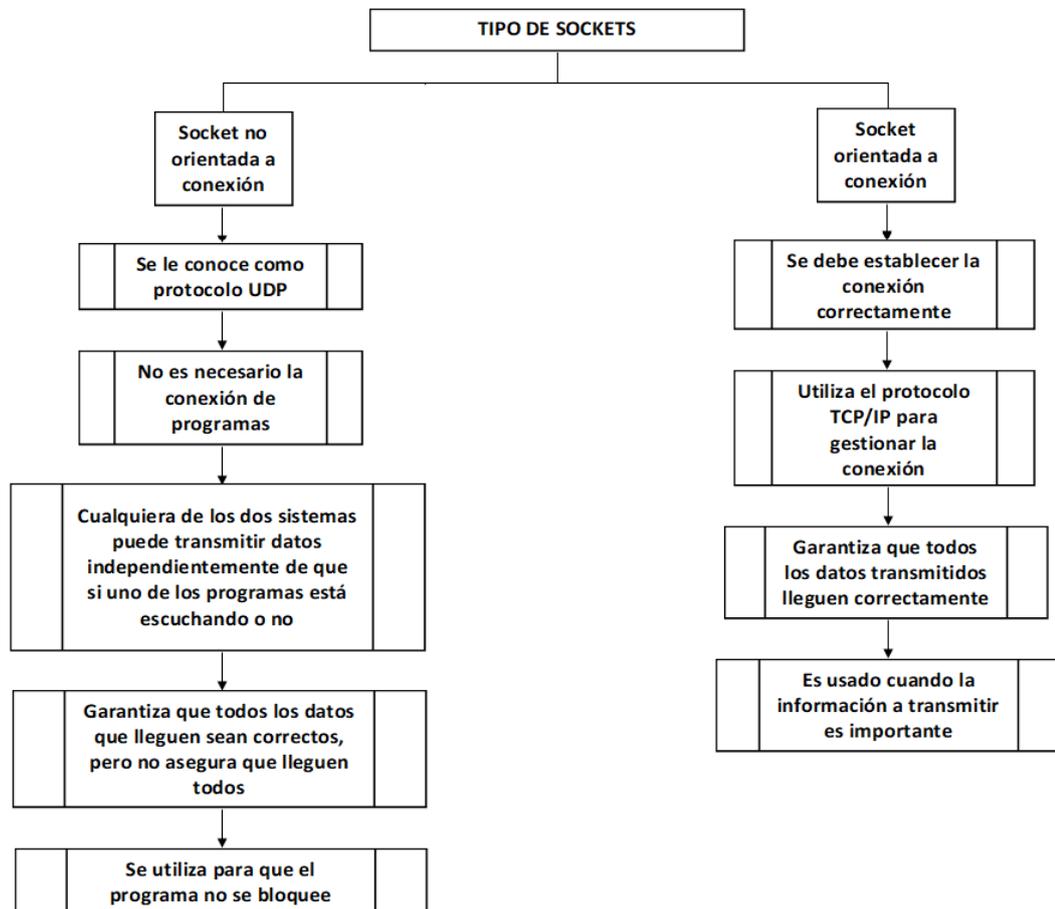
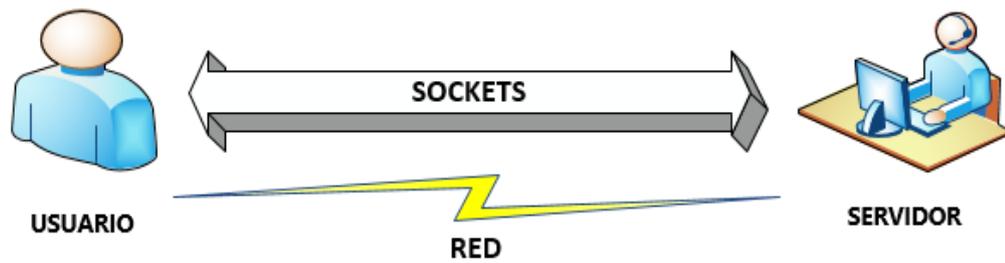


Figura 1.17 Tipos de Sockets.

Fuente: Autor

Es importante también conocer la arquitectura de conexión por sockets, así como también los elementos principales para poder realizar un socket, en el diagrama mostrado en la Figura 1.14 se indica esta arquitectura. [32][33]



*Figura 1.18* Arquitectura de conexión por sockets.

**Fuente:** Autor

Como se puede observar en la Figura 1.15, la arquitectura está conformada por dos elementos el usuario y el servidor, la función del usuario será enviar la solicitud de conexión y solicita información al servidor, mientras que la función del servidor será permanecer pasivo hasta cuando alguien solicite conexión con él, este elemento nunca va a solicitar conexión con otro elemento y brinda información al que se le pida. [32][33].

Otro de los puntos importantes al configurar sockets es conocer las diferentes funciones utilizadas tanto por el usuario como por el servidor para establecer una conexión, estas funciones van a depender del tipo de sockets que se esté configurando, las funciones más comunes utilizadas por estos elementos se observan en el diagrama de flujo de la Figura 1.16 y 1.17.

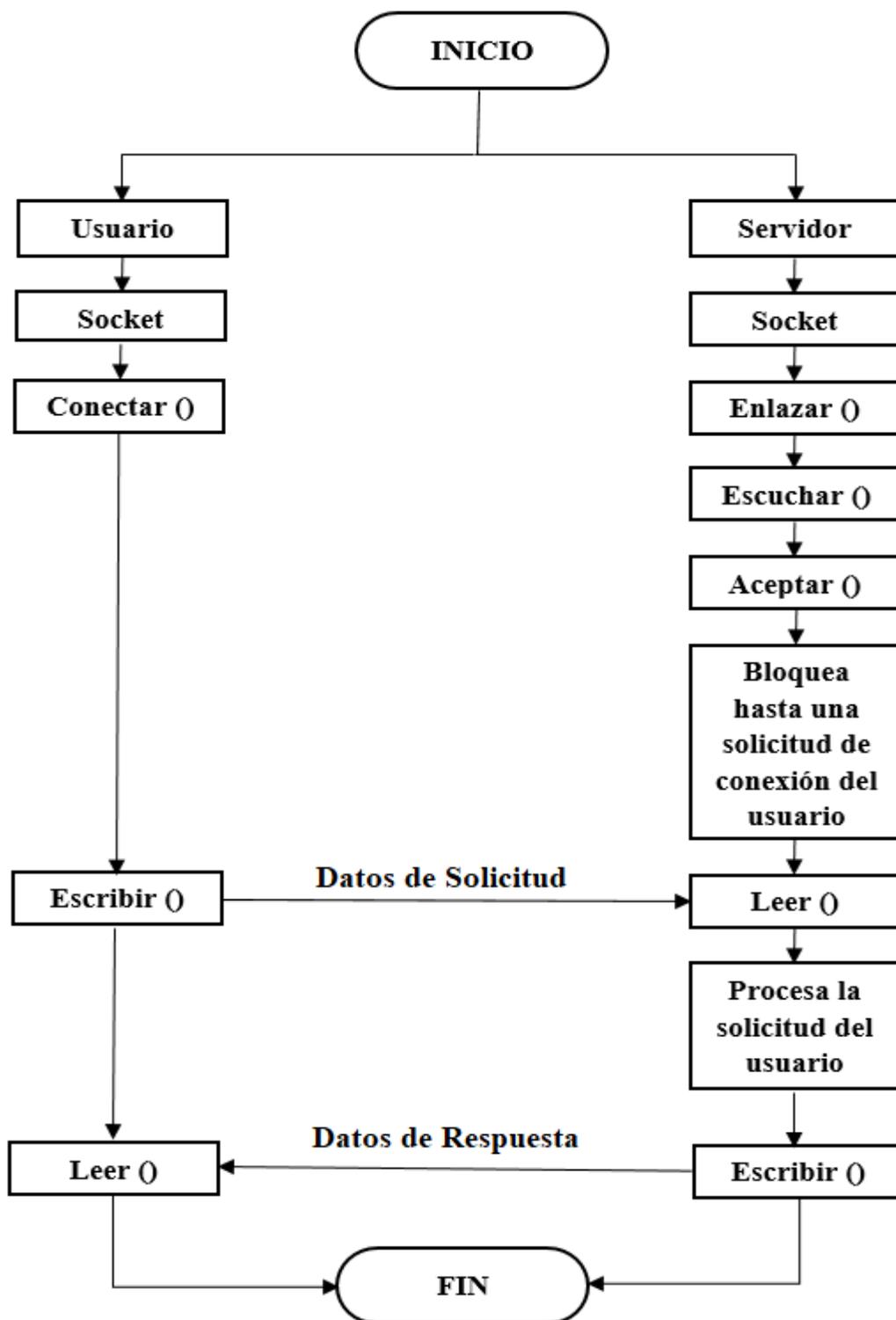


Figura 1.19 Funciones utilizadas para protocolo orientado a conexión.

Fuente: Autor

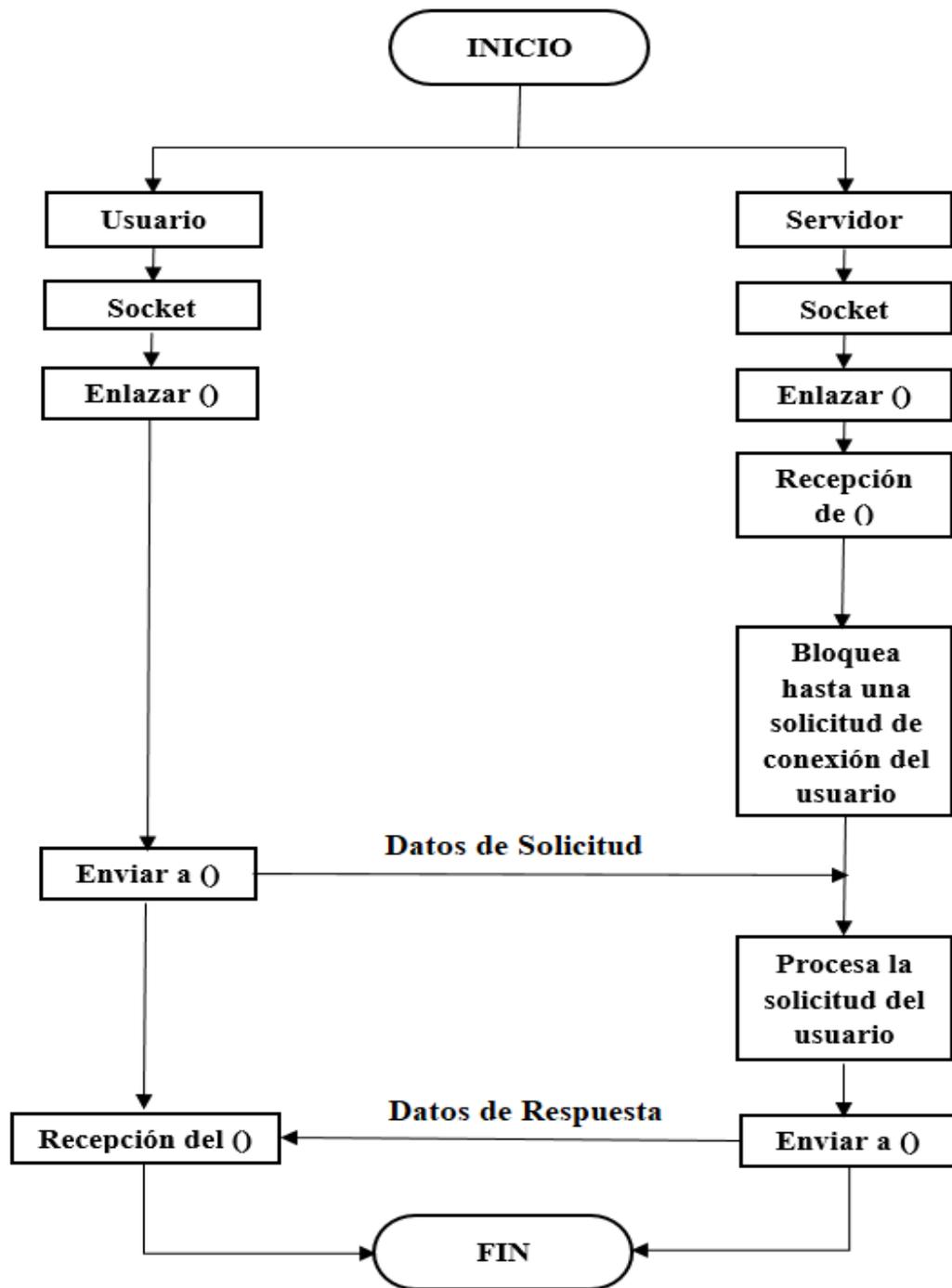


Figura 1.20 Funciones utilizadas para protocolo no orientado a conexión.

Fuente: Autor

### 1.6.10 Análisis e Interpretación de Resultados de las Encuestas sobre Viabilidad del proyecto

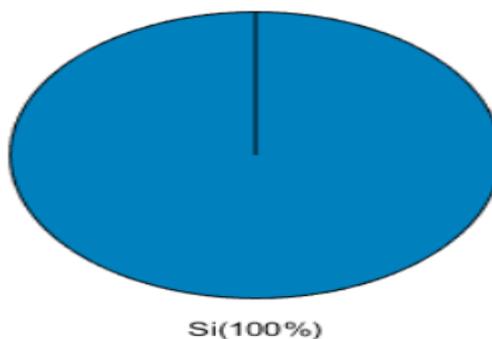
Se realizó este análisis para verificar si el proyecto va a tener acogida dentro del mercado del Catón Cuenca, para lo cual se realizó esta encuesta a 20 personas adultas

mayores de ambos sexos que oscilan en una edad de 65 a 90 años de edad y pertenecen a la Universidad del Adulto Mayor. Luego de haber realizado las encuestas y haber obtenido la información necesaria para saber si el proyecto va a tener acogida a corto plazo se procedió a tabular cada una de las respuestas señaladas por cada adulto mayor. La encuesta realizada se puede observar en el Apéndice C.

En la Tabla 1.7 se da a conocer los resultados obtenidos con respecto a la pregunta 1.

Tabla 1.7 Resultados obtenidos de la pregunta 1.

Pregunta	Alternativa	Respuesta	Porcentaje
¿Siente que los adultos mayores en los últimos tiempos están algo olvidados por entidades públicas de la salud, seguridad y de la tecnología que ellos manejan?	a) Si	20	100%
	b) NO	0	0%
	c) Un poco	0	0%
	Total	20	100%



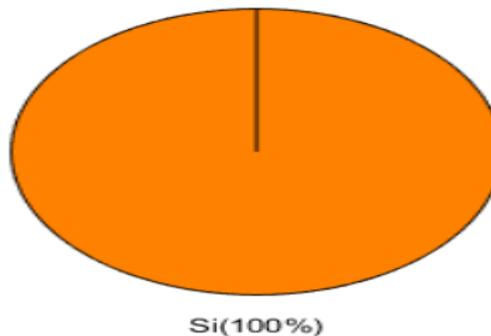
De acuerdo a los resultados obtenidos la muestra indica que en los últimos tiempos el adulto mayor tiene la sensación de haber sido olvidado por las diferentes entidades de salud y de seguridad (100%) y según opiniones dadas por ellos mismo manifiestan que el gobierno se debe preocuparse en tomar cartas al asunto para garantizar al adulto mayor una mayor seguridad durante su vida cotidiana, proporcionando dispositivos de fácil uso.

En lo que se refiere a la pregunta 2, los resultados obtenidos se pueden observar en la Tabla 1.8.

Tabla 1.8 Resultados obtenidos de la pregunta 2.

Pregunta	Alternativa	Respuesta	Porcentaje
¿Le gustaría que en caso de alguna emergencia en su	a) Si	20	100%
	b) NO	0	0%
	c) Talvez	0	0%

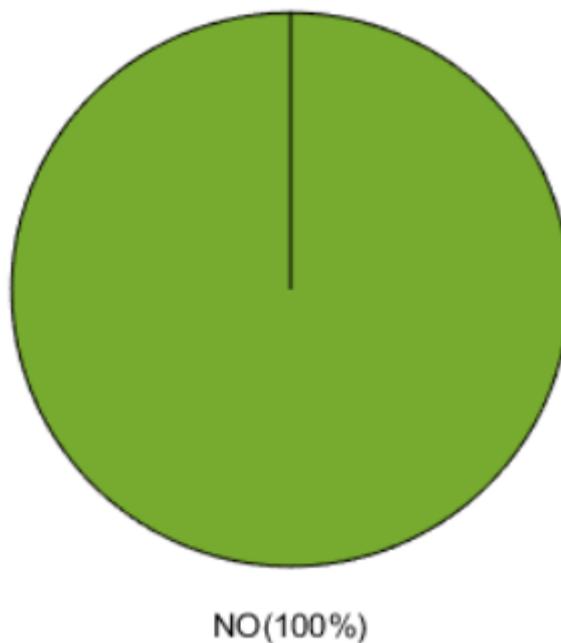
vida cotidiana se le pueda ubicar inmediatamente?			
Total		20	100%



Según se puede observar en la Tabla 1.8 el resultado de la muestra nos da a conocer que al adulto mayor le gustaría que se le ubique inmediatamente en caso que tuviera alguna emergencia (100%) ya que algunos adultos manifiestan que en la actualidad viven solos y que les encantaría ser rastreados por una entidad de la seguridad. A continuación, en la Tabla 1.9 se observa los resultados obtenidos en la pregunta 3.

*Tabla 1.9* Resultados obtenidos de la pregunta 3.

Pregunta	Alternativa	Respuesta	Porcentaje
¿Conoce algún dispositivo, que brinde ayuda de auxilio por parte de una institución pública a los adultos mayores?	a) Si	0	0%
	b) NO	20	1000%
Total		20	100%

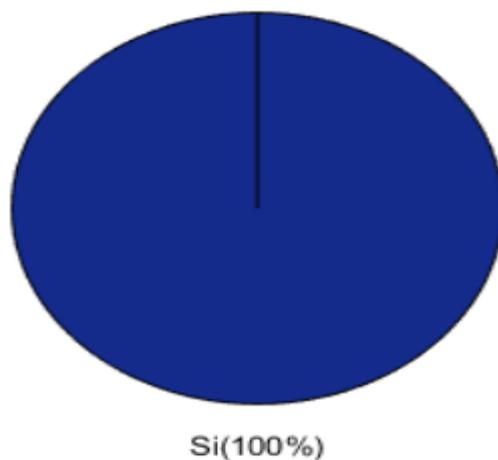


De acuerdo a los datos que se observa en la Tabla 1.9 se puede verificar que el adulto mayor no ha sido tomado en cuenta por parte de las diferentes empresas electrónicas para el diseño de algún dispositivo electrónico propio para ellos, ya que según los resultados obtenidos en esta pregunta el 100% de adultos mayores no conocen en la actualidad un dispositivo electrónico que este en el mercado y que sea capaz de brindarle seguridad.

Seguidamente en la Tabla 1.10 se indica los resultados obtenidos en la pregunta 4.

Tabla 1.10 Resultados obtenidos de la pregunta 4.

Pregunta	Alternativa	Respuesta	Porcentaje
¿Con que frecuencia sale de su casa sin ningún acompañante?	a) Siempre	20	100%
	b) Frecuentemente	0	0%
	c) Casi nunca	0	0%
	d) nunca	0	0%
Total		20	100%

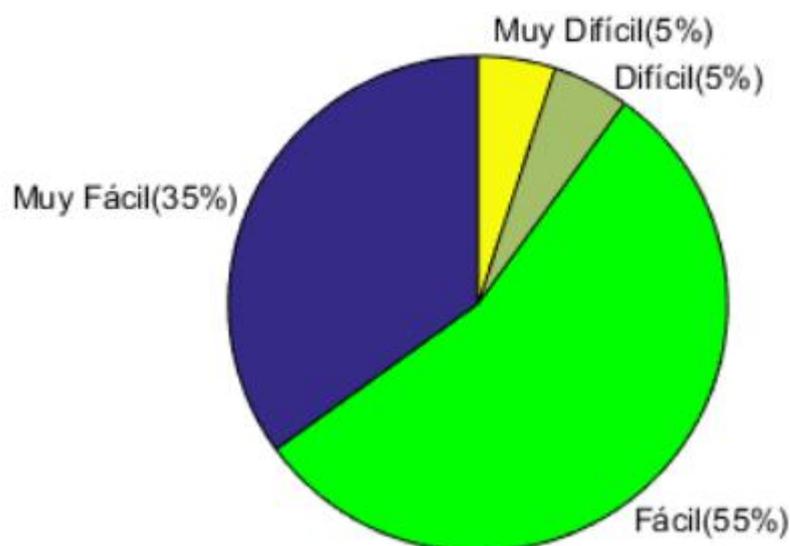


De acuerdo a los datos obtenidos en la Tabla 1.10 podemos observar que el 100% de adultos mayores encuestados salen a la calle sin ningún tipo de compañía, y según lo que manifiestan esto por lo general ocurre debido a que sus familias salen también a los trabajos o instituciones educativas.

Continuando con la información obtenida al realizar esta encuesta, ahora analizamos los resultados obtenidos en la pregunta 5.

Tabla 1.11 Resultados obtenidos de la pregunta 5.

Pregunta	Alternativa	Respuesta	Porcentaje
¿Qué tan complicado piensa que es manipular el dispositivo “Botón de Pánico”?	a) Muy fácil	7	35%
	b) Fácil	11	55%
	c) Difícil	1	5%
	d) Muy Difícil	1	5%
Total		20	100%

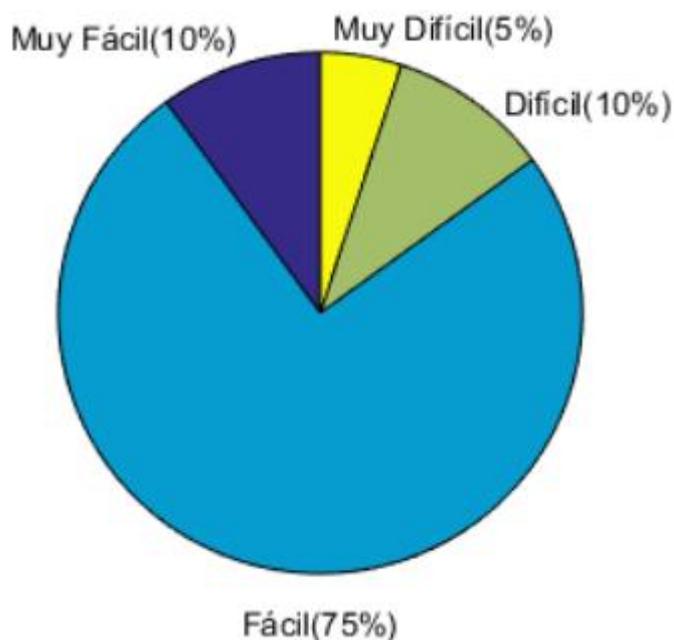


Realizando el análisis de los datos presentados en la Tabla 1.11 podemos manifestar que el 55% del mercado encuestado piensan que el dispositivo es muy fácil de manipular, el 35% manifiestan que es fácil manipular, es decir piensan que con un poco más de tiempo ellos van a irse adaptando mucho más al dispositivo, el 5% de adultos mayores en cambio piensan que es muy complicado manejar el dispositivo, esto se debe a que estas personas tienen un promedio de edad de 88 años de edad y se les hace muy difícil recordar fácilmente el funcionamiento del dispositivo.

Ahora analizaremos los resultados obtenidos en la pregunta 6.

Tabla 1.12 Resultados obtenidos de la pregunta 6.

Pregunta	Alternativa	Respuesta	Porcentaje
¿Qué tan complicado piensa que es llevar el dispositivo con usted?	a) Muy fácil	2	10%
	b) Fácil	15	75%
	c) Difícil	2	10%
	d) Muy Difícil	1	5%
Total		20	100%

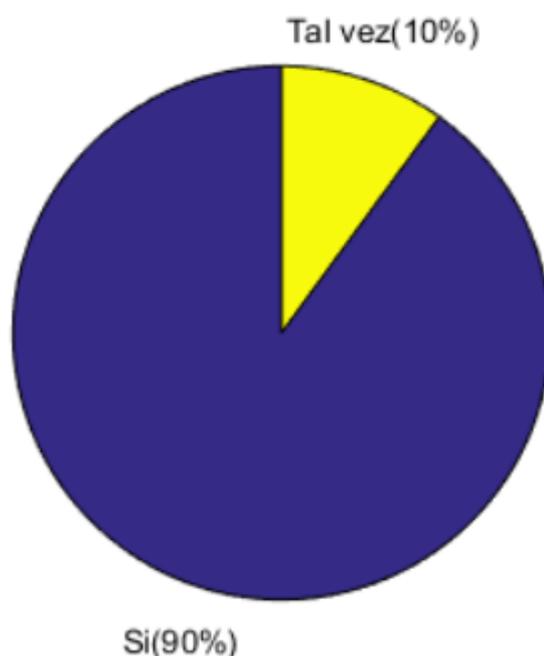


De acuerdo a los datos presentes en la Tabla 1.12, se puede manifestar que el 75% piensa que el dispositivo es muy fácil de llevar en cualquier prenda de vestir, mientras que el 5% y 10% manifiestan que se les hace complicado llevar con facilidad el dispositivo y recomienda hacer alguna mejora en lo estético al dispositivo que le permita llevar con comodidad al mismo.

Seguidamente procedemos a analizar en la Tabla 1.13 los resultados obtenidos en la pregunta 7.

Tabla 1.13 Resultados obtenidos de la pregunta 7.

Pregunta	Alternativa	Respuesta	Porcentaje
¿Siente que el uso de este dispositivo le brinda una mayor seguridad?	a) Si	18	90%
	b) NO	0	0%
	c) Tal vez	2	10%
Total		20	100%



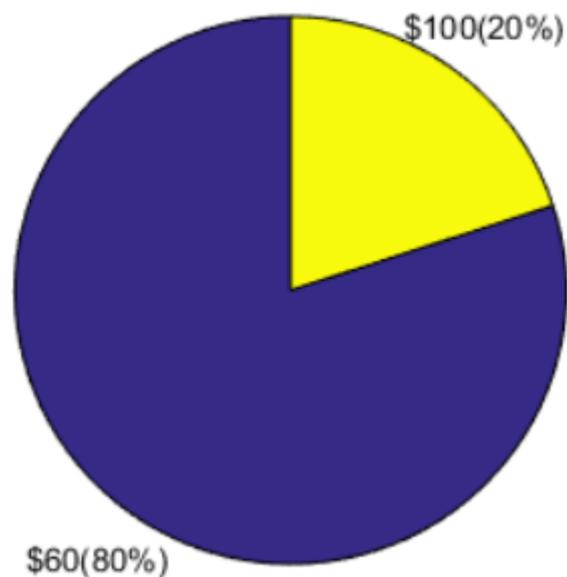
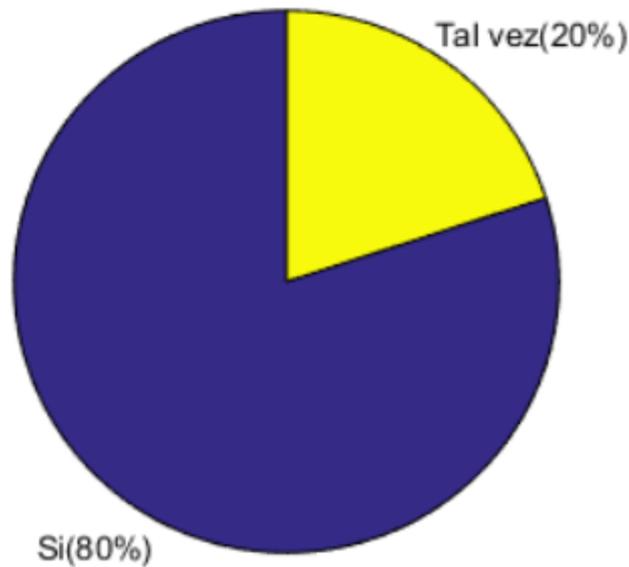
Analizando los datos presentados en la Tabla 1.13 se puede dar a conocer que el 90% de personas encuestadas piensan que mediante este dispositivo ellos se van a sentir más seguros mientras que tan solo el 10% tiene una pequeña duda sobre si estarán seguros utilizando este dispositivo y esto se debe a que estas personas sienten el temor de utilizar el dispositivo ya sea por miedo a dañarle o porque tiene temor a que este dispositivo les provocara alteraciones en su salud.

Finalmente, en la Tabla 1.14 se presentan los resultados correspondientes a las preguntas 8 y 9 respectivamente.

Tabla 1.14 Resultados obtenidos de la pregunta 8 y 9.

Pregunta	Alternativa	Respuesta	Porcentaje
¿Le gustaría adquirir este dispositivo?	a) Si	16	80%
	b) NO	0	0%
	c) Tal vez	4	20%
Total		20	100%

¿ Cuanto estaria dispuesto a pagar por este dispositivo?	a) \$ 60	12	80%
	b) \$ 70	0	20%
	c) \$ Mas de 100	8	0%



El resultado de la muestra de la Tabla 3.15 nos indica que el 80% del mercado está dispuesto a adquirir el dispositivo y el 40% tienen duda en adquirirlo, debido a que tienen el temor a la tecnología ya que anteriormente nunca han usado ningún dispositivo electrónico, en lo que respecta a los resultados de la muestra de la pregunta 9 podemos observar que el 60% del mercado está dispuesto a pagar por el dispositivo 60 dólares americanos, mientras que el 40% del mercado pagarían por el dispositivo un valor de 100 dólares americanos.

## CAPITULO 2

### MARCO METODOLOGICO

En este capítulo se presenta el proceso que se realiza para el desarrollo de un prototipo con un botón de pánico móvil fácil de usar y accesible económicamente para las personas en el mercado ecuatoriano, el cual es capaz de enviar datos trabajando con el protocolo Ademco Contac - ID del cliente al servidor instalado en el ECU 911, mediante una red Segura como es la VPN y que pueda trabajar con tecnología 3G.

#### 2.1 Metodología utilizada para el desarrollo del prototipo

El prototipo es el encargado de cumplir con la función de dar a conocer la información de las diferentes emergencias que el cliente tenga en un determinado tiempo, también cumple con la función de recibir las coordenadas GPS para que después toda esta información tanto del GPS como de la emergencia en conjunto sea enviada mediante un enlace de comunicación virtual a un sistema de Gestión.

El prototipo consta de 2 partes que son el sistema usuario o transmisor y el sistema de la central de gestión o receptor, en la Figura 2.1 se puede observar el esquema general del prototipo.

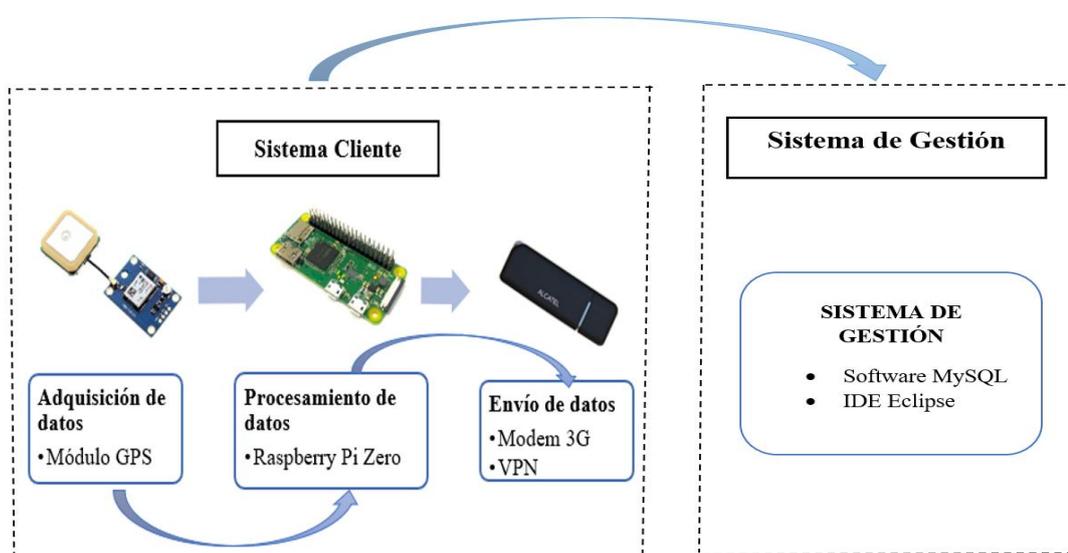


Figura 2.1 Esquema General Prototipo.

Fuente: Autor

##### 2.1.1 Diseño del Sistema Usuario o Transmisor

Esta parte del sistema del prototipo tiene que tener la capacidad para cumplir con las siguientes funciones:

- Almacenar la información de los diferentes estados de emergencia
- Adquirir los datos de ubicación mediante el módulo GPS.
- Estructurar los datos en la unidad de procesamiento para luego transmitirlos al sistema de gestión.
- Establecer la conexión entre el sistema usuario y la central del sistema de gestión.
- Seguridad del envío de datos desde el sistema cliente y el sistema de gestión.

Para cumplir con todas estas funciones este sistema está estructurado mediante 3 elementos principales que son:

- Adquisición de datos.
- Procesamiento de datos.
- Envío de datos.

En la Figura 2.2 se indica la relación que existe entre cada uno de los elementos del sistema usuario.

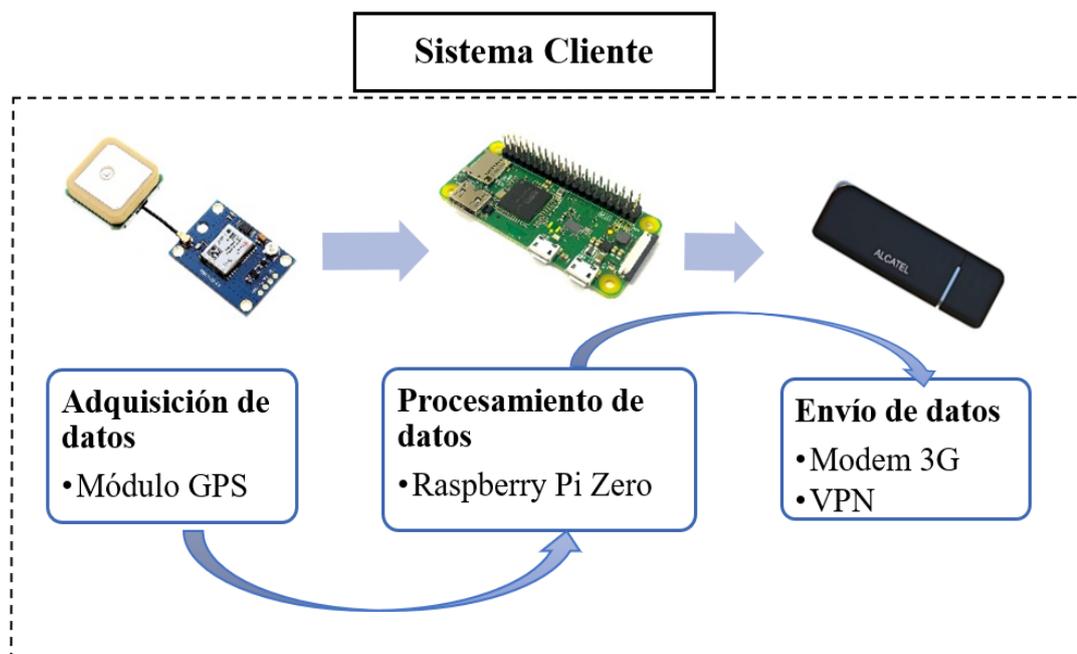


Figura 2.2 Esquema del Sistema Usuario.

Fuente: Autor

En el siguiente apartado se dará a conocer la función e importancia de cada uno de estos elementos, así como también se indicará el dispositivo electrónico utilizado para el desarrollo del Sistema Usuario.

### 2.1.1.1 Procesamiento de Información

En la unidad de procesamiento se desarrollará toda la programación que nos permita controlar los diferentes módulos, también nos permitirá ordenar, almacenar y

estructurar la información del estado de emergencia y coordenadas que luego se35 enviarán hacia el sistema de gestión. [12]

Para cumplir con los objetivos planteados del diseño de un dispositivo móvil es importante las características de la tarjeta en la cual se va a realizar la programación para el correcto funcionamiento del sistema Usuario. En la actualidad existen una gran cantidad de tarjetas que nos permite desarrollar prototipos, cada una de estas se diferencian ya sea por su tamaño, precio, programación, además estas tarjetas son implementadas para varios usos que pueden ser Wifi, Bluetooth, puertos de conexión, etc.

La Raspberry Pi Zero (RPZ) es la mejor opción para nuestra unidad de procesamiento, al tener un tamaño reducido, un precio accesible, buena tecnología, además de que no necesita de un módulo externo ya que este dispositivo tiene implementado en su propia placa las tecnologías Wifi y Bluetooth importante para realizar pruebas.

Para el funcionamiento de la RPZ es necesario de un sistema operativo el mismo que se debe instalar en una memoria micro SD, en nuestro caso hemos instalado el sistema operativo Raspbian que es propio de las placas Raspberry PI, la memoria micro SD utilizado para la programación de nuestro prototipo es de una capacidad de 8 GB.

En la Figura 2.3 se indica el orden de estructura que tendrá los datos cuando enviemos al Sistema Central de Gestión:

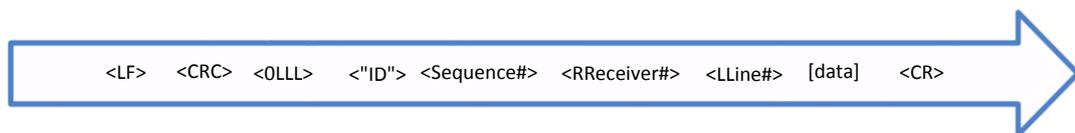


Figura 2.3 Estructuración del mensaje enviado al sistema Central de Gestión.

**Fuente:** Autor

En la Unidad de procesamiento debe estar configurado todo lo necesario para que pueda cumplir con las funciones del sistema Usuario, el proceso que se debe seguir para esta configuración se indica a continuación:

- ✓ Se debe instalar un sistema operativo que le permita funcionar correctamente al mismo, el sistema operativo instalado en la RPZ es el Raspbian Jessie Lite.
- ✓ Instalación y configuración de librerías y paquetes necesarios para poner en marcha el sistema Usuario.
- ✓ instalación de librerías necesarias para realizar la comunicación entre el módulo GPS y la RPZ.
- ✓ Instalación de herramientas necesarias para la comunicación con la base datos.

### 2.1.1.2 Adquisición de Datos

La unidad de procesamiento de datos será el encargado de recibir la información del módulo GPS, el mismo que indica la latitud y longitud del sistema usuario, el elemento que se ha elegido para esta función debe ser capaz de comunicarse con los satélites y

tener una excelente precisión de localización. Para la correcta elección de este<sup>36</sup> elemento de igual forma se realizó el análisis de dos módulos, el primero fue el módulo SIM5320A y el otro fue el módulo NEO-6M, el análisis realizado en cada uno de estos

módulos fue respecto a su precio, programación y compatibilidad con la unidad de procesamiento.

El módulo SIM5320A pertenece a la marca de componentes electrónicos Adafruit, este módulo se caracteriza por tener una buena precisión y fiabilidad de coordenadas GPS, además de que se puede usar tecnología 3G para la transmisión de datos, la programación en estos módulos es mediante comandos AT y poseen librerías que le permite tener compatibilidad con cualquier tipo de Arduino, mientras que difícilmente compatible con cualquier tipo de Raspberry PI ya que no se dispone de todas las librerías necesarias. Otro de los inconvenientes es que tiene un tamaño grande para ser empleado en este proyecto y su precio es algo elevado, en las diferentes tiendas electrónicas este módulo tiene un precio aproximado de US\$79. [34]

El módulo NEO-6M es procedente de la marca U-blox, se caracteriza por tener una muy buena precisión y fiabilidad, el precio de este módulo está alrededor de US\$21[35], posee librerías que le permite ser compatible con cualquier tipo de Raspberry PI.

Luego de los análisis comparativos se procede a utilizar el módulo NEO-6M, ya que nuestro propósito es realizar un prototipo económico que esté al alcance de cualquier tipo de persona, también posee las librerías necesarias para ser compatible con la unidad de procesamiento que pensamos utilizar, existe mucha información sobre este módulo y de fácil adquisición en el mercado. En el Apéndice A se describe el procedimiento realizado para la instalación del módulo GPS en la RPZ.

Una vez instalado el GPS, ejecutamos el programa para verificar si estamos receptando datos GPS, para esto debemos ingresar el siguiente comando:

cgps -s

```

x Time: 2019-01-10T17:53:22.000Z xxPRN: Elev: Azim: SNR: Used: x
x Latitude: 2.911993 S xx 10 68 047 42 Y x
x Longitude: 79.002050 W xx 14 17 347 35 Y x
x Altitude: 2533.3 m xx 16 21 204 43 Y x
x Speed: 0.0 kph xx 18 12 296 00 Y x
x Heading: 89.4 deg (true) xx 20 57 118 43 Y x
x Climb: 0.1 m/min xx 21 23 160 32 Y x
x Status: 3D FIX (4 secs) xx 25 22 046 35 Y x
x Longitude Err: +/- 2 m xx 26 50 196 47 Y x
x Latitude Err: +/- 1 m xx 27 07 226 00 Y x
x Altitude Err: +/- 13 m xx x
x Course Err: n/a xx x
x Speed Err: +/- 0 kph xx x
x Time offset: 0.163 xx x
x Grid Square: FI07lc xx x

```

Figura 2.4 Obtención de Coordenadas GPS con el comando cgps-s.

Fuente: Autor

Para poder implementar las coordenadas receptadas por el GPS en el sistema del 37 prototipo se realizaron dos programas en Python, Ver proGPSuno.py en APENDICE D.

### 2.1.1.3 Envió de Datos

La unidad de procesamiento con la ayuda del modem 3G el cual dispone de un plan de internet establece la conexión y envía la información mediante una VPN hacia la central de sistema de gestión que se implementa en el ECU 911 que por motivos de seguridad de la empresa algunos datos no serán presentados. La red implementada se puede observar en la Figura 2.5.

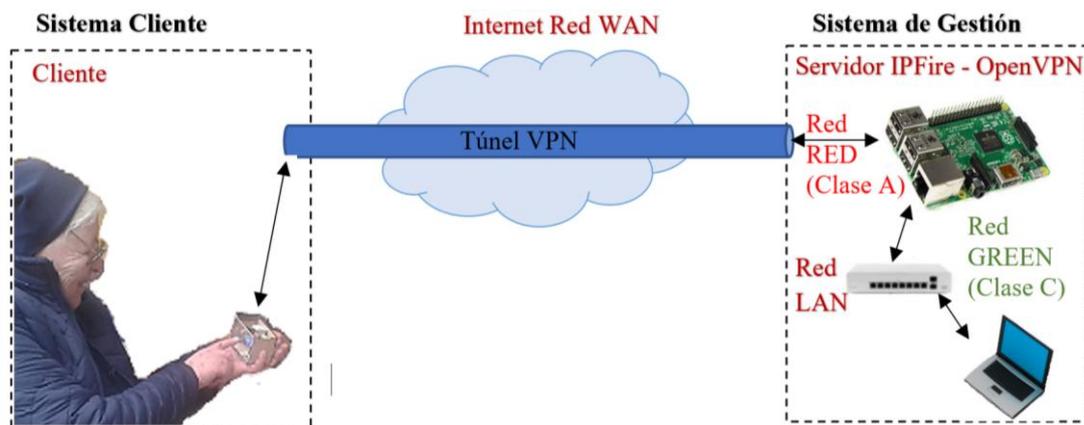


Figura 2.5 Red Implementada.

Fuente: Autor

- El modem utilizado para realizar esta función es el Modem Alcatel 3G, el cual consta de datos proporcionados por una operadora que brinda su servicio a nivel nacional, se eligió este modem ya que la empresa a la que pertenece tiene una buena cobertura en el Ecuador y mediante esto se garantiza que el modem funcione en cualquier lugar y que la información almacenada en la unidad de procesamiento sea enviada sin ningún inconveniente. Antes de instalar el dispositivo, es importante comprobar si la RPZ reconoce el Modem, para ello se ingresa el comando “lsusb”, como se puede ver en la Figura 2.6

```
pi@raspberrypi:~ $ lsusb
Bus 001 Device 003: ID 1bbb:0017 T & A Mobile Phones
Bus 001 Device 001: ID 1d6b:0002 Linux Foundation 2.0 root hub
```

Figura 2.6 Reconocimiento del modem.

En el Apéndice B se describe los pasos realizados para la instalación y configuración del Modem ALCATEL ONETOUCH X500Y en la RPZ.

Una vez instalado, se ejecuta el comando “ifconfig” para comprobar que el Modem nos asigne una dirección IP con la cual podemos tener acceso a internet.

```

ppp0      Link encap:Point-to-Point Protocol
          inet addr:10.111.165.171  P-t-P:10.64.64.64  Mask:255.255.255.255
          UP POINTOPOINT RUNNING NOARP MULTICAST  MTU:1500  Metric:1
          RX packets:12 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
          TX packets:13 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
          collisions:0 txqueuelen:3
          RX bytes:270 (270.0 B)  TX bytes:381 (381.0 B)

```

Figura 2.7 Dirección IP asignado por el Modem.

Para que el Modem inicie automáticamente, es necesario realizar un programa con servicio de autoarranque, ver archivo en el APENDICE E.

- La red por cual se envía los datos debe ser segura para evitar que la información este expuesta a perderse o a ser interferida, en la actualidad las diferentes entidades públicas o privadas hacen uso para este punto de un hardware VPN, otras implementan algún tipo de software o protocolos. Para el envío de información desde el sistema Usuario hacia el sistema Central de Gestión se implementará una VPN por software, el software que utilizaremos para la conexión de la VPN y crear el túnel OPENVPN.

La configuración de la red a ser implementada es una combinación de una red Green y Red, en donde la red Green se refiere a una red interna privada conectada localmente, mientras que Red se trata de una red externa que se encuentra conectada a internet.

Las claves y certificados de la OPENVPN se instalan en el prototipo que es el usuario y se instala IPFire en una Raspberry Pi Modelo B en el servidor en la parte del sistema de Gestión, ya que es una distribución libre de Linux con la cual se puede trabajar con VPN a través de Ipsec y OpenVPN, ver Figura 2.5. Ver Apéndice C para la instalación y configuración de OpenVPN en el servidor.

Una vez instalado, se ingresa a nuestra red interna LAN o red GREEN, para iniciar sesión en la interfaz web y se acepta los términos de la licencia de instalación para acceder al menú IPFire.

Network	IP address	Status
INTERNET	10.111.165.171	Connected - (157d 23h 34m 40s)
Gateway: 10.64.64.64		
DNS Servers:		
Network	IP address	Status
LAN	192.168.10.1/24	Proxy off

Figura 2.8 Menú IPFire RedECU911.

Fuente: Autor

- Se procede a la configuración de OpenVPN sobre IPFire (Roadwarrior),<sup>39</sup> OpenVPN es un software libre SSL (Secure Sockets Layer) que ofrece la conectividad mediante VPN (Virtual Private Network). Entonces se procede a generar los certificados y llaves del servidor, para ello se llena el formulario de la Figura 2.9

**OpenVPN**

**Generate root/host certificates:**

Organization Name: \*

IPFire's Hostname: \*

Your e-mail address:

Your department:

City:

State or Province:

Country:

Diffie-Hellman parameters length:

Figura 2.9 Formulario de llenado PKI.

Fuente: Autor

Certificate Authorities and -Keys

Name	Subject	Action
Root Certificate	C = EC, ST = Azuay, L = Cuenca, O = RedECU911, CN = RedECU911 CA	
Host Certificate	C = EC, ST = Azuay, O = RedECU911, CN = IP pública del ECU 911	
Diffie-Hellman parameters	DH Parameters: (1024 bit)	
TLS-Authentication-Key	2048 bit OpenVPN static key	

Legend: Show file Download file

Figura 2.10 Certificados y llaves generados.

Fuente: Autor

Para activar el servicio de OpenVPN en IPFire se selecciona la interfaz de salida (Red, Orange, Blue), para referir el servicio OpenVPN, en nuestro caso la interfaz RED es en donde se establece automáticamente las reglas del firewall para permitir el tráfico sobre el túnel, es decir la conexión externa a internet.

## Global Settings

Current OpenVPN server status: **STOPPED**

OpenVPN on RED:

Local VPN Hostname/IP:

Protocol:

MTU size:

LZO-Compression:

OpenVPN subnet:

Destination port:

Encryption:

Figura 2.11 Activación de OpenVPN en la interfaz Red.

Fuente: Autor

Al agregar un nuevo usuario en la sección de “Connection Status and - Control”, seleccionamos la conexión de tipo “Roadwarrior”, ya que nos permite establecer una conexión segura a nuestra red privada desde varias ubicaciones remotas.

## Connection Type

**Connection Type:**

Host-to-Net Virtual Private Network (RoadWarrior)

Net-to-Net Virtual Private Network

Net-to-Net Virtual Private Network (Upload Client Package)

No se ha seleccionado ningún archivo.

Import Connection Name

Figura 2.12 Tipo de conexión para la configuración del Usuario.

Fuente: Autor

**Connection:**

Name: \*

Remark:

Enabled:

---

**Choose network**

Dynamic OpenVPN IP address pool (10.78.219.0/255.255.255.0)

Figura 2.13 Nombre de la conexión del túnel y se habilita para la creación de un certificado.

Fuente: Autor

Generate a certificate:

User's full name or system hostname: \*

User's E-mail address:

User's department:

Organization Name:

City:

State or Province:

Country:

Valid till (days):

PKCS12 File Password:

PKCS12 File Password:

(confirmation)

Fuente: Autor

Entonces se genera un paquete que se observa en la Figura 2.15 el cual se debe transmitir al cliente para que se pueda conectar al servidor.

Connection Status and -Control

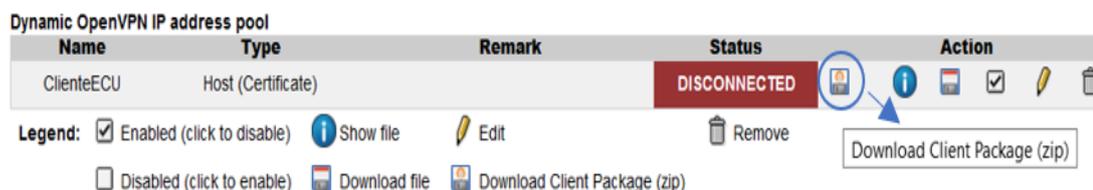


Figura 2.15 Paquete para conectar al Usuario.

Fuente: Autor

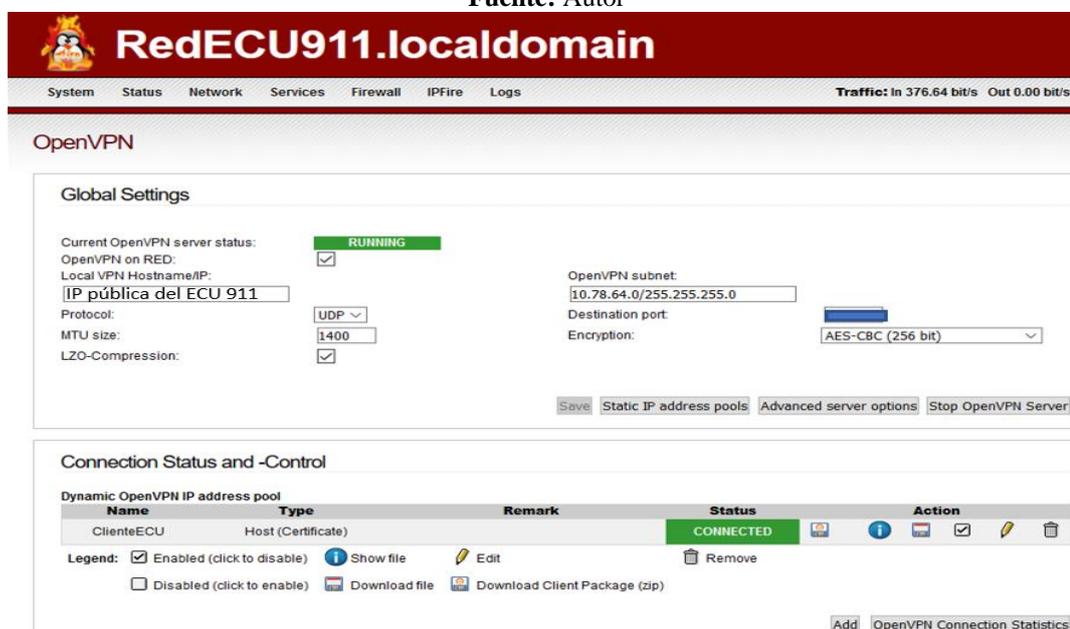


Figura 2.16 VPN conectada entre el dispositivo del Usuario y el sistema de Gestión.

Fuente: Autor

Para el envío y recepción de información también es muy importante la configuración de un socket, el mismo que nos permita acceder a la red, para gestionar la conexión entre los dos sistemas se utilizó el protocolo orientado a objetos, el mismo que hace uso del protocolo TCP/IP, en este protocolo el socket se define por la dupla origen – destino, los mismos que están indicados por un puerto de enlace y una dirección IP, se utilizó este protocolo debido a que este nos garantiza que todos los datos enviados por el sistema Cliente van a llegar correctamente al sistema de Gestión. La estructura utilizada para establecer una conexión por sockets se presenta a continuación.

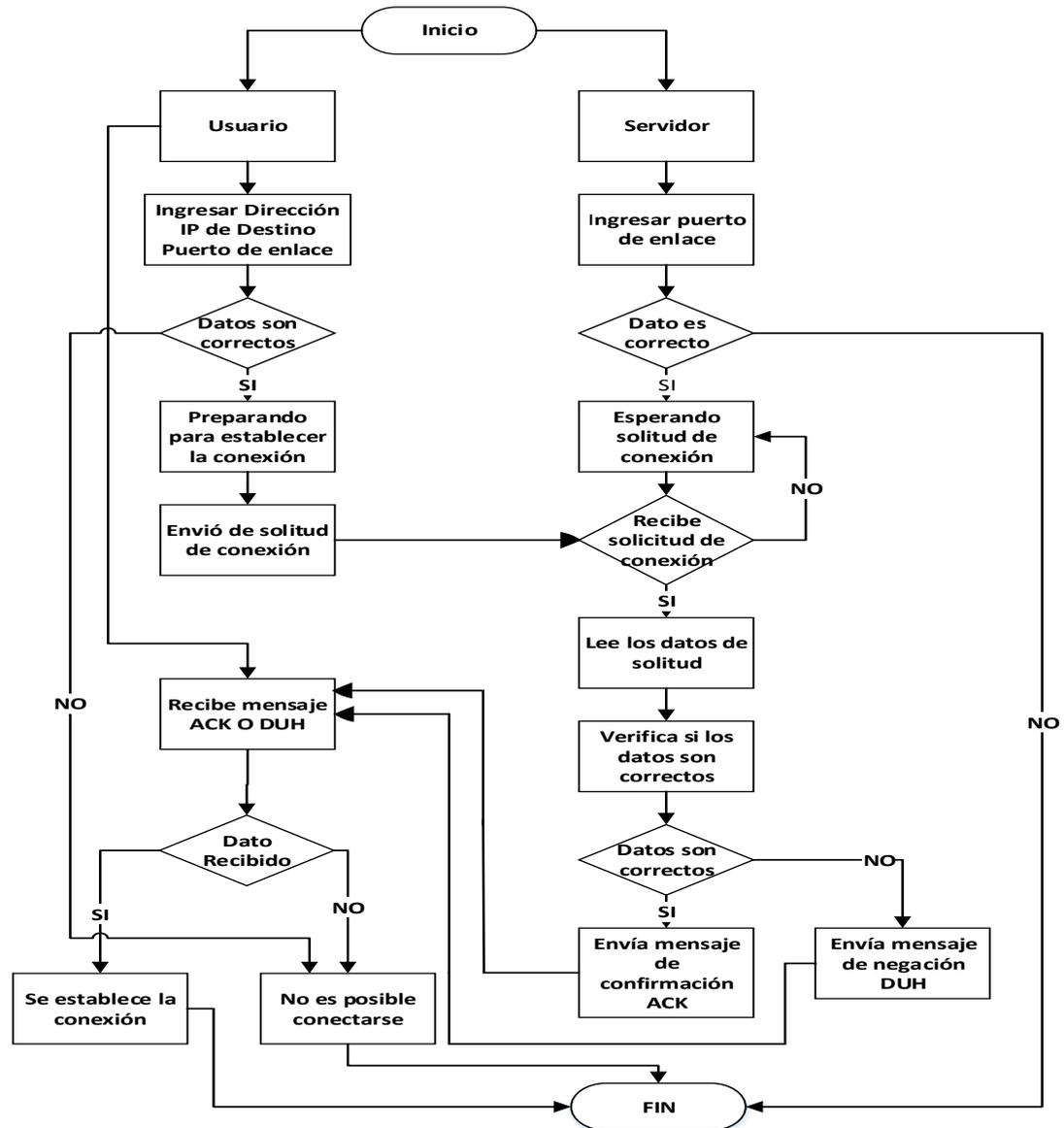


Figura 2.17 Estructura de Conexión por Sockets.

Fuente: Autor

Como se observa en la Figura 2.17 se establece la conexión entre los dos sistemas mediante sockets, también podemos verificar que cuando se configura un servidor es importante saber el puerto por el cual se establecerá la conexión, este parámetro permite que el servidor se encuentre en el estado “esperando la solicitud de conexión” hasta cuando un usuario envíe una solicitud de conexión. Cuando el socket es configurado como usuario, cumple con la función de enviar la solicitud de conexión, esta solicitud es contestada por parte del servidor cuando la misma se encuentra libre para conectarse, los parámetros que deben ser configurado para establecer el socket en el usuario es la dirección IP del destino y el puerto que se utilizara para establecer la conexión. Como se mencionó anteriormente el servidor estará a la espera de que el usuario envíe una solicitud de conexión, una vez que esto pase el usuario enviará un mensaje de petición al servidor, el mismo que le responderá ya sea con un mensaje de tipo ACK o DUH y finalmente luego de este proceso la conexión finalizará. La

estructura más sencilla para entender la conexión por sockets se puede observar en<sup>43</sup> la Figura 2.18.

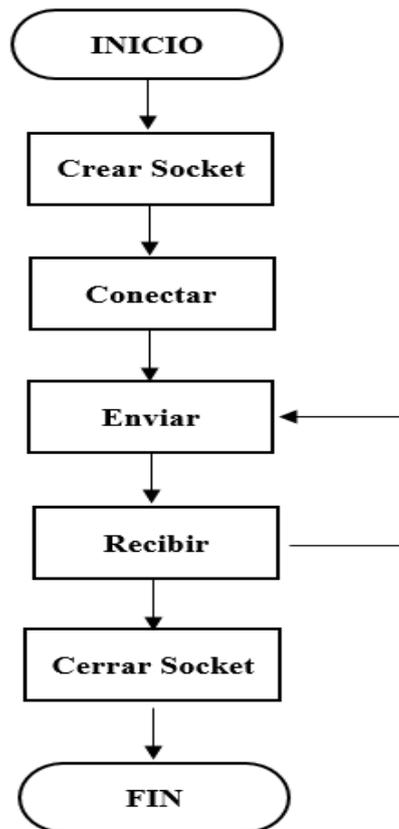


Figura 2.18 Estructura sencilla de Conexión por Sockets.

Fuente: Autor

#### 2.1.1.4 Cobertura del Sistema

Considerando que la conexión y el envío de información entre el Prototipo hacia la central del sistema de gestión se lo va a realizar utilizando un Modem 3G, este modem puede pertenecer a cualquier empresa de Telecomunicaciones que brinden servicio al Cantón Cuenca, por lo que la cobertura del prototipo va a depender de la señal que tenga la empresa a la cual pertenezca el modem 3G. En nuestro caso estamos utilizando un modem 3G perteneciente a una Empresa de Telecomunicaciones que tiene cobertura a nivel del Cantón Cuenca.

##### 2.1.1.4.1 Geolocalización

La tecnología utilizada por el prototipo para la geolocalización es la GPS, la misma que se basa en tecnología satelital y se divide en 3 segmentos.

- El primer segmento se le conoce con el nombre de segmento satelital, el mismo que consta de 24 satélites distribuidos de 6 planos orbitales con 4 satélites cada uno, estos se encuentran ubicados a una distancia aproximada de 20200 km de

altura y con un periodo aproximado de 12 horas. Estos satélites se<sup>44</sup> encuentran distribuidos uniformemente a 55 grados alrededor de todo el Ecuador.

- El segundo segmento es conocido como segmento de control el mismo que se encarga de supervisar los satélites, en todo el planeta tierra existen 5 satélites, los mismo que se encargan de enviar la información al centro de operaciones Schriever donde se recepta la información de los satélites como sus efemérides y errores, toda la información recopilada de las efemérides es enviado una vez al día con la ayuda de las diferentes antenas ubicadas en la tierra.
- El último segmento se le conoce como usuario y se refiere a todos los receptores GPS que son capaces recibir las señales satelitales e interpretarlas para determinar la geolocalización, en nuestro caso el dispositivo utilizado para esta función es el módulo NEO 6M, este módulo recibe dos tipos de información, la primera es conocida como dato de almanaque y hace referencia a la posición de los satélites y la segunda se le conoce como efemérides que permite obtener la ubicación, y el tiempo de reloj del satélite.

El módulo NEO 6M tiene una buena precisión y exactitud, este módulo en espacios libres o domicilios tiene la capacidad de receptar los datos de geolocalización rápidamente y sin ningún problema, por lo que las pruebas realizadas con el módulo GPS ya implementado en el prototipo se lo realizó en cualquier espacio libre o domicilio del Cantón Cuenca, en nuestro caso estas pruebas se realizaron en distintas partes de Cuenca dentro y fuera de la ciudad, además se realizaron dentro de las instalaciones de la Universidad del Adulto mayor en el cual no se tuvo ningún inconveniente durante el funcionamiento de prototipo, el inconveniente que se tuvo con este módulo fue cuando el prototipo funcionaba dentro de un edificio, en este caso el módulo se demoraba un determinado tiempo para empezar a receptar los datos de geolocalización.

### **2.1.2 Diseño del Sistema Central de Gestión o Receptor**

Este sistema está conformado por un solo elemento, el mismo que deberá cumplir con las siguientes funciones:

- Receptar los datos provenientes del Sistema Usuario.
- Almacenar la información en una base de datos.
- Mostrar la información almacenada de forma gráfica.

En la Figura 2.19 se indica el elemento principal que conforma este sistema.



Figura 2.19 Esquema del Sistema Central de Gestión.

Fuente: Autor

En el siguiente apartado se presenta los diferentes lenguajes de programación que se utilizan para el diseño de este sistema.

### 2.1.2.1 Recepción y Almacenamiento de Datos

Este elemento es el encargado de recibir y almacenar toda la información que se envía desde el sistema Usuario, por lo cual esta parte del sistema Central de Gestión debe tener conexión con el sistema Usuario mediante la utilización del software OPENVPN.

El almacenamiento de datos se lo realiza mediante la utilización de la base de datos MySQL, los datos en este sistema son guardados en tablas o conjuntos de datos que se relacionan entre si usando filas y columnas, en este sistema se puede realizar un conjunto de sentencias que organiza comandos, realizar consultas, hacer campos y tablas, así como también nos permite eliminar tablas y campos. Esta base de datos ha sido seleccionada debido a su funcionalidad, portabilidad y de fácil uso. En la Figura 2.20 se puede ver las tablas creadas en la Base de datos.

Se crea una base de datos con las siguientes tablas:

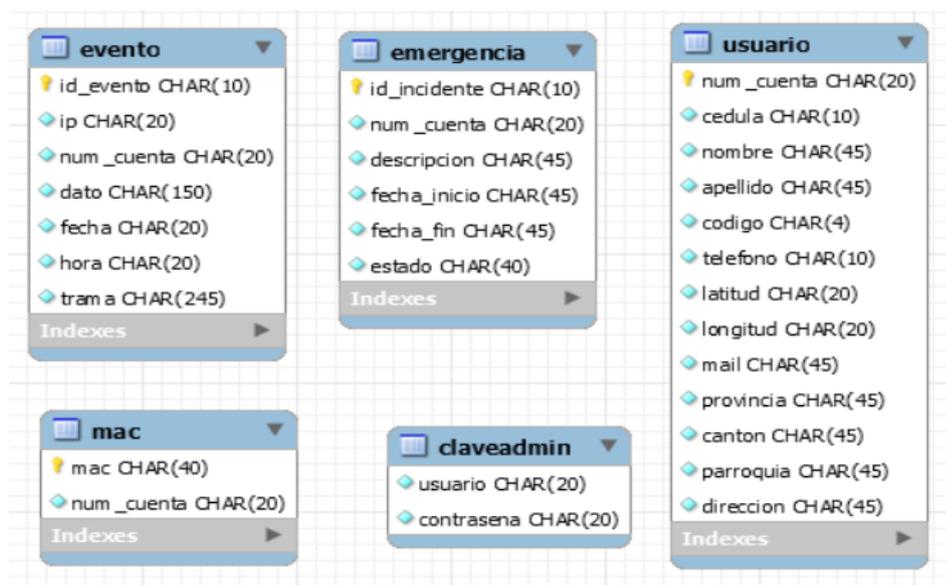


Figura 2.20 Tablas creadas para la Base de Datos.

Fuente: Autor

### 2.1.2.2 Visualización de Datos

Mediante el IDE NetBeans se desarrolló una mejora al esquema del programa realizado por [12], el mismo que se realizó de igual manera en convenio con el ECU 911 a través de un Proyecto de Investigación ejecutado en el año 2016 con la Universidad Politécnica Salesiana. Se procede a realizar mejoras en el IDE ECLIPSE para que sea capaz de indicar los datos de emergencia con los datos de geolocalización del usuario, el cual es el encargado de cumplir con la función de “mostrar” mediante una interfaz gráfica todos los datos enviados desde el sistema Usuario hacia el sistema Central de Gestión. La información que se presenta de forma textual en la interfaz gráfica contiene una tabla en la cual esta implementada los siguientes campos: usuario, IP, evento, fecha, hora y trama, a continuación, se indicará de que se trata cada uno de los campos.

- Cuenta: información que identifica a un usuario.
- IP: Se trata de la dirección IP que el sistema Cliente dispone para la conexión con el sistema Central de Gestión, esta IP es asignada por la VPN.
- Fecha: Nos sirve para especificar el momento en el cual se está recibiendo la información en el sistema Receptor.
- Hora: Nos permite conocer cada que cierto tiempo se está receptando la información.
- Trama: compuesta por el protocolo Contact ID, ayuda a conocer los datos reales que se está enviando desde el sistema usuario y a su vez se está receptando, a este se le conoce como el paquete de mensaje del receptor y a su vez está conformado por los siguientes elementos:

```
<LF> <CRC> <0LLL> <"ID"> <Sequence#! segment#|> <RReceiver#> <LLine#> [...data...] <CR>
```

En el elemento “data” se tuvo que incrementar más campos que nos permita enviar los datos de geolocalización. A continuación, se describirá cada uno de estos elementos.

- ✓ LF: Se trata de un carácter que nos permite dimensionar un mensaje, en este caso nos indica el inicio de la trama.
- ✓ CRC: Este carácter es utilizada para la detección de errores de un mensaje, por lo general se presenta en notación hexadecimal.
- ✓ 0LLL: El presente carácter nos permite calcular la longitud de un mensaje.
- ✓ ID: Nos permite diferenciar el tipo de mensaje de dato que se está enviando.
- ✓ Sequence: Permite diferenciar a la Central de gestión los diferentes dispositivos que inician una conexión.
- ✓ RReceiver: Nos permite conocer cuando el receptor acepta in mensaje del transmisor.
- ✓ LLine: Es un carácter utilizado en forma de indicadores para campos asociados.
- ✓ Data: Es una parte de los datos transmitidos que se refiere a la información de la alarma y las coordenadas GPS para constatar el estado y la ubicación del cliente.

✓ CR: Es un carácter que nos indica la finalización de la trama enviada. 47

Cliente	DirecciónIP	Evento	Fecha	Hora	Trama
12345A	10.78.64.6	HAND SHAKE	10/01/2019	12:51:09	<x0A>07230021-NULL-0000Rb827ebl80f454#12345A[<x0D>
000004	10.78.64.6	SUPERVIVENCIA	10/01/2019	12:51:13	<x0A>087D0029-NULL-2.912-79.002Rb827ebl80f454#000004[<x0D>
000004	10.78.64.6	SUPERVIVENCIA	10/01/2019	12:51:31	<x0A>087D0029-NULL-2.912-79.002Rb827ebl80f454#000004[<x0D>
000004	10.78.64.6	SUPERVIVENCIA	10/01/2019	12:51:49	<x0A>087D0029-NULL-2.912-79.002Rb827ebl80f454#000004[<x0D>
000004	10.78.64.6	SUPERVIVENCIA	10/01/2019	12:52:08	<x0A>087D0029-NULL-2.912-79.002Rb827ebl80f454#000004[<x0D>
000004	10.78.64.6	SUPERVIVENCIA	10/01/2019	12:52:26	<x0A>087D0029-NULL-2.912-79.002Rb827ebl80f454#000004[<x0D>
000004	10.78.64.6	SUPERVIVENCIA	10/01/2019	12:52:44	<x0A>087D0029-NULL-2.912-79.002Rb827ebl80f454#000004[<x0D>
000004	10.78.64.6	SUPERVIVENCIA	10/01/2019	12:53:02	<x0A>087D0029-NULL-2.912-79.002Rb827ebl80f454#000004[<x0D>
000004	10.78.64.6	EMERGENCIA	10/01/2019	12:53:07	<x0A>AA3A0049-ADM-CID-0001Rb827ebl80f454#000004[#000004 1100 00 129  -2.91201-79.0020 <x0D>
000004	10.78.64.6	EMERGENCIA	10/01/2019	12:53:11	<x0A>AA3A0049-ADM-CID-0001Rb827ebl80f454#000004[#000004 1100 00 129  -2.91201-79.0020 <x0D>
000004	10.78.64.6	SUPERVIVENCIA	10/01/2019	12:53:24	<x0A>087D0029-NULL-2.912-79.002Rb827ebl80f454#000004[<x0D>
000004	10.78.64.6	SUPERVIVENCIA	10/01/2019	12:55:52	<x0A>087D0029-NULL-2.912-79.002Rb827ebl80f454#000004[<x0D>
000004	10.78.64.6	EMERGENCIA	10/01/2019	12:56:11	<x0A>AE690049-ADM-CID-0002Rb827ebl80f454#000004[#000004 1130 00 129  -2.91200-79.0020 <x0D>
000004	10.78.64.6	SUPERVIVENCIA	10/01/2019	12:56:11	<x0A>087D0029-NULL-2.912-79.002Rb827ebl80f454#000004[<x0D>

Figura 2.21 Información sobre la trama receptada en la ventana principal.

Fuente: Autor

Es importante dar a conocer que hemos trabajado con el protocolo Ademco Contact ID debido a que es un protocolo muy difundido en alarmas que son objeto de monitoreo por parte del ECU911.

Además, el programa cuenta con otras ventanas que nos ayuda a un fácil manejo del sistema de gestión, en donde se tiene:

- ✓ Tráfico: presenta la información receptada por el cliente
- ✓ Alarmas: presenta las emergencias emitidas por el cliente
- ✓ Administrador de usuarios: para el almacenamiento de nuevos usuarios
- ✓ Configuración: configuración de equipo
- ✓ Mantenimiento: información técnica de los equipos usados



Figura 2.22 Interfaz del programa para el sistema de Gestión.

Fuente: Autor

## 2.2 Funcionamiento del Sistema del Prototipo del Botón de Pánico

Una vez establecida la VPN, el sistema del prototipo se encuentra dentro de una misma red y se podrá realizar la transmisión de datos. A continuación, en la Figura 2.23 se presenta el diagrama de flujo del funcionamiento de la programación realizada para la transmisión de datos entre el sistema usuario y el sistema de gestión.

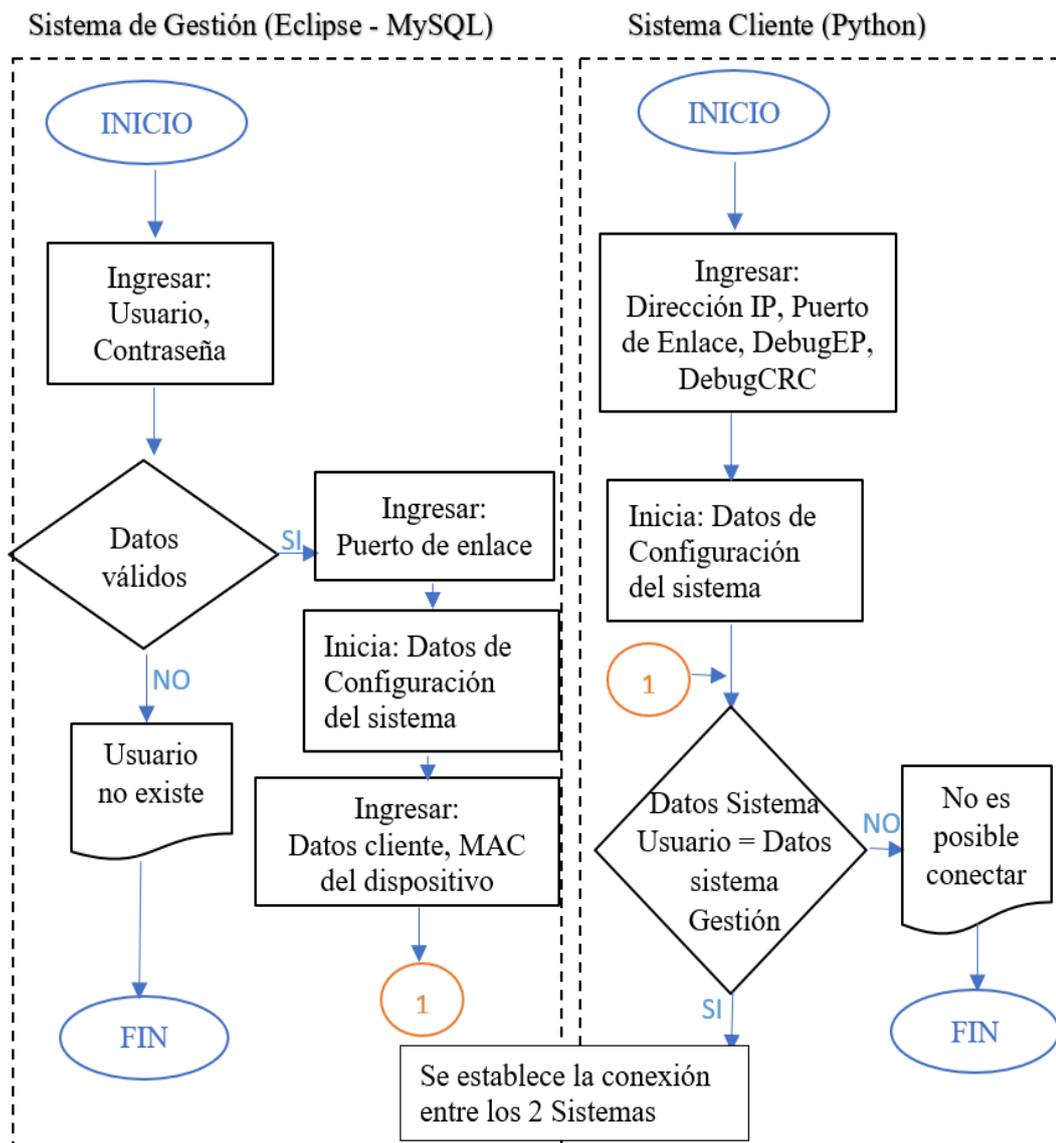


Figura 2.23 Funcionamiento del Sistema del Prototipo del Botón de Pánico.

Fuente: Autor

Los dos sistemas constan de un programa principal denominado “main”, que es el que llama a los demás programas, los cuales constan de clases y funciones, de modo que la programación no está en un solo programa si no que consta de varios de ellos para así no tener un programa demasiado extenso y poder reutilizar si es necesario la programación de ciertos programas. De modo que al momento de iniciar los datos de configuración del sistema y establecer el enlace entra en funcionamiento toda la programación. De modo que, al establecer la conexión entre los dos sistemas, el sistema usuario envía mensajes de supervivencia y de emergencia a través de sockets y el sistema de gestión confirma la recepción con un ACK.

### 2.3 Diseño Electrónico

En la Figura 2.24 se presenta el circuito realizado para el sistema del cliente:

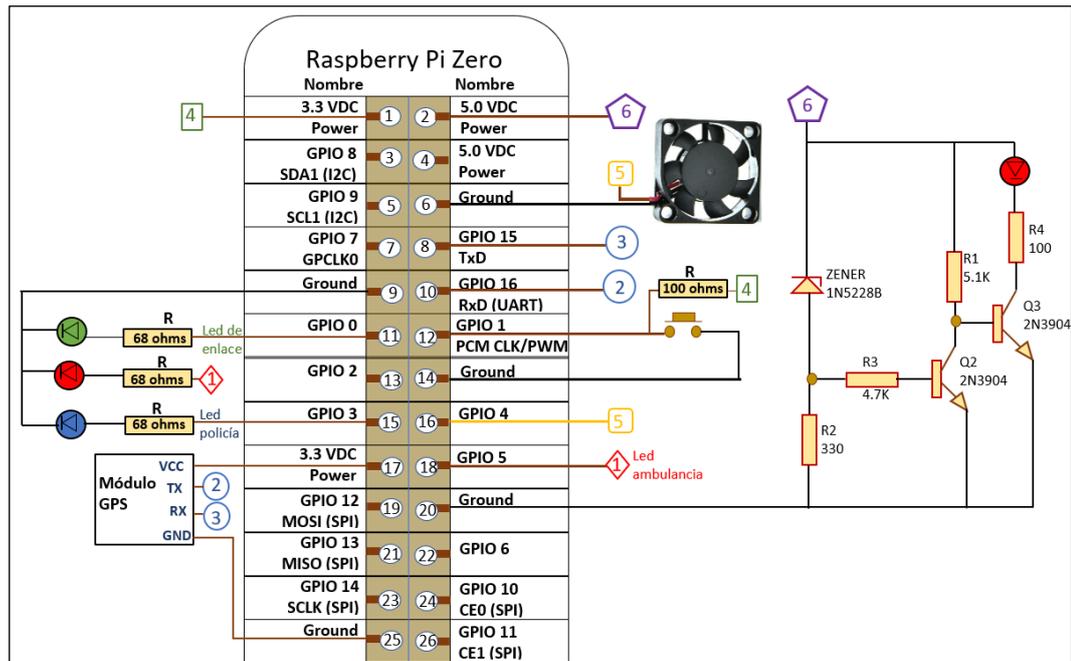


Figura 2.24 Diseño del Circuito Electrónico del Prototipo.

Fuente: Autor

## 2.3.1 Cálculos

### 2.3.1.1 Cálculo del circuito indicador del estado de Batería

La batería instalada en el sistema transmisor es de polímero de litio, para la elección de esta batería se consideró algunos aspectos tales como su alta densidad para el almacenamiento de energía y el espacio utilizado por la misma, algunas características técnicas de la batería se presentan en la Tabla 2.1.

Tabla 2.1 Especificaciones técnicas de la batería LiPo.

Especificación	Valor
Capacidad de Corriente	3000 mAh
Voltaje/ Celda	3.7 V
Voltaje Max/Celda	4.2 V
Constante de descarga	20C
Pico de descarga	30C
Dimensiones	65*35*10 mm

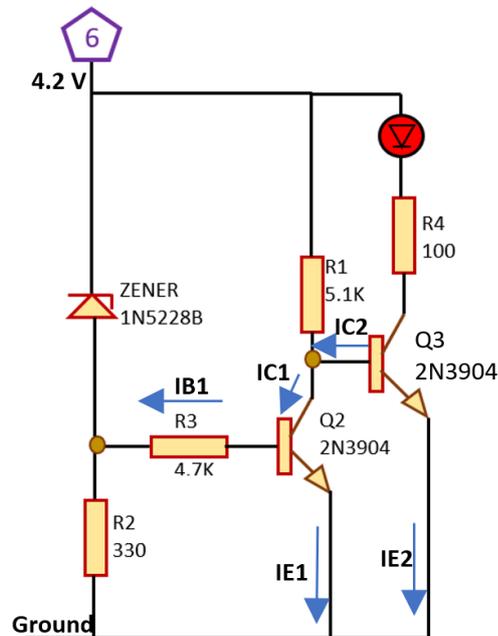


Figura 2.25 Diseño del Circuito del estado de Batería.

Fuente: Autor

Para conocer el estado de descarga de la batería se utiliza el circuito presentado en la Figura 2.25, cuyos cálculos se desarrollarán posteriormente. Como podemos observar tenemos un circuito con dos configuraciones de polarización fija, por lo que se utilizara las ecuaciones dispuestas para este tipo de configuración. El presente circuito nos ayudara mediante la utilización de un led, saber el estado de carga de la batería, el circuito funciona así cuando la tensión que circula por el diodo Zener supera el valor de la tensión del emisor del transistor más la caída de voltaje en la resistencia de 4.7k, el transistor Q2 se encuentra en zona activa mientras que el transistor Q3 queda con su masa, lo que provoca que el led no ilumine, pero si el voltaje presente en Q2 cae por debajo de la tensión del diodo Zener este transistor se abrirá y provocara que el segundo transistor quede energizada y obligándole a conducir, la conducción de este transistor provoca que el led presente en el circuito brille, es importante dar a conocer que el led únicamente se encenderá para voltajes menores a 4.2 V. Cabe recalcar que para que un led pueda iluminar en su mayor intensidad se necesita que por el circule una corriente que este entre el rango de 20 mA y 30 mA [36]. Por lo que en el circuito presentado en la figura procederemos a calcular la corriente que nos permita que el led se encienda, cuyos cálculos lo realizaremos a continuación.

Análisis del transistor Q2.

Datos:

$$V_{CC} = 4.2V$$

$$\beta_{Q2} = \beta_{Q3} = 120$$

$$V_{CE} = 0.7V$$

Primero empezaremos calculando la corriente que circula por  $R_{C1}$ :

$$I_{R_{C1}} = \beta * I_{B1}$$

Ecu.1

$$I_{B1} = \frac{V_{CC} - V_{CE}}{(R_{B1} // 330\Omega) + (\beta_{Q2} * R_{C1})}$$

$$I_{B1} = \frac{4.2V - 0.7V}{\frac{4700\Omega * 330\Omega}{4700 + 330\Omega} + 120 * (5100\Omega)}$$

$$I_{B1} = 5.71607 \mu A$$

$$I_{R_{C1}} = 120 * 5.71607 \mu A$$

$$I_{R_{C1}} = 0.68592 mA$$

Ahora procedemos a calcular el valor de corriente que nos interesa conocer para que el led encienda:

$$I_{R_{C2}} = \beta * I_{B2} \quad \text{Ecu.2}$$

$$I_{B2} * \beta_{Q3} * R_{C2} - R_{C1}(I_{R_{C1}} - I_{B2}) - V_{CE} = 0$$

$$I_{B2} * 120 * 100\Omega - 5100\Omega(0.68592 mA - I_{B2}) - 0.7V = 0$$

$$I_{B2} = 0.24550 mA$$

$$I_{R_{C2}} = 120 * 0.24550 mA$$

$$I_{R_{C2}} = 29.46099 mA$$

Luego procedemos a realizar los cálculos para conocer si los transistores presentes en el circuito se encuentran en una zona activa.

$$V_{CE1} = V_{CC} - R_{C1}(I_{R_{C1}} - I_{B2}) \quad \text{Ecu.3}$$

$$V_{CE1} = 4.2 - 5100\Omega(0.68592 mA - 0.24550 mA)$$

$$V_{CE1} = 1.95385 V$$

Para que un transistor se encuentre en la zona activa el  $V_{CE1}$  debe ser mayor a cero, por lo que hemos comprobado que Q2 si se encuentra en zona activa debido a que:

$$V_{CE1} = 1.95385 V > 0$$

Ahora comprobemos lo que pasa con Q3:

$$V_{CE2} = V_{CC} - R_{C2}(I_{B2}) \quad \text{Ecu.4}$$

$$V_{CE2} = 4.2 - 100\Omega(0.24550 mA)$$

$$V_{CE2} = 4.1754 V > 0$$

Finalmente procedemos a conocer a qué valor de corriente podemos decir que el Zener está operando y debe cumplir con la condición  $I_z > 0$  así:

$$I_z = I_{B1} = 5.71607 \mu A > 0$$

### 2.3.1.2 Cálculo del valor de la Resistencia para protección del led

Para saber el valor de resistencia que debemos poner a un led, debemos conocer que un led estándar soporta una intensidad que está entre el rango de 20 y 30 mA y el voltaje que por lo general circula por un led está en el rango de 1.8 V y 3.6 V la resistencia es importante ya que nos permite evitar que la corriente que circule por el led sea demasiado alta y por ende el mismo se quemará. Para el cálculo del valor de la resistencia aplicaremos la ley de OHM:

Datos:

$$V_{CC} = 3.3V$$

$$I_{led} = 20 mA$$

$$V_{led} = 1.8V$$

$$R_{led} = \frac{V_{CC} - V_{led}}{I_{led}}$$
$$R_{led} = \frac{3.3V - 1.8V}{20mA} = 75\Omega$$

## CAPITULO 3

### FUNCIONAMIENTO Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

#### 3.1 Pruebas de Funcionamiento del Prototipo

Las diferentes pruebas realizadas al prototipo se dividen en las siguientes etapas:

- Etapa de adquisición de datos de geolocalización.
- Etapa de transmisión de datos.
- Etapa de recepción y almacenamiento de información.
- Etapa de visualización de eventos en Gestión.

##### 3.1.1 Etapa de adquisición de datos de Geolocalización

Esta etapa nos permite evidenciar el proceso de recepción de los datos de geolocalización mediante la utilización del módulo GPS. Para comprobar el correcto funcionamiento de este proceso se utilizan los programas `proGPSuno.py` y `proGPSdos.py` ver APENDICE D, los mismos que mediante las coordenadas geográficas nos permiten conocer la ubicación del adulto mayor a través del sistema de gestión instalado en el ECU 911.

En la Figura 3.1 se indica el código utilizado para la ejecución del programa en el lenguaje de programación Python.

```
pi@raspberrypi:~/Cliente $ python proGPSuno.py
```

Figura 3.1 Ejecución del programa `proGPSuno.py`.

Fuente: Autor

Al ejecutar este programa nos imprimirá la latitud y la longitud, los resultados que se obtienen se puede observar en la Figura 3.2.

```
-2.91201-79.0020
```

Figura 3.2 Resultado de la ejecución del programa `proGPSuno.py`.

Fuente: Autor

##### 3.1.2 Etapa de Transmisión de Datos

La transmisión de datos entre el sistema transmisor y el sistema receptor se realiza mediante el Modem ALCATEL ONETOUCH X500Y, el modem envía los datos hacia el servidor por medio del internet, por tal motivo es importante la comprobación de la conexión del modem a internet.

Para conocer si el modem se encuentra conectado a la red, el modem posee un led de color verde, el mismo que nos permite saber el estado del modem, es decir cuando el led de color verde se encuentra intermitente significa que el modem no se encuentra

conectado a la red celular, y en caso que el led este encendido de manera constante<sup>54</sup> significa que el modem se encuentra conectado a la red celular.

Para verificar la conexión hacia la red pública del modem Alcatel se realiza un ping desde la Raspberry pi Zero hacia el servidor DNS utilizado por Google [37], cuya verificación de la conexión se puede observar en la Figura 3.3.

```
pi@raspberrypi:~ $ ping 8.8.8.8
PING 8.8.8.8 (8.8.8.8) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=1 ttl=114 time=84.2 ms
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=2 ttl=114 time=100 ms
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=3 ttl=114 time=77.3 ms
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=4 ttl=114 time=78.9 ms
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=5 ttl=114 time=80.4 ms
```

Figura 3.3 Verificación de la Conexión al servidor Google.

**Fuente:** Autor

Una vez comprobado que existe conexión del modem a internet, procedemos a enviar la información del tipo de emergencia que el cliente está requiriendo, el comando utilizado para enviar la información desde el sistema cliente hacia el sistema de gestión se puede observar en la Figura 3.4.

```
pi@raspberrypi:~/Cliente $ sudo python BotonesMain.py -d 192.168.10.10
-p 1234 -DebugPE 10 -DebugCRC 10
```

Figura 3.4 Código utilizado para la conexión entre el sistema transmisor y receptor.

**Fuente:** Autor

Luego de ejecutar el código mencionado en la Figura 3.4, procedemos a constatar si la información se está enviando correctamente, para conocer si este proceso se está realizando satisfactoriamente nos tiene que aparecer la información mostrada en la Figura 3.5.

```
INFO:AlarmaSocket:Enviado peticion ...
INFO:AlarmaSocket:Leyendo respuesta:
INFO:AlarmaSocket:Cerrando Socket...
INFO:AlarmaSocket:Ok...
-2.91200-79.0020
INFO:AlarmaSocket:Enviado peticion ...
INFO:AlarmaSocket:Leyendo respuesta:
INFO:AlarmaSocket:Cerrando Socket...
INFO:AlarmaSocket:Ok...
-2.91201-79.0020
```

Figura 3.5 Mensaje de confirmación exitoso del envío de información.

**Fuente:** Autor

En la Figura 3.6 se muestra la información que nos permite conocer cuando el prototipo tiene algún inconveniente y la información no se está enviando correctamente, en dicho caso el sistema tratará de reestablecer la conexión.

```
ERROR:AlarmaSocket:No es posible conectar
INFO:AlarmaSocket:Enviado peticion ...
INFO:AlarmaSocket:Leyendo respuesta:
INFO:AlarmaSocket:Cerrando Socket...
INFO:AlarmaSocket:Ok...
-2.91186-79.0020
```

Figura 3.6 Mensaje de pérdida y recuperación del enlace para la transmisión de información.

**Fuente:** Autor

La estructura de la trama que se envía al sistema usuario se puede observar en la Figura 3.7.

```
mensaje = LF + crc + ZeroL + identificador + seq + Rrcvr + Lpref + acct + data + CR
```

Figura 3.7 Estructura del mensaje enviado al sistema receptor.

**Fuente:** Autor

Las características de cada uno de estos parámetros ya se revisó en el Capítulo 2, ahora cabe resaltar que dentro del parámetro “data” se envía la información del tipo de emergencia, así como también los datos de ubicación geográfica del prototipo, la estructura del parámetro “data” se envía de 2 formas, la primera se trata cuando no se envía ningún tipo de emergencia es decir este parámetro se envía sin datos, la segunda forma es cuando se envía un tipo de emergencia más los datos geográficos, en la Figura 3.8 y 3.9 se indica cada una de estas estructuras.

```
# Parametros de Ingreso al socket
identificador = tipoIdentificador[tipoSMS]
if (tipoSMS == '0'):
    data = '[' + tipoMensaje[tipoID] + ']'
```

Figura 3.8 Estructura del mensaje cuando no se envía ninguna emergencia.

**Fuente:** Autor

La estructura del mensaje de la Figura 3.7 cuando no se envía ningún tipo de emergencia es la representación de un mensaje ya sea de HandShake o de supervivencia.

```
elif (tipoSMS == '1'):
    data = '[' + numeroCuenta + '|' + tipoMensaje[tipoID] + '||'+ b + ']'
```

Figura 3.9 Estructura del mensaje cuando se envía datos de emergencia y geográficos.

**Fuente:** Autor

Cabe mencionar que dentro del parámetro “data” de la Figura 3.9 la variable “b” es en la que se está guardando los datos geográficos.

### 3.1.3 Recepción de la información

En esta etapa se indica el proceso realizado para verificar si los datos transmitidos están llegando correctamente. La recepción de la información se realizó en el IDE Eclipse, ya que es una completa plataforma de programación, desarrollo y compilación

de elementos como sitios web, aplicaciones en Java, entre otros; como ya se<sup>56</sup> mencionó en el Capítulo 1; los pasos que se deben seguir para la recepción de información una vez ya establecido el enlace entre el sistema del usuario y el de gestión, siguiendo el proceso que se presentó en el diagrama de flujo de la Figura 2.21, se indica en el siguiente diagrama de flujo.

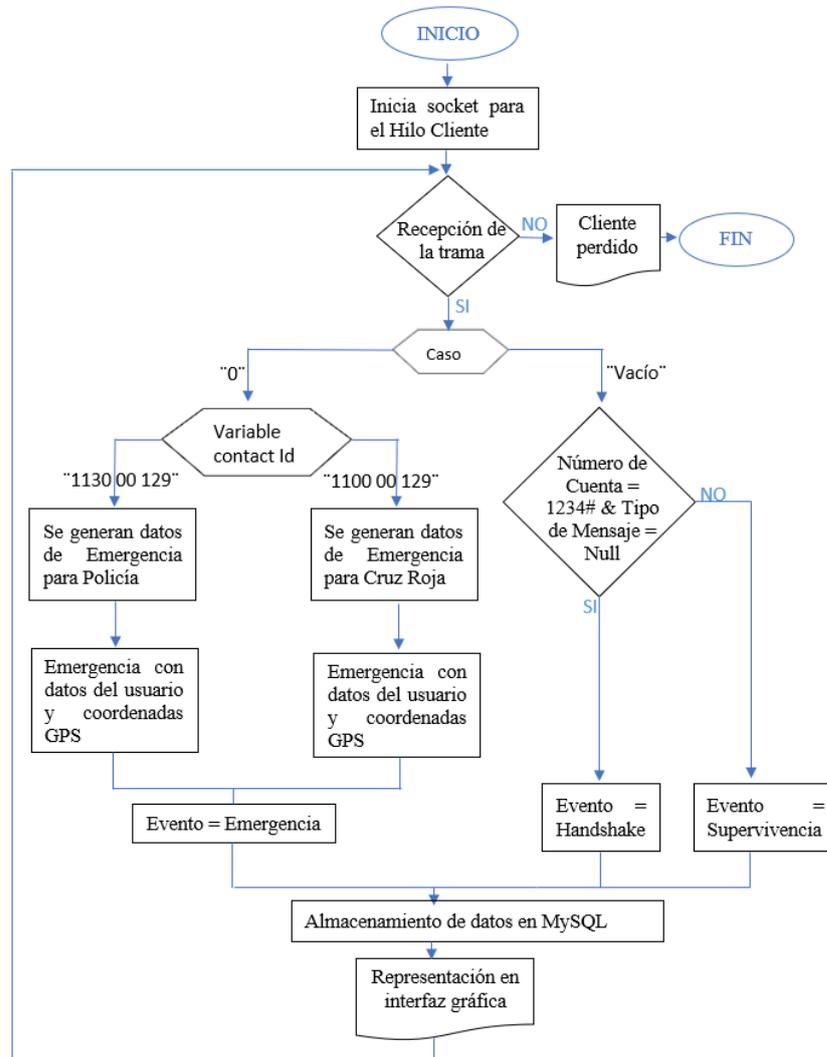


Figura 3.10 Funcionamiento de la recepción de información.

**Fuente:** Autor

Todo el proceso mostrado en la Figura 3.10 se programó en Java y cuyo código se observa en el Anexo F, en esta parte también es muy importante indicar que para poder ejecutar todos los procesos mostrados en el diagrama de flujo anterior se utilizó la programación de hilos en Java, los mismos que nos permite realizar varias tareas simultáneamente. Para crear un hilo en java se usa el mecanismo de interfaz Runnable (), este mecanismo tienen en común la implementación del método Run (), el mismo que se caracteriza por poseer el código del hilo, este método será el que se llame cuando iniciemos la ejecución de un hilo, para que se ejecute el método run es necesario invocar el método Start (), este método nos sirve para conocer que el hilo se encuentra en un estado vivo, cuando se salga de este método el hilo vuelve a un estado muerto, el hilo terminará la ejecución cuando se termine de ejecutar el método Run (). Se creó un método Stop (), el mismo que es importante ya que nos permitirá detener

la ejecución del hilo de manera inmediata, ya sea por algún problema que tengamos<sup>57</sup> dentro de la programación,

En el diagrama de flujo se puede observar que una vez establecido el enlace entre el sistema de gestión y el sistema usuario, inicia el socket para el hilo cliente de forma que, al recibir una trama válida por parte del prototipo, este enlace se mantiene en un bucle infinito recibiendo en el sistema de gestión distintos tipos de eventos, como pueden ser de “Emergencia”, “Handshake” y “Supervivencia”, al no recibir una trama válida por parte del sistema usuario la comunicación se perderá. La programación realizada para la recepción de datos se puede ver en el APÉNDICE F.

Para comprender mejor el funcionamiento de un hilo en java, en la Figura 3.11 damos a conocer el ciclo de vida de un hilo.

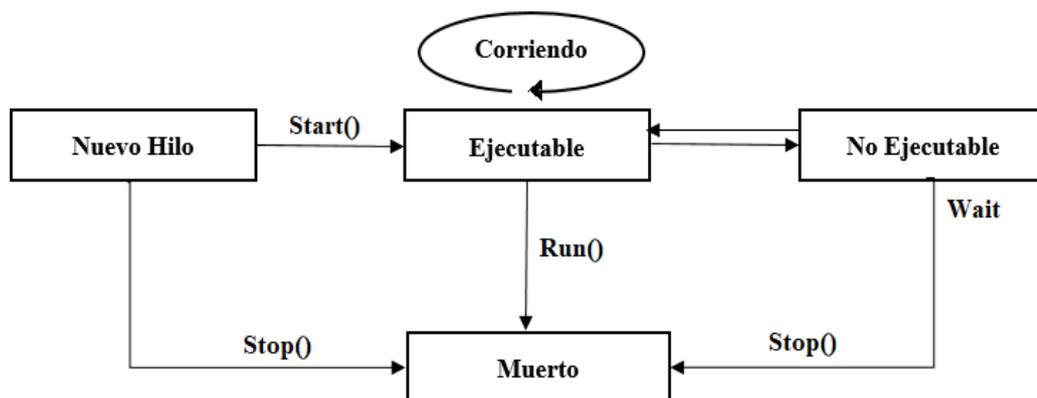


Figura 3.11 Ciclo de vida de un hilo o Thread.

Fuente: Autor

Como se puede observar en la Figura 3.11 un hilo pasa por diferentes estados, empezando por el estado new Thread en el cual se crea un hilo y permanece en este estado hasta se ejecuta, el segundo estado se refiere al estado runnable en la misma que se ejecuta las diferentes actividades que se le tiene asignada, el siguiente estado hace referencia a no runnable y esto ocurre cuando se encuentra bloqueado o alguien invoca a sus métodos. Luego de esto vuelve al estado runnable y finalmente tenemos el estado dead y pasa a este estado cuando se termina el método run ().

### 3.1.4 Etapa de Visualización de Resultados

Esta etapa se realizó mediante el diseño de una interfaz gráfica realizada por [11], la misma que cuenta con distintas mejoras recomendadas por el ECU 911 y necesarias para este proyecto:

Para poder ingresar a esta interfaz se debe iniciar sesión ingresando el usuario y la clave, la misma que nos permite asegurar que solo personal autorizado pueda ingresar al sistema de gestión, la pantalla de inicio de sesión se puede observar en la Figura 3.12 (a) y luego se ingresa el puerto por el cual se comunicará el dispositivo con el

sistema de gestión, para lo cual nos aparecerá la pantalla mostrada en la Figura 3.1258 (b).



Figura 3.12 (a) Pantalla de Inicio de sesión (b) Pantalla de ingreso del puerto.

Fuente: Autor

Ahora ya podemos ingresar a la pantalla principal del sistema de gestión, esta pantalla a su vez tiene una barra con 5 opciones de pantallas, en la Figura 3.13 podremos observar la pantalla principal del sistema de gestión.



Figura 3.13 Pantalla principal del Sistema de Gestión.

Fuente: Autor

A continuaciones explicaremos el funcionamiento de cada una de las pantallas presentes en el sistema de gestión:

- Datos: esta pantalla nos permite observar todos los mensajes de los 3 eventos del dispositivo que este activo en la red, en la Figura 3.14 podemos observar la información presente en esta pantalla.

Cliente	DirecciónIP	Evento	Fecha	Hora	Trama
12345A	10.78.64.6	HAND SHAKE	10/01/2019	13:58:13	<x0A>07230021-NULL-0000Rb827ebl80f454#12345A[<x0D>
000004	10.78.64.6	SUPERVIVENCIA	10/01/2019	13:58:20	<x0A>7EE60029-NULL-2.895-79.009Rb827ebl80f454#000004[<x0D>
000004	10.78.64.6	SUPERVIVENCIA	10/01/2019	14:00:29	<x0A>7EE60029-NULL-2.895-79.009Rb827ebl80f454#000004[<x0D>
000004	10.78.64.6	EMERGENCIA	10/01/2019	14:00:30	<x0A>9AB20049-ADM-CID-0001Rb827ebl80f454#000004[000004 1100.00.1291 -2.89504-79.0096[<x0D>
000004	10.78.64.6	SUPERVIVENCIA	10/01/2019	14:00:49	<x0A>7EE60029-NULL-2.895-79.009Rb827ebl80f454#000004[<x0D>

Figura 3.14 Pantalla de Trafico de información.

Fuente: Autor

Como se puede observar en la Figura 3.14, se presenta 3 tipos de eventos: Handshake: nos indica que se ha establecido la conexión con el prototipo.

Emergencia: cuando el cliente pulsa el botón de ayuda en el dispositivo, en<sup>59</sup> el sistema de gestión aparece la ventana de la Figura 3.15 (a) con los datos personales del cliente, en esa ventana el operador del ECU 911 tiene la opción de atender la emergencia, ubicar el lugar y obtener la ruta más rápida para llegar al lugar como se observa en la Figura 3.15 (b).

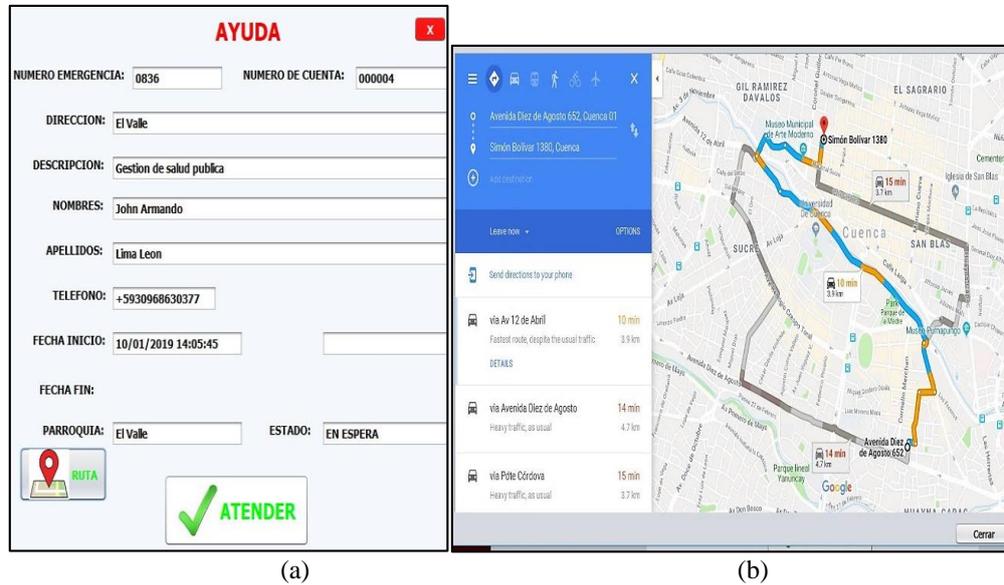


Figura 3.15 Emergencia (a) Datos del usuario que requiere la ayuda (b) Ruta más rápida.

Fuente: Autor

Supervivencia: en caso que el usuario este perdido y sus familiares deseen encontrarlo se le puede ubicar mediante las tramas de supervivencia que se envían cada cierto tiempo con las coordenadas actualizadas.

- Alarmas: en esta pantalla podemos encontrar información de la lista de emergencias solicitadas por el dispositivo, en esta parte se puede diferenciar de color verde la emergencia ya atendida mientras que de color rojo la lista de emergencias que falta ser atendidas. La información de esta pantalla los podemos ver en la Figura 3.16

Num Emerg...	Num Cuenta	Descripcion	Fecha Inicio	Fecha Fin	Estado
0806	000004	Gestion de seguridad	06/01/2019 11:31:10		EN ESPERA
0807	000004	Gestion de seguridad	06/01/2019 11:31:11		EN ESPERA
0808	000004	Gestion de seguridad	06/01/2019 11:31:11		EN ESPERA
0809	000004	Gestion de seguridad	06/01/2019 11:31:12		EN ESPERA
0810	000004	Gestion de seguridad	06/01/2019 11:31:12		EN ESPERA
0811	000004	Gestion de seguridad	06/01/2019 11:31:12		EN ESPERA
0812	000004	Gestion de seguridad	06/01/2019 11:31:13		EN ESPERA
0813	000004	Gestion de seguridad	06/01/2019 11:31:14		EN ESPERA
0814	000004	Gestion de seguridad	06/01/2019 11:31:14		EN ESPERA
0815	000004	Gestion de seguridad	06/01/2019 11:31:14		EN ESPERA
0816	000004	Gestion de seguridad	06/01/2019 11:31:17		EN ESPERA
0817	000004	Gestion de salud publica	07/01/2019 15:42:54		EN ESPERA
0818	000004	Gestion de salud publica	07/01/2019 15:43:49		EN ESPERA
0819	000004	Gestion de seguridad	07/01/2019 15:44:12		EN ESPERA
0820	000004	Gestion de seguridad	07/01/2019 15:58:11	07/01/2019 15:58:46	ATENDIDA
0821	000004	Gestion de salud publica	08/01/2019 12:24:59		EN ESPERA
0822	000004	Gestion de seguridad	08/01/2019 12:25:44		EN ESPERA
0823	000004	Gestion de salud publica	08/01/2019 13:54:51	08/01/2019 13:55:06	ATENDIDA
0824	000004	Gestion de salud publica	08/01/2019 13:55:16		EN ESPERA
0825	000004	Gestion de salud publica	08/01/2019 15:24:43	08/01/2019 15:25:00	ATENDIDA
0826	000004	Gestion de seguridad	08/01/2019 15:25:10		EN ESPERA
0827	000004	Gestion de salud publica	09/01/2019 00:39:44		EN ESPERA
0828	000004	Gestion de salud publica	10/01/2019 12:07:05		EN ESPERA
0829	000004	Gestion de salud publica	10/01/2019 12:07:08		EN ESPERA
0830	000004	Gestion de seguridad	10/01/2019 12:09:11		EN ESPERA
0831	000004	Gestion de salud publica	10/01/2019 12:53:07		EN ESPERA
0832	000004	Gestion de salud publica	10/01/2019 12:53:11		EN ESPERA
0833	000004	Gestion de seguridad	10/01/2019 12:56:11		EN ESPERA
0834	000004	Gestion de seguridad	10/01/2019 12:56:11		EN ESPERA
0835	000004	Gestion de salud publica	10/01/2019 14:00:30	10/01/2019 14:02:01	ATENDIDA

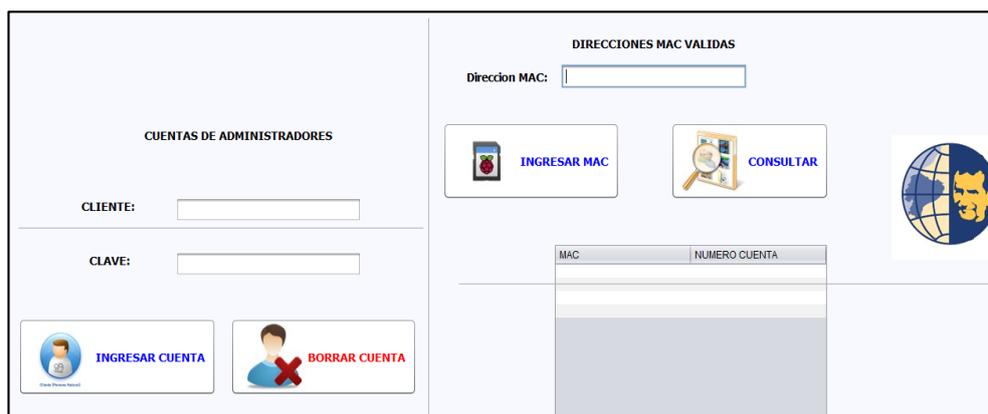


Figura 3.16 Pantalla de Alarmas.

Fuente: Autor

- Administrador de Usuarios: esta pantalla es utilizada para ingresar y mostrar información de los clientes registrados como usuarios, mediante esta pantalla también podemos eliminar clientes que ya no forman parte de nuestra red, en la Figura 3.17 observamos esta pantalla.



Figura 3.17 Pantalla de Administrar Usuarios.

Fuente: Autor

- Configuración: la misma que nos permite ingresar nuevos dispositivos por medio de la MAC y esto a su vez se crea automáticamente un número de cuenta, también nos permite cambiar el cliente y la clave del dueño de dispositivo, en la Figura 3.18 podemos observar esta pantalla.[12]



Figura 3.18 Pantalla de Configuración.

Fuente: Autor

- Mantenimiento: no presenta el estado del dispositivo activo en la red, en esta pantalla se puede encontrar información sobre el porcentaje de uso del CPU del dispositivo, su temperatura, su memoria, y demás características que nos permite comprobar el correcto funcionamiento del dispositivo, en la Figura 3.19 se puede observar la estructura interna de esta pantalla.

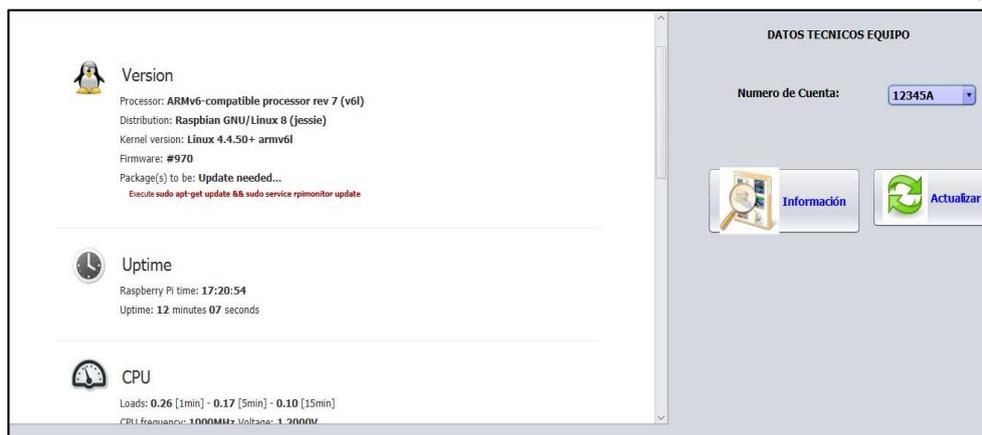


Figura 3.19 Pantalla de Mantenimiento.

Fuente: Autor

### 3.2 Consumo de Energía de la Batería

Para conocer el tiempo de vida útil de la batería, tenemos que conocer todos los valores de corriente de los diferentes dispositivos a los que la batería está alimentando, en la siguiente tabla se da a conocer este tipo de información:

Tabla 3.1 Consumo total de energía de la Batería.

Dispositivo	Corriente de carga
Modulo Neo 6m	30 mA
Raspberry PI Zero W	100 mA
Ventilador	20 mA
Modem Alcatel Onetouch X500Y	300 mA
Leds	20 mA
Corriente de carga total del circuito	470 mA

Luego de haber calculado el total de corriente que está consumiendo la batería procedemos a calcular la vida útil de la batería para lo cual utilizamos la siguiente formula:

$$Vida\ util = \frac{Capacidad\ de\ bateria\ en\ mAh}{Corriente\ de\ carga\ total\ del\ circuito}$$

El factor de tolerancia a factores externos que por común se utiliza es de 0.7.

$$Vida\ util = \frac{3000\ mAh}{470\ mA} = 6.38\ horas$$

### 3.3 Análisis del tiempo de enlace al presionar el botón de pánico

En esta sección se presenta un análisis del tiempo que se demora en presentarse la emergencia en el sistema de gestión cuando el usuario presiona el botón de pánico.

De modo que se realizaron pruebas con el dispositivo durante una semana completa<sup>62</sup> desde las 7 de la mañana hasta las 11 de la noche, con un intervalo de tiempo de 1 hora, como se puede observar en la Figura 3.20

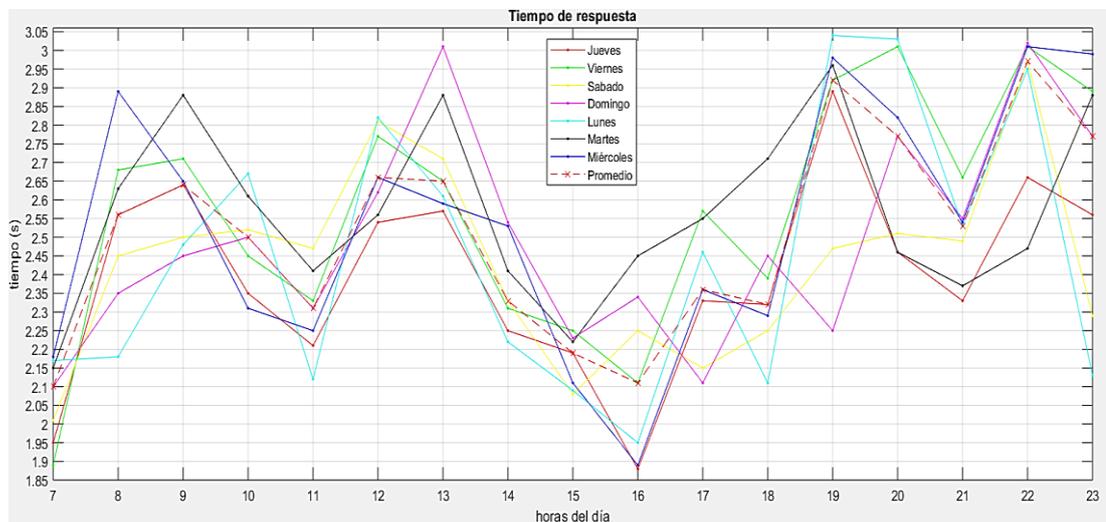


Figura 3.20 Análisis del tiempo de enlace al presionar el botón de pánico.

Fuente: Autor

En la Figura 3.20 se puede observar que existe un tiempo mayor de demora en presentarse la alarma en el sistema de gestión en ciertas horas del día, en la mañana considerando alrededor de las 9 am, tarde considerando alrededor de las 13 horas y noche considerando alrededor de las 20 horas, teniendo un tiempo promedio mayor en las noches con 2.77 segundos de demora y tiempo promedio con mayor rapidez se dan entre estas horas o ya sea muy temprano o muy tarde, de este modo la respuesta más rápida se da a las 7 am con un promedio de todos los días de 2.10 segundos.

Es decir, la diferencia entre una transmisión lenta y rápida está en un promedio de 67 milisegundos lo cual no influye de gran manera al sistema del prototipo, además se tiene un promedio total de todos los días de 2.53 segundos que es un tiempo aceptable y satisfactorio para su propósito.

### 3.4 Análisis del tiempo de recuperación del enlace por motivos de cobertura

El prototipo, al funcionar con un modem 3G para la transmisión de datos es importante hacer un análisis del tiempo de recuperación del enlace al perder cobertura en el modem, en este caso se hace las pruebas provocando una caída de red en el prototipo y mediante las capturas de paquetes ICMP se toma el tiempo de recuperación al conectarse el dispositivo de nuevo al sistema de gestión. Se realizan pruebas durante una semana en horarios desde la 7 de la mañana hasta las 11 de la noche, para ver el comportamiento en horas pico donde existe saturación de red y cómo reacciona el enlace como se puede observar en la Figura 3.21

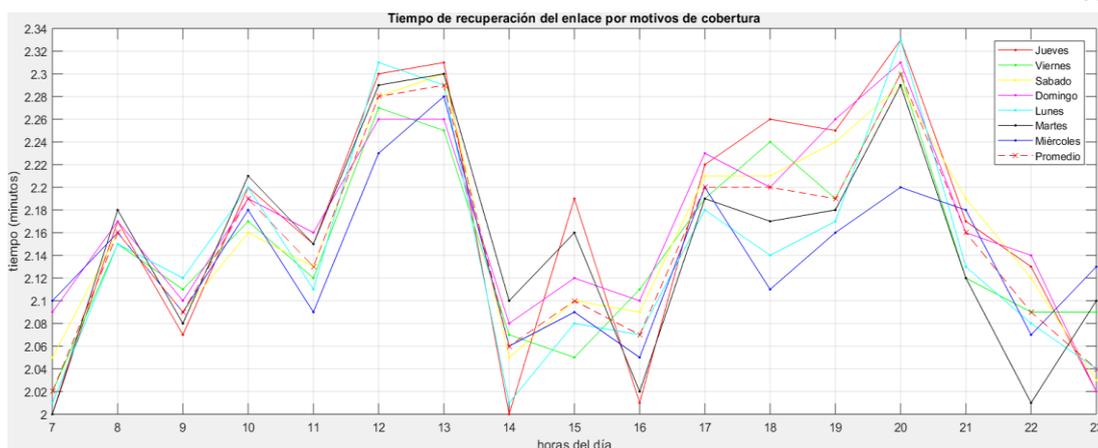


Figura 3.21 Análisis del tiempo de recuperación del enlace por motivos de cobertura.

Fuente: Autor

En la Figura 3.21, se puede observar que las horas promedio que más tiempo demora en recuperarse el enlace esta entre 8, 13 y 20 horas, teniendo un mayor tiempo promedio de recuperación a las 13 horas con 2 minutos y 29 segundos y un tiempo promedio de recuperación más rápida a las 7 de la mañana con 2 minutos y 2 segundos.

La diferencia entre la recuperación del enlace es de 27 segundos y un promedio total de todos los datos recolectados de 2 minutos con 16 segundos, con lo cual se puede considerar que el prototipo trabaja de manera eficiente.

### 3.5 Análisis Económico

#### 3.5.1 Inversión Inicial del Proyecto

En el presente apartado se indica la vida útil del dispositivo Botón de pánico móvil, el tiempo planificado para este proyecto es de 5 años, como primer punto es importante indicar la inversión inicial con lo cual se pondrá en marcha el proyecto.

Este capital en nuestro caso va a ser financiada de dos formas, la primera forma es mediante un aporte financiero por parte de los socios, este aporte de cada socio equivale a un valor de \$1200 por socio, la segunda manera de financiamiento es mediante un préstamo bancario de \$3000 con un interés anual del 11.99%, cabe recalcar que este préstamo se lo realiza a mediano plazo, en nuestro caso el préstamo bancario se lo realiza para 5 años.

Esta inversión inicial será utilizado para poner en marcha la empresa, por lo general este capital ayudará a solventar todos los egresos fijos y variables durante los 2 primeros años que en nuestro caso tendremos saldos negativos y todos los ingresos que tengamos durante este tiempo nos ayudara a solventar todos los egresos de la empresa, estos egresos puede ser referente a pago de servicios básicos, transporte, publicidad, pago mensual del préstamo bancario, materia prima, equipos y herramientas, gastos administrativos como salarios.

En la Tabla 3.2 se indica el capital inicial con lo que la empresa empezara a funcionar.

Tabla 3.2 Inversión Inicial del proyecto.

INVERSION INICIAL			
No. Socios		Inversion por Socio	Total de Inversion
2	Socios Capitalistas	1200	2400
Prestamo Bancario	1	3000	3000
		<b>TOTAL</b>	<b>5400</b>

Como se puede observar en la Tabla 3.2, la inversión inicial con lo que empezara a funcionar el proyecto está cubierto por un 55.55% por el préstamo bancario y el 44.44% está cubierto por la inversión de los socios.

### 3.5.2 Proyección de Ingresos

En el presente apartado se da a conocer todos los ingresos anuales proyectados para el proyecto, estos ingresos estarán basados en la venta de los dispositivos, el objetivo del proyecto es incrementar en un 15% la venta del dispositivo en cada año, es decir si en el primer año la empresa se proyecta vender 50 dispositivos, para el próximo año la empresa tendrá el compromiso de incrementar estas ventas en un 15% más de las ventas del año anterior, el mantenimiento que se brindara al dispositivo por cualquier tipo de problema con el mismo y finalmente se basa en las capacitaciones que se dictara a los usuarios para el correcto uso del dispositivo.

En la Tabla 3.3 se presenta las proyecciones pronosticadas por la empresa.

Tabla 3.3 Proyecciones de Ingresos de la Empresa durante el ciclo de vida del proyecto.

<b>PROYECCION DE INGRESOS ANUALES</b>			
<b>AÑO 1</b>			
<b>NOMBRE DE CUENTAS</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Total</b>
Venta del Dispositivo	50	107.5625	5378.125
	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Total</b>
Mantenimiento del Dispositivo	13	260	3380
	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Total</b>
Capacitaciones a los usuarios	11	40	440
<b>TOTAL DE INGRESOS</b>			<b>9198.13</b>
<b>AÑO 2</b>			
<b>NOMBRE DE CUENTAS</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Total</b>
Venta del Dispositivo	59	107.5625	6346.188
	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Total</b>
Mantenimiento del Dispositivo	20	260	5200
	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Total</b>
Capacitaciones a los usuarios	12	40	480
<b>TOTAL DE INGRESOS</b>			<b>12026.2</b>
<b>AÑO 3</b>			
<b>NOMBRE DE CUENTAS</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Total</b>
Venta del Dispositivo	70	107.5625	7529.375
	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Total</b>
Mantenimiento del Dispositivo	13	260	3380
	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Total</b>
Capacitaciones a los usuarios	12	40	480
<b>TOTAL DE INGRESOS</b>			<b>11389.4</b>
<b>AÑO 4</b>			
<b>NOMBRE DE CUENTAS</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Total</b>
Venta del Dispositivo	85	98.9575	8411.388
	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Total</b>
Mantenimiento del Dispositivo	13	260	3380
	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Total</b>
Capacitaciones a los usuarios	12	40	480
<b>TOTAL DE INGRESOS</b>			<b>12271.4</b>
<b>AÑO 5</b>			
<b>NOMBRE DE CUENTAS</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Total</b>
Venta del Dispositivo	105	98.9575	10390.54
	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Total</b>
Mantenimiento del Dispositivo	13	260	3380
	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Total</b>
Capacitaciones a los usuarios	12	40	480
<b>TOTAL DE INGRESOS</b>			<b>14250.5</b>
<b>TOTAL DE INGRESOS 5 AÑOS</b>			<b>59135.6</b>

En la Tabla 3.3 se puede observar que el precio de cada dispositivo para los 3 primeros años es de \$107.56, este precio sería ya el costo total del dispositivo ya fabricado y listo para ser producido en masa, luego después durante los dos últimos años de vida del proyecto el precio del dispositivo tiene un valor de \$98.95, se realiza esta rebaja del precio debido a dos razones, la primera es para que el dispositivo siga teniendo acogida en el mercado y la segunda es debido a que la producción y venta de dispositivos aumenta, entonces se puede disminuir el precio para que la empresa siga teniendo ganancias.

Como se observa de manera general el mantenimiento del dispositivo se facturará por un valor de 260 dólares, cabe recalcar que este valor es variable y distinto en cada año, ya que dependerá de la cantidad de dispositivos que la empresa dará mantenimiento anualmente, y además también será dependiente del problema que tenga el dispositivo.

Las capacitaciones de manera general se brindarán 2 veces por mes durante los 12 meses de cada año del ciclo de vida del proyecto y este tiene un valor de \$20 por capacitación independiente de la cantidad de personas que reciba la capacitación.

### 3.5.3 Proyección de Gastos de Capital y Gasto Operativo (CAPEX Y OPEX)

En el presente apartado se indicará los costos y gastos que la empresa tiene proyectada para los 5 años de ciclo de vida del proyecto, por lo general los gastos (OPEX) suelen ser fijos en la mayor parte del ciclo de vida del proyecto, en cambio los costos (CAPEX) varían durante el ciclo de vida del proyecto, con más detalle lo antes mencionado lo podemos observar en la Tabla 3.4.

Tabla 3.4 Gastos de Capital y Gasto Operativo proyectado para 5 años.

GASTOS DE CAPITAL Y GASTOS OPERATIVOS PROYECTADOS PARA 5 AÑOS						
NOMBRE DE CUENTAS	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	TOTAL 5 AÑOS
<b>OPEX</b>						
<b>Servicios Básicos:</b>	<b>1352.876</b>	<b>1380.929</b>	<b>1528.615</b>	<b>1380.929</b>	<b>1160.429</b>	<b>6803.7772</b>
* Luz	118.43815	132.4643	206.30755	132.4643	62.809533	652.4838333
* Agua	60	60	60	60	60	300
* Teléfono e internet	274.43815	288.4643	362.30755	288.4643	137.61907	1351.293367
* Renta de la Oficina	900	900	900	900	900	4500
<b>Publicidad:</b>	<b>3060</b>	<b>1700</b>	<b>515</b>	<b>0</b>	<b>2060.5</b>	<b>7335.5</b>
* Radial	2700	1500	475	0	1800	6475
* Redes Sociales	360	200	40	0	240	840
<b>Movilización:</b>	<b>500</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>1200</b>	<b>1000</b>	<b>4200</b>
* Alquiler del Vehículo	500	500	1000	1200	1000	4200
<b>TOTAL DE OPEX</b>	<b>4912.876</b>	<b>3580.929</b>	<b>3043.615</b>	<b>2580.929</b>	<b>4220.929</b>	<b>18339.2772</b>
<b>CAPEX</b>						
<b>Equipos, Instrumentos, Materiales:</b>	<b>1674</b>	-	-	-	-	<b>1674</b>
* Herramientas Básicas	40	-	-	-	-	40
* Cautín	4	-	-	-	-	4
* Computadoras hp	1200	-	-	-	-	1200
* Muebles de Oficina	400	-	-	-	-	400
* Materiales para la limpieza	30	-	-	-	-	30
<b>Mano de Obra:</b>	<b>27840</b>	<b>27840</b>	<b>27840</b>	<b>34080</b>	<b>34080</b>	<b>151680</b>
* Técnico encargado del diseño e impresión del circuito	5760	5760	5760	6720	6720	30720
* Técnico encargado de la programación de software y	5760	5760	5760	6720	6720	30720
* Técnico encargado del ensamblado del dispositivo	5760	5760	5760	6720	6720	30720
* Técnico encargado del monitoreo del sistema	5760	5760	5760	6720	6720	30720
* Secretaria	3840	3840	3840	5760	5760	23040
* Persona encargada de la limpieza	960	960	960	1440	1440	5760
<b>Materia Prima:</b>	<b>4302.5</b>	<b>5076.95</b>	<b>6023.5</b>	<b>7314.25</b>	<b>9035.25</b>	<b>31752.45</b>
* Raspberry Pi Zero W	500	590	700	850	1050	3690
* Memoria Micro SD 8GB	425	501.5	595	722.5	892.5	3136.5
* Modulo NEO-6M	300	354	420	510	630	2214
* Modem Alcatel One Touch X500Y	1500	1770	2100	2550	3150	11070
* Plan Móvil de internet	500	590	700	850	1050	3690
* Batería Recargable de polímero de Litio 3.7V 3000 ma	545	643.1	763	926.5	1144.5	4022.1
* Transistor 2N3904	375	442.5	525	637.5	787.5	2767.5
* Leds	62.5	73.75	87.5	106.25	131.25	461.25
* Resistencias	25	29.5	35	42.5	52.5	184.5
* Pulsante	5	5.9	7	8.5	10.5	36.9
* Micro 2510S 5V Enfriador Brushless DC Ventilador d	65	76.7	91	110.5	136.5	479.7
<b>TOTAL DE CAPEX</b>	<b>33816.5</b>	<b>32916.95</b>	<b>33863.5</b>	<b>41394.25</b>	<b>43115.25</b>	<b>185106.45</b>
<b>TOTAL DE GASTOS</b>	<b>38729.38</b>	<b>36497.88</b>	<b>36907.12</b>	<b>43975.18</b>	<b>47336.18</b>	<b>203445.7272</b>

La Tabla 3.4 está conformado por los gastos de capital y los gastos operativos, dentro de los gastos de capital tenemos todos los gastos e inversiones asociados con bienes físicos, dentro de los cuales tenemos equipos, instrumentos y materiales, mano de obra y materia prima, en cambio dentro de los gastos operativos tenemos todos los costos que esté relacionado con operaciones y servicios, dentro de las cuales tenemos el servicio básico, publicidad y movilización.

Se puede observar que el total de gastos de la empresa en los diferentes años de vida del proyecto es variable, como por ejemplo en el año 1 va a existir muchos más gastos con respecto al año 2 y 3, en cambio en el año 5 podemos observar que es el año en el cual la empresa tendrá muchos más gastos con respecto a los demás años.

Los equipos e instrumentos que se compra para la empresa se tiene previsto un ciclo de vida de 5 años, por lo que como se observa en la tabla los gastos referentes a este ítem únicamente esta tomado en cuenta en el primer año de vida del proyecto.

### 3.5.4 Flujo de Caja

A continuación, se realizará el flujo de caja en donde se indicará el presupuesto general, los gastos, costos e ingresos del proyecto, en la Tabla 3.5 se observa el crecimiento anual respectivo de cada año.

Tabla 3.5 Flujo de Caja proyectada para 5 años.

FLUJO DE CAJA PROYECTADA PARA 5 AÑOS						
NOMBRE DE CUENTAS	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	TOTAL 5 AÑOS
<b>SALDO INICIAL</b>	-	-765.82002	6781.74864	13510.885	19090.284	38617.09769
<b>INGRESOS</b>						
Venta del Dispositivo	5378.125	5915.9375	7529.375	8411.3875	10390.5375	<b>37625.3625</b>
Mantenimiento del Dispositivo:	3380	5260	3380	3380	3380	<b>18780</b>
Capacitaciones a los usuarios	440	480	480	480	480	<b>2360</b>
Ingreso Préstamo	2000	250	250	250	250	<b>3000</b>
Inversión de socios	28800	28800	-	-	-	<b>57600</b>
<b>INGRESOS TOTALES</b>	<b>38323.2562</b>	<b>43639.3273</b>	<b>50455.0137</b>	<b>63425.1627</b>	<b>86392.5211</b>	<b>282235.2809</b>
<b>EGRESOS</b>						
<b>VENTAS</b>	<b>10889.3763</b>	<b>8657.8786</b>	<b>8744.4276</b>	<b>9895.1786</b>	<b>13656.1786</b>	<b>51843.0397</b>
Adquisición de materia prima	4302.5	5076.95	5700.8125	7314.25	9035.25	31429.7625
Equipos e instrumentos:	1674	-	-	-	-	1674
Servicios Básicos:	1352.8763	1380.9286	1528.6151	1380.9286	1160.4286	6803.7772
Publicidad:	3060	1700	515	-	2460.5	7735.5
Movilización:	500	500	1000	1200	1000	4200
<b>ADMINISTRACION</b>	<b>28199.7</b>	<b>28199.7</b>	<b>28199.7</b>	<b>34439.7</b>	<b>34439.7</b>	<b>153478.5</b>
Sueldos de empleados	27840	27840	27840	34080	34080	151680
Pago del préstamo Bancario	359.7	359.7	359.7	359.7	359.7	1798.5
<b>GASTOS TOTALES</b>	<b>39089.0763</b>	<b>36857.5786</b>	<b>36944.1286</b>	<b>44334.8786</b>	<b>48095.8786</b>	<b>205321.5408</b>
<b>SALDO FINAL</b>	<b>-765.82002</b>	<b>6781.74864</b>	<b>13510.885</b>	<b>19090.284</b>	<b>38296.6424</b>	<b>76913.74011</b>
<b>VARIACIONES DEL FLUJO DE CAJA</b>	<b>-0.99%</b>	<b>8.82%</b>	<b>17.56%</b>	<b>24.82%</b>	<b>49.79%</b>	<b>100.00%</b>

En la Tabla 3.5 se puede observar el saldo final respectivo para cada año, así como también se observa el saldo final en los 5 años de vida del proyecto, también se observa el incremento anual comparado con el año anterior, es así como en el año 1 se tiene un saldo final negativo de \$ -765.82 que corresponde a un -0.99% del saldo final obtenido a los 5 años, en el segundo año se observa que ya se tiene un saldo positivo de 6781.74 y corresponde al 8.82% del saldo final, en lo que respecta al tercer año se observar que los saldos empieza a incrementar y se tiene un valor de \$13510.88 y corresponde al 17.56% del saldo final, en el cuarto año se observa un saldo final de \$19090.28 y corresponde al 24.82% del saldo final, en el quinto año se observa un saldo de \$38296.64 que corresponde al 49.79% del saldo final y finalmente podemos observar el saldo final al cabo de los 5 años de vida del proyecto, el saldo total al finalizar los cinco años es de \$76913.74 y este corresponde al 100% del saldo que la empresa tendrá al finalizar los 5 años.

### 3.5.5 Evaluación Económica Financiera

Procedemos a aplicar unas técnicas de evaluación que nos permite conocer si el proyecto es factible de implementación, es decir se evalúan todos los datos obtenidos en el estudio Financiero y mediante este proceso podemos saber si el proyecto es rentable o no rentable.

Procedemos a calcular el VAN (Valor Presente Neto), cuyo valor nos ayuda a saber si la inversión producirá alguna ganancia, para calcular dicho valor aplicamos la siguiente formula [38]:

$$VPN = \sum_{n=1}^t \frac{F_n}{(1+i)^n} - \text{Inversion Inicial} \quad \text{Ecu.5}$$

Donde:

F<sub>n</sub>: Flujo de beneficios netos para el periodo t

i: Costo oportunidad

t: Horizonte del proyecto

Seguidamente procedemos a calcular el parámetro TIR, el mismo que permite informar a una persona si le conviene invertir o no dentro del proyecto, para poder calcular este parámetro tenemos que hacer que la ecuación del VAN se iguale a cero y luego después calcular el TIR, la ecuación utilizada es [38]:

$$BN_0 + \frac{BN_1}{(1+tir)} + \frac{BN_2}{(1+tir)^2} + \frac{BN_3}{(1+tir)^3} + \frac{BN_n}{(1+tir)^n} = 0 \quad \text{Ecu.6}$$

Finalmente procedemos a calcular el parámetro PRI (Periodo de recuperación de la inversión), cuyo parámetro nos ayuda a saber el plazo de tiempo que se requiere para recuperar la inversión inicial, la formula aplicada es [38]:

$$PRI = \frac{\text{Inversion Inicial}}{\text{Ingresos Promedios}} \quad \text{Ecu.7}$$

Todos los parámetros antes mencionados se muestran en la Tabla 3.6.

Tabla 3.6 Costo Total del sistema.

FACTIBILIDAD DEL PROYECTO		
VALOR ACTUAL NETO (VAN)	\$31,013.66	El Proyecto puede ser aceptado
TAZA INTERNA DE RETORNO (TIR)	137%	Invertir
BENEFICIO COSTE (B/C)	1.501947032	Proyecto puede ser aceptado
PERIODO DE RECUPERACION DE LA INVERSION (PRI)	1.374601417	Años

### 3.6 Análisis de Resultados

El análisis de resultados presenta las diferentes pruebas de funcionamiento desarrolladas al sistema prototipo a nivel de campo, estas pruebas se realizaron a personas pertenecientes a la Universidad del Adulto Mayor. Cada una de las pruebas realizadas tiene un análisis independiente, debido a que cada persona tiene diferentes características tanto de edad como de salud.

La manipulación del sistema prototipo, así como también los diferentes puntos de vista de cada uno de las personas que hicieron uso del prototipo se presenta a continuación:

- Se empezó este proceso de pruebas explicando el objetivo de este proyecto, el funcionamiento de cada uno de los elementos que conforman la estructura del

prototipo, así como también la ayuda que un adulto mayor puede solicitar<sup>69</sup> mediante su uso, también se les informó que en el sistema de gestión, se les estará monitoreando y mediante la cual el personal indicado enviará la ayuda adecuada para el adulto mayor.

- Se explicó al adulto mayor que el objetivo del proyecto es realizado con fines de seguridad y de salud de este tipo de personas, se les indica que nuestro propósito es que el adulto mayor pueda sentirse seguro, mientras se encuentre monitoreado cuando se encuentre fuera de su domicilio.



*Figura 3.22* Informando de la función de los principales elementos del sistema prototipo.

**Fuente:** Autor

En la Figura 3.22, se observa como explicamos el funcionamiento de cada uno de los elementos del sistema prototipo, se les indica la forma en la que ellos pueden requerir ayuda tanto del servicio médico o del servicio policial, se les da a conocer que para que ellos soliciten ayuda a una entidad medica deben pulsar el botón de color rojo por un tiempo promedio de 3 segundos, en cambio si desean ayuda policial, estas personas deben pulsar el botón de color rojo por un tiempo promedio mayor a los 2 segundos, además se les indica que el prototipo cuenta con 3 leds, cada uno de estos les indicaran a las personas el tipo de emergencia que están solicitando, cuando requieran un servicio médico se encenderá en el prototipo un led de color rojo, si desean un servicio policial se encenderá un led de color azul y finalmente para que el adulto mayor verifique su constante conexión con el sistema de gestión permanecerá encendido un led de color verde, para verificar el estado de la batería del prototipo se les indica que cuando la batería esté a punto de terminarse se encenderá un led de color rojo, mientras la batería este recargada este led permanecerá apagado, cabe recalcar que se le indica al adulto mayor lo necesario para que pueda manipular el sistema prototipo.



Figura 3.23 Indicando la información que se receipta y se observa en el sistema de Gestión.

**Fuente:** Autor

En la Figura 3.23 se indica al adulto mayor la información que se receipta cuando se pulsa el botón de color rojo presente en el sistema prototipo, se les da a conocer las ventanas de lo que consta el sistema de gestión, la función de cada una de estas ventanas, así como también la diferente información que se puede observar, ingresar, eliminar o modificar en el sistema de gestión. En la Figura 3.24 se observa como una persona perteneciente a la Universidad del Adulto Mayor manipula el prototipo, se toman los datos personales de esta persona, así como también se le pide el nombre de algún familiar con el cual se pueda comunicar la persona encargada de gestionar la información en el sistema de gestión, los datos pedidos a cada uno de los adultos mayores se pueden observar en la Tabla 3.7.

Tabla 3.7 Datos personales tomados de cada adulto mayor.

Nombre	Cedula
Apellido	Nacionalidad
Código	Discapacidad
Teléfono	Tipo de Sangre
Latitud	Emergencia_Nombre
Longitud	Emergencia_Apellido
Dirección	Emergencia_Teléfono
Emergencia_Código	Emergencia_Relación

Los resultados obtenidos al momento de que esta persona empezó a utilizar el prototipo fueron varios, el primer resultado fue que esta persona tuvo temor de utilizarlo o dañarlo, luego después a pesar de que se les explico esta persona tuvo dificultad para diferenciar el tipo de emergencia que desea solicitar, y finalmente nos pidió que le expliquemos el led que se debe encender cuando la batería del prototipo estaba por acabarse, este adulto mayor manifiesta que hasta familiarizarse con el prototipo van a

tener los típicos problemas que tiene una persona al momento de adquirir un nuevo dispositivo y finalmente manifiesta que el dispositivo será de gran utilidad para su caso personal.



*Figura 3.24* Adulto Mayor manipulando el prototipo.

**Fuente:** Autor

En la Figura 3.25 se observa un grupo de adultos mayores con los cuales se realizaron las primeras pruebas del prototipo.



*Figura 3.25* Estudiantes de la Universidad del Adulto mayor.

**Fuente:** Autor

## CAPITULO 4

### 4.1 Conclusiones

En el presente trabajo de titulación se ha conseguido diseñar e implementar un sistema de botón de pánico móvil que permite el monitoreo y protección de las personas adultas mayores. Este sistema fue desarrollado con el propósito de acoplarlo a las necesidades del adulto mayor. Las personas adultas mayores pertenecen a un grupo de la sociedad que por lo general son muy vulnerables y que requieren por parte de su familia un cuidado muy especial tanto a nivel de su seguridad personal como a un monitoreo constante de su estado de salud.

En la actualidad en el Ecuador no se dispone de un dispositivo que permita el monitoreo por una entidad pública y que se adapte a las necesidades de las personas adultas mayores, existen otros tipos de dispositivos en el mercado, pero el inconveniente de estos es que no están diseñados de acuerdo a las necesidades, requerimientos del adulto mayor y que actualmente en el mercado tienen un precio muy elevado y que dificulta su adquisición por parte de los familiares o por el mismo adulto mayor.

El hardware y software empleado para el desarrollo de este sistema cumple con los requerimientos y características que se pretende obtener para la transmisión de información de eventos de emergencia y geolocalización en tiempo real y que este evento se transmita de forma automática. El hardware utilizado como protocolo de comunicación logro cumplir con el objetivo de comunicar el prototipo con el sistema de gestión.

Luego de las primeras pruebas realizadas y algunas fallas encontradas y resueltas, se ha realizado al prototipo varios cambios tanto estéticos como técnicos con el fin de tener un sistema de botón de pánico móvil fácil de manipular por parte del cliente. Después de realizar varias pruebas con el personal de la Universidad del Adulto mayor se puede concluir que el proyecto tiene acogida y aceptación por parte de los clientes, familiares y autoridades de la Universidad, es decir el proyecto cumple con todas las características iniciales para las que se había planteado.

### 4.2 Recomendaciones

Se recomienda considerar que para el correcto funcionamiento del sistema de Botón de Pánico Móvil se tenga en cuenta que los dispositivos GPS no toman señal en lugares cerrados como túneles para tráfico de vehículos, parqueaderos subterráneos, etc.

Se recomienda que cuando se presenten problemas de recepción de datos de geolocalización, se debe llevar el dispositivo a lugares abiertos y estar un determinado tiempo hasta cuando el dispositivo se acople hacia los satélites, luego de esto podemos regresar con el dispositivo al lugar inicial y no tendremos problemas de geolocalización.

Se recomienda al personal del sistema de gestión no dar a personas desconocidas las credenciales de usuario y contraseña necesarios para ingresar al sistema de gestión y así evitaremos que la red sea hackeada, indicar únicamente estas credenciales a personal autorizado.

Se recomienda que para extender la vida útil del dispositivo, la persona o familiares encargados del adulto mayor, esté atento al estado de carga de la batería, considerando que su funcionamiento es equivalente al uso de un teléfono móvil en cuanto a su batería.

Si bien el prototipo cumple satisfactoriamente los objetivos planteados en este proyecto, el pensar en producción a nivel industrial, se recomienda un desarrollo más robusto al sistema cliente para tener una mejor calidad del producto como puede ser un modem de mejor tecnología y un GPS con recepción de más satélites.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] “Informe rendición de cuentas planta central – ecu 911,” pp. 1–12, 2017.
- [2] H. Sancho Chilet, “Desarrollo De Un Sistema De Localización Y Aplicación Móvil Para Vehículos En Aparcamientos,” p. 106, 2016.
- [3] V. L. G. R. 1 Quizhpi Jiménez Manuel Antonio, Tigre Guncay Marcial Geovanny, “Prevalencia De Demencia En Pacientes Adultos Mayores Atendidos En El Área De Clínica Del Hospital Vicente Coral Moscoso. Cuenca – Ecuador 2012.,” pp. 1–79, 2013.
- [4] R. Sur, D. Regional, and D. E. L. Litoral, “censo2010 poblacion y vivienda una historia para ver y sentir,” 2010.
- [5] D. L. R. Rivera, “estadisticas-generales.pdf,” pp. 1–24, 2014.
- [6] S. L. Potosí, *Demencias Una Visión Panorámica*. 2014.
- [7] L. Rodriguez, “Demencia. Diagnóstico. Clasificación. Etapas.,” 2010.
- [8] S. 2009 Encuesta Salud, Bienestar y Envejecimiento, “Salud mental en el Ecuador,” pp. 1–2, 2009.
- [9] D. M. S. SOLANO, ““Calidad De Vida De Los Adultos Mayores De La Comunidad ‘El Rodeo’ Canton Oña Provincia Del Azuay Y La Intervencion Del Trabajador Social”,” p. 158, 2015.
- [10] “Dr. Luis Dávila Maldonado,” *Demencia*, pp. 1–15, 2016.
- [11] L. Laguna, “Trabajo de Fin de Grado Aplicación móvil segura para combatir la violencia de género,” 2016.
- [12] J. D. Jara, L. Caldas-Calle, E. Barbecho, J. Bravo-Torres, J. P. Bermeo, and P. Gallegos, “Development and design of the panic button system for community security in rural areas of Pucará-Ecuador,” *J. Adv. Res. Dyn. Control Syst.*, vol. 9, no. Special issue 11, pp. 1–5, 2017.
- [13] C. Tapia and H. Manzano, “Evaluación de la plataforma arduino e implementación de un sistema de control de posición horizontal,” p. 195, 2013.
- [14] T. F. I. N. D. E. Grado, “Plataforma dom ´ otica basada en Raspberry Pi y el protocolo MQTT,” pp. 38–42, 2017.
- [15] A. Uno and R. Front, “Arduino Uno,” pp. 1–4.
- [16] M. S. Deep, “Micro Slim-6mm Deep and Standard Axial Flow Fans - Low Voltage dc Micro Slim-6mm Deep and Standard Axial Flow Fans - Low Voltage dc,” pp. 1–6.
- [17] “Manual de uso de Baterías de polímero de litio.,” pp. 6–8.
- [18] D. Sheet, “NEO-6,” pp. 1–25.
- [19] S. \_Bravo José \_Raul, “ESPOCH - Inteligencia Artificial mediante el apoyo de un Software Educativo Previa a la Obtención del Título de Ingeniero en Sistemas Informáticos,” p. 127, 2009.
- [20] L. A. O. Del *et al.*, “Instituto Tecnológico Superior Particular ‘ San Gabriel ,”” 2017.
- [21] P. F. De Carrera, “Señales De Localización Gps / Gsm Oscar Gete-Alonso Roldán,” 2008.
- [22] C. U. Ipsec, “Escuela politécnica nacional,” pp. 1–181, 2006.
- [23] U. Autónoma, P. D. L. I. E. T. A. G. Morales, A. Ing, S. Luz, and H. Mendoza, “MONOGRAFÍA,” 2006.
- [24] C. J. Cáceres, G. S. Jorquera, and C. Z. Esquivel, “Redes Privadas Virtuales (

- VPN ),” 2014.
- [25] “Servidor de túneles para el establecimiento de redes privadas virtuales punto a punto mediante OpenVPN,” 2011.
- [26] I. A. All, “Introducción a Java y Eclipse,” pp. 1–86, 2012.
- [27] “Proyecto Fin de Carrera Desarrollo de Aplicaciones para la Plataforma Android. Un caso de estudio para el intercambio de libros.,” 2014.
- [28] M. Naiouf, F. Chichizola, L. De Giusti, E. Rucci, A. Pousa, and I. Rodríguez, “Tendencias en Arquitecturas y Algoritmos para Sistemas Paralelos y Distribuidos Resumen Contexto Introducción,” pp. 947–952, 2018.
- [29] T. Fin, D. E. C. Ingenier, C. N. Ica, E. N. Inform, D. E. Sistemas, and M. Ambr, “Aplicación web : sistema de gestión,” 2017.
- [30] P. F. De Carrera, “Memoria Final,” 2013.
- [31] C. Pol *et al.*, “Universidad de cuenca,” 2016.
- [32] “Escuela superior politécnica de chimborazo facultad de informática y electrónica basado en la web para la integración de la comunicación en tiempo real ” tesis de grado Previo a la obtención del Título de : Ingeniero en sistemas informáticos Presentado po,” 2014.
- [33] W. Fernando and R. Jacome, “Escuela politécnica nacional,” 2001.
- [34] K. Pad and C. C. Sink, “” 3G llego para quedarse.,” pp. 2–3, 2014.
- [35] O. Rtc *et al.*, “NEO-6 series,” pp. 6–7.
- [36] V. Energ and P. Elementos, “Tema I.”
- [37] B. Ager, W. Mühlbauer, G. Smaragdakis, and S. Uhlig, “Comparing DNS resolvers in the wild,” *Proc. 10th Annu. Conf. Internet Meas. - IMC '10*, p. 15, 2010.
- [38] Dirección General de Inversiones Públicas, “Guía Metodológica General para la Formulación y Evaluación de Programas y Proyectos de Inversión Pública,” *Rev. Ujat*, no. 15, p. 79, 2005.

## APENDICE A: Instalación del GPS en la Raspberry PI Zero W.

Lo primero que se debe hacer es la comunicación serial con la unidad de procesamiento, de modo que el pin Rx del módulo GPS debe conectarse al pin Tx de la unidad de procesamiento y el pin Tx del módulo GPS al pin Rx de la unidad de procesamiento y se procede a realizar los siguientes pasos:

- Configurar la siguiente información en archivo cmdline.txt ubicado en el fichero boot, en el cual se procede a eliminar el parámetro que se refiere al puerto de comunicación serial ttyAMA0 dejando de la siguiente manera:

```
dwc_otg.lpm_enable=0 console=tty1 root=/dev/mmcblk0p2 rootfstype=ext4
elevator=deadline rootwair
```

- Habilitar el puerto /dev/ttyS0 usando los siguientes comandos:

```
sudo systemctl stop, sudo systemctl disable
```

- Ingresar al fichero boot y configurar de la siguiente forma:

```
enable_uart=1
```

- Para actualizar las configuraciones reiniciaremos la unidad de procesamiento con el comando:

```
sudo reboot
```

Una vez realizado las anteriores configuraciones, se procede a instalar la librería GPS a la unidad de procesamiento, se realiza los siguientes pasos:

- Con acceso a internet en la Raspberry Pi Zero, se instala un software que permita almacenar los datos en serie que proporciona el módulo GPS a través de /dev/ttyAMA0, para ello utilizaremos un paquete llamado **gpsd** con los siguientes comandos:

```
sudo apt-get update
sudo apt-get install gpsd gpsd-clients python-gps
```

- Si se está utilizando el sistema operativo Raspbian Jessie o una versión posterior, tenemos que deshabilitar el servicio systemd que gpsd instala, el mismo que se trata de un socket local que ejecuta gpsd al momento que los clientes se conectan, pero también este puede interferir en otras instancias de gpsd que se ejecutan manualmente, para lo cual se deberá deshabilitar este servicio mediante la ejecución de los siguientes comandos:

```
sudo systemctl stop gpsd.socket
sudo systemctl disable gpsd.socket
```

- Se inicia el gps con el siguiente comando:

```
sudo gpsd /dev/ttyS0 -F /var/run/gpsd.sock
```

- Finalmente ejecutamos el programa para verificar si estamos receptando datos GPS en vivo, para esto se debe utilizar el siguiente comando:

```
cgps -s
```

## **APENDICE B: Instalación y Configuración del Modem ALCATEL**

### **ONETOUCH X500Y**

- Se necesita usar el dispositivo como modem USB, no como disco USB, por lo tanto, se usa usb modeswitch y se aplica el siguiente comando:

```
sudo apt-get install usb-modeswitch
```

- Se crea el siguiente archivo:

```
sudo vi /etc/udev/rules.d/41-usb_modeswitch.rules
```

y se agrega la siguiente línea:

```
ATTRS{idVendor}=="1bbb", ATTRS{idProduct}=="f000",  
RUN+="/usr/sbin/usb_modeswitch -v 1bbb -p f000 -P 0017 -M  
55534243123456788000000080000606f50402527000000000000000000000000"
```

- Se instala wvdial: **sudo apt-get install ppp usb-modeswitch wvdial**
- Se inicia el driver para el modem:

```
sudo modprobe usbserial vendor=0x1bbb product=0x0017
```

- Para automatizar se empleó las siguientes líneas de comandos:

```
SUBSYSTEM=="usb", SYSFS{idProduct}=="f000",  
SYSFS{idVendor}=="1bbb", RUN+="/usr/sbin/usb_modeswitch"  
SUBSYSTEM=="usb", SYSFS{idProduct}=="0000",  
SYSFS{idVendor}=="1bbb", RUN+="/sbin/modprobe usbserial  
vendor=0x1bbb product=0x0000"
```

- Para el funcionamiento adecuado, se tiene los siguientes datos en el archivo:

```
sudo nano/etc/wvdial.conf
```

```

GNU nano 2.2.6 File: /etc/wvdial.conf

[Dialer Defaults]
Init1 = ATZ
Init2 = ATQ0 V1 E1 S0=0 &C1 &D2 +FCLASS=0
Init3 = AT+CGDCONT=1,"IP","internet3gsp.alegro.net.ec"
Modem = /dev/ttyUSB4
Check Def Route = on
Phone = *99#
Username = ██████████
Password = ██████████
Modem Type = Analog Modem
Dial Command = ATDT
Stupid Mode = 1
Baud = 460800
New PPPD = yes
ISDN = 0
AutoDNS = off

```

*Figura B.1 Configuración wvdial.conf.*

**Fuente:** Autor

Se obtiene la red:

```

ppp0    Link encap:Point-to-Point Protocol
        inet addr:10.111.165.171 P-t-P:10.64.64.64 Mask:255.255.255.255
        UP POINTOPOINT RUNNING NOARP MULTICAST MTU:1500 Metric:1
        RX packets:12 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
        TX packets:13 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
        collisions:0 txqueuelen:3
        RX bytes:270 (270.0 B) TX bytes:381 (381.0 B)

```

*Figura B.2 IP asignada por el modem.*

**Fuente:** Autor

## APENDICE C: Instalación y Configuración de OPENVPN en el<sup>79</sup>

### Servidor

- Guardar la imagen de IPFire en nuestro caso la versión 2.21 en una MicroSD Card y prender la Raspberry pi para iniciar la instalación.

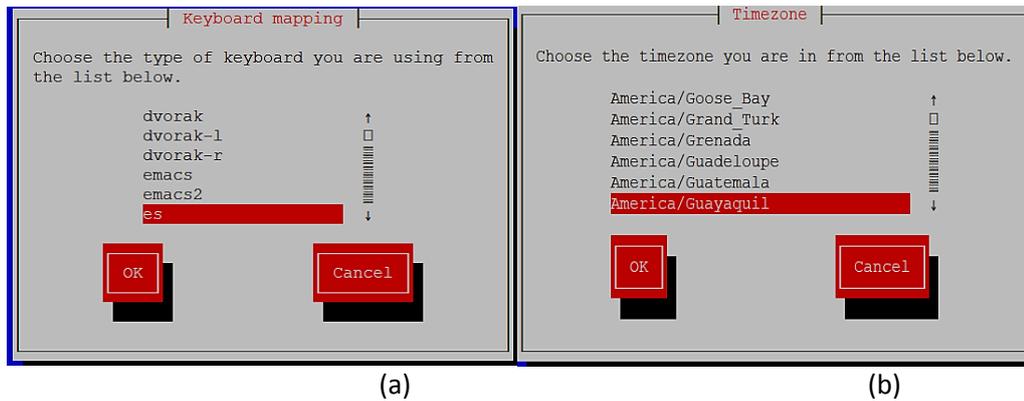


Figura C.1 Selección de (a) Tipo de Teclado (b) Zona Horaria.

Fuente: Autor

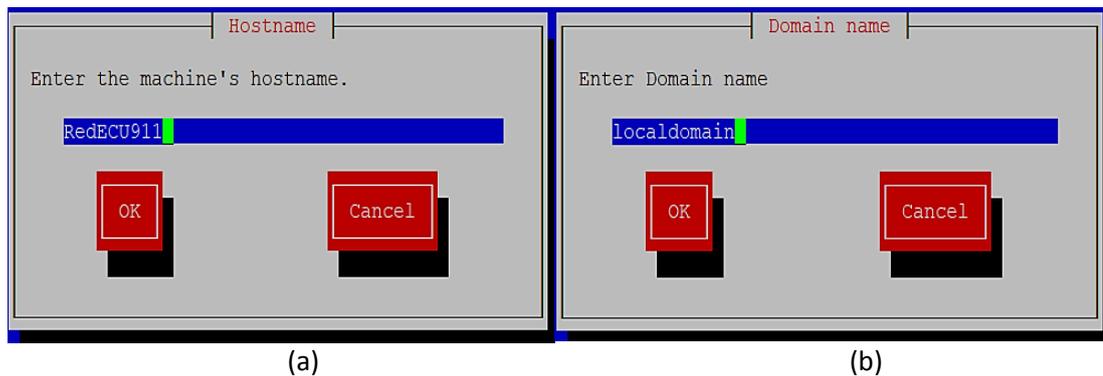


Figura C.2 Selección de (a) Nombre de la maquina (b) Nombre del Dominio.

Fuente: Autor

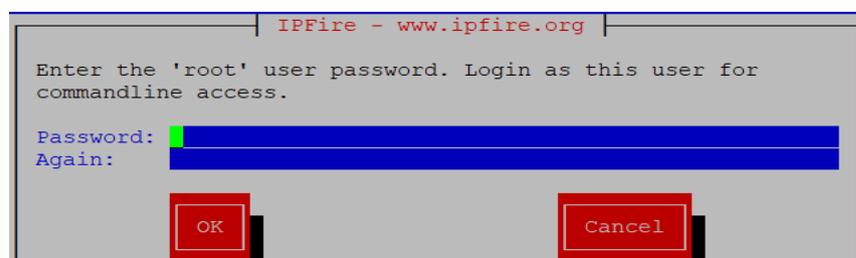


Figura C.3 Contraseña de root para iniciar la Raspberry Pi mediante Shell o SSH.

Fuente: Autor



Figura C.4 Contraseña de Admin para iniciar sesión en la interfaz web.

Fuente: Autor

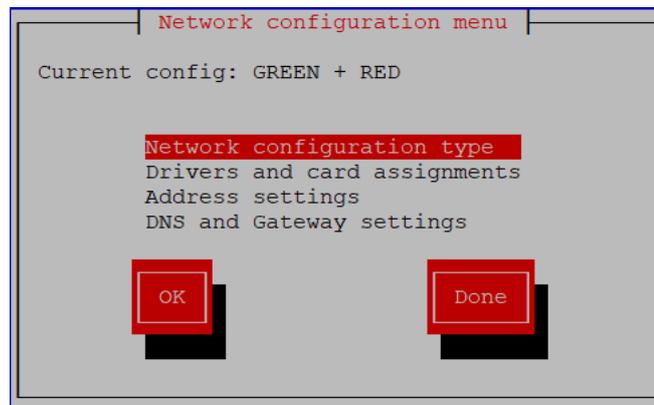


Figura C.5 Menú para la configuración de la red.

Fuente: Autor

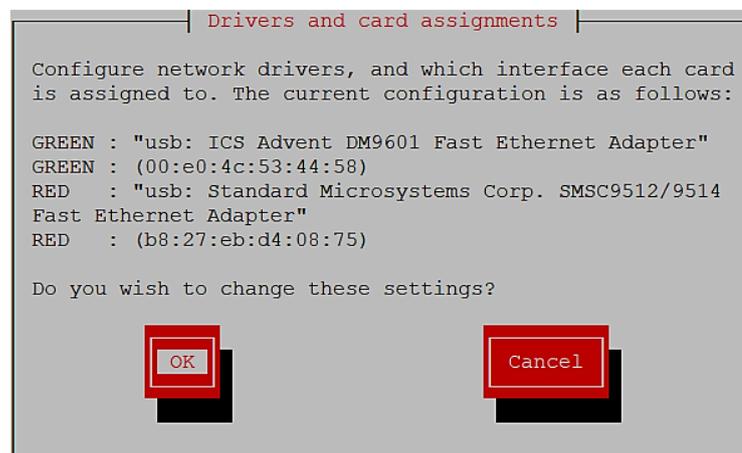


Figura C.6 Selección de las tarjetas de red de las interfaces GREEN (WAN interface) y RED (LAN interface).

Fuente: Autor

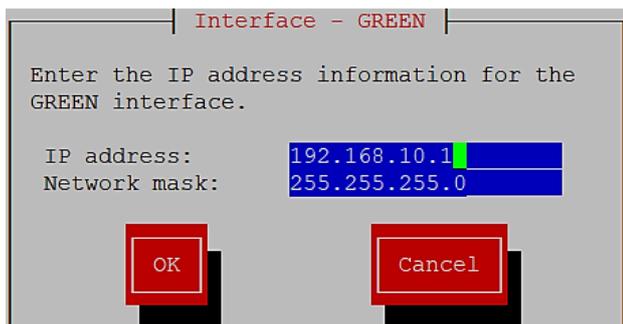


Figura C.7 Configuración de la IP para la interfaz GREEN

Fuente: Autor

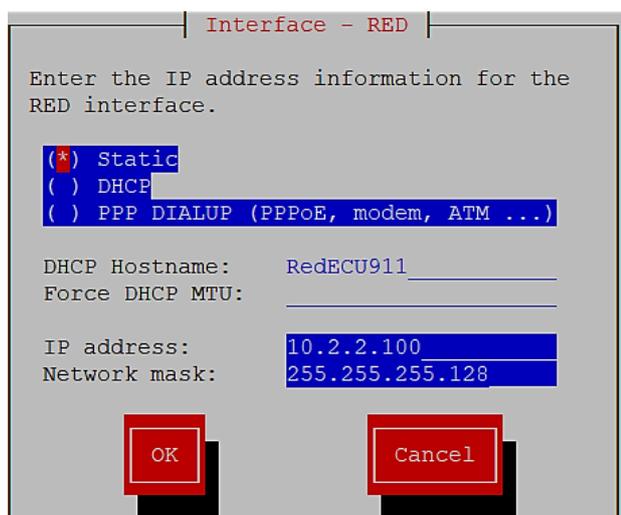


Figura C.8 Configuración de la IP para la interfaz RED.

Fuente: Autor

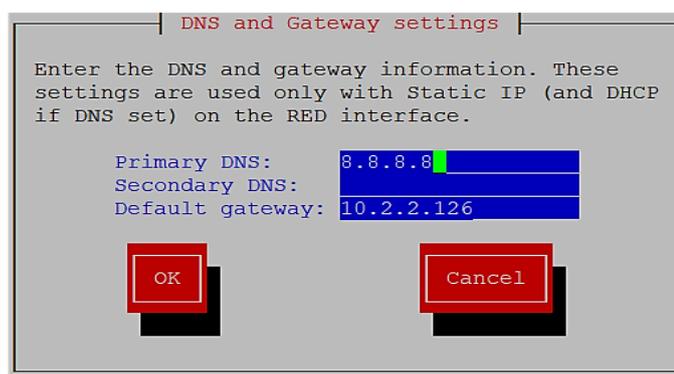


Figura C.9 Asignación del DNS y Puerta de enlace.

Fuente: Autor

Antes de finalizar saldrá la opción de habilitar el servidor DHCP, la cual no se habilita y se finaliza la instalación.

```

import gps
import time
import os

def main():

    try:
        session = gps.gps("localhost", "2947")
        session.stream(gps.WATCH_ENABLE | gps.WATCH_NEWSTYLE)
        x= 1

        while x == 1:
            report = session.next()
            if report['class'] == 'TPV':
                if hasattr(report, 'lat'):
                    lati=str(report.lat)
                    latistr=lati[0:8]
                else:
                    latistr=str("Cargando")

                if hasattr(report, 'lon'):
                    long= str(report.lon)
                    longstr=long[0:8]
                else:
                    longstr=str(".....GPS")

                coordenadasuno=(latistr+longstr)
                print(coordenadasuno)
                x= 0
                return(coordenadasuno)
                break

    except (KeyboardInterrupt, SystemExit):
        print "Done.\nExiting."

```

Figura D.1 Programa proGPSuno.py

Fuente: Autor

## APENDICE E: Programación para automatizar el modem con el<sup>83</sup>

### inicio del sistema

```
#bash

[Unit]
Bindsto=dev-ttyUSB4.device
After=dev-ttyUSB4.device
Description=Wvdial
Before=network.target
Wants=network.target

[Service]
type=oneshot
ExecStart=/usr/bin/wvdial

[Install]
WantedBy=multi-user.target
```

*Figura E.1* Archivo para el autoarranque del modem en el inicio del sistema

**Fuente:** Autor

## APENDICE F: Programación de la recepción y almacenamiento de<sup>84</sup>

### datos

- a) Se verifica el puerto por el cual se establece la comunicación, el código indicado en la Figura F.1 es el encargado de realizar esta etapa. [12]

```
public void run() {  
  
    int puerto=Integer.parseInt(JOptionPane.showInputDialog(null,"IntroduzcaPuerto:"));  
    try {  
  
        servidor = new ServerSocket(puerto,20);  
        //Ciclo infinito para nuevos clientes  
        while(true){  
            //Se agrega el socket para el cliente  
            Socket socketCliente = servidor.accept();  
            System.out.println("Cliente puerto:"+String.valueOf(socketCliente.getPort()));  
  
            //hilo que estará atendiendo al cliente y lo ponemos a escuchar  
            Runnable run = new HiloParaCliente(socketCliente, modelo, db, ventanaPrincipal);  
            Thread hilo = new Thread(run);  
            hilo.start();  
        }  
    }  
    catch (Exception e) {  
        e.printStackTrace();  
    }  
}
```

Figura F.1 Verificación del puerto por el cual se establece la conexión.

- b) Se obtiene la dirección IP y la MAC del prototipo para analizar si el cliente que está requiriendo conectarse a nuestro sistema de gestión pertenece a nuestra red, en la Figura F.2 se puede verificar este proceso. [12]

```
public void run() {  
  
    boolean cond =true;  
  
    try{  
        //canales de comunicacion y mandamos un mensaje de bienvenida  
        in = new DataInputStream(socket.getInputStream());  
        out = new DataOutputStream(socket.getOutputStream());  
  
        this.getMAC();  
    }  
}
```

Figura F.2 Obtención de la Dirección IP y la Mac.

**Fuente:** Autor

- c) Se analiza el tipo de mensaje que está enviando el prototipo, ya que puede ser de handShake, supervivencia y de emergencia, el código utilizado es realizado por [12] y a este código se le incrementa la variable “b” que representa las coordenadas GPS del sistema cliente, para este código se puede observar en la Figura F.3.

```

//Ciclo infinito para escuchar mensajes del usuario
while(cond){
    byte[] b=new byte[300];
    //Nueva línea
    int recibidoraw=in.read(b);
    String trama = bytetoString(b);
    String rec = String.valueOf(b[0])+String.valueOf(b[1])+String.valueOf(b[2]);
    System.out.println("RECIBIDO EN LA POSICION 0 ES>"+rec+"<FIN \n");
}

```

Figura F.3 Verificación del mensaje que está recibiendo.

Fuente: Auto

La estructura del código utilizado para mostrar un mensaje de handShake o de supervivencia se puede observar en la Figura F.4 y F.5 respectivamente.

```

case "":
    if(nuevaTrama.acct.equals("#12345A") && nuevaTrama.id.equals("NULL") ){
        evento=newEvento(idEvento,ipCliente,nuevaTrama.numCuenta,"HANDSHAKE", fecha,hora,tB);
        this.db.insertarDatoEvento(evento);
        //Cargar a tabla de trafico
        this.ingresarFila(evento);
        //Envio de NUMERO DE CUENTA
        String macRecibida = nuevaTrama.rcvr.substring(1,3)
            +":"+nuevaTrama.rcvr.substring(3,5)
            +":"+nuevaTrama.rcvr.substring(5,7)
            +":"+nuevaTrama.lpref.substring(1,3)
            +":"+nuevaTrama.lpref.substring(3,5)
            +":"+nuevaTrama.lpref.substring(5,7);
        macRecibida = macRecibida.toUpperCase();
        System.out.printf("MAC RECIBIDA>"+macRecibida+"<\n");
        ArrayList<Mac> lista = this.db.consultarMacs();
        String numCuenta="";
        for(int x=0;x<lista.size();x++) {
            if(lista.get(x).mac.equals(macRecibida)){
                numCuenta=lista.get(x).numeroCuenta;
            }
        }
        System.out.printf("NUMERO DE CUENTA CORRESPONDIENTE>"+numCuenta+"<\n");
        if(!numCuenta.equals("")){
            tramaRespuesta = nuevaTrama.armarHandShake(numCuenta);
            //Ingreso de nuevo cliente a la lista Estado Clientes
            this.ventanaPrincipal.agregarEstadoCliente(numCuenta);

            System.out.printf("COMPROBACION:"+String.valueOf(comprobacion)+"\n");
            System.out.printf("TRAMA RESPUESTA HAND SHAKE>"+tramaRespuesta+"<\n");
            out.writeBytes(tramaRespuesta)
        }
    }
}

```

Figura F.4 Código utilizado para mostrar un mensaje Hanshake.

Fuente: Autor

```

else if(!nuevaTrama.acct.equals("#12345A") && nuevaTrama.id.equals("NULL")){
evento=newEvento(idEvento,ipCliente,nuevaTrama.numCuenta,"SUPERVIVENCIA", fecha,hora,tB);
this.db.insertarDatoEvento(evento);
this.ingresarFila(evento);
tramaRespuesta = nuevaTrama.armarTrama("ACK");
int estadoAnterior = this.ventanaPrincipal.aumentarEstadoCliente(nuevaTrama.numCuenta);
int contador = estadoAnterior;
if(estadoAnterior>10000){
    estadoAnterior=-1;
}
if(estadoAnterior>10001){
    this.ventanaPrincipal.editarEstadoCliente(nuevaTrama.numCuenta, 0);
}
new ContadorTiempo(nuevaTrama.numCuenta,estadoAnterior,this.ventanaPrincipal);
System.out.printf("COMPROBACION:"+String.valueOf(comprobacion)+"\n");
System.out.printf("TRAMA RESPUESTA ACK>"+tramaRespuesta+"<\n");
out.writeBytes(tramaRespuesta);

```

Figura F.5 Código utilizado para mostrar un mensaje de Supervivencia.

Fuente: Autor

En el caso que el mensaje que se está receptando sea una emergencia, el código utilizado para indicar la estructura de este mensaje se lo indica en la Figura F.6 y F.7, cabe recalcar que en este tipo de mensaje se va a tener dos tipos de emergencias, para identificar el tipo de emergencia se utiliza un código, el mismo que para la policía se trata del código 113000129 y para el caso de alguna entidad de salud el código 110000129.

```

case "1100 00 129":
evento =new Evento(idEvento,ipCliente,nuevaTrama.numCuenta,"EMERGENCIA", fecha,hora,tB);
this.db.insertarDatoEvento(evento);
//Cargar a tabla de trafico
this.ingresarFila(evento);
//Envio de ACK
tramaRespuesta = nuevaTrama.armarTrama("ACK");
System.out.printf("COMPROBACION:"+String.valueOf(comprobacion)+"\n");
System.out.printf("TRAMA RESPUESTA ACK>"+tramaRespuesta+"<\n");
out.writeBytes(tramaRespuesta);
//Crear la emergencia
idIncidente = siguienteIdEmergencia();
nuCuenta = nuevaTrama.numCuenta;
descrip = "Gestion de salud publica";
fechaInicio= fech+ " "+hora;
estado = "EN ESPERA";
emerg = new Emergencia(idIncidente,nuCuenta,descrip,fechaInicio,"",estado);
this.db.insertarDatoEmergencia(emerg);
//Cuento 10 seg hasta que se desbloquee el cliente
//Mostrar Ventana Emergencias
VentanaEmergencia ventanaEmerg1; // coordenadas GPS
ventanaEmerg1 = new VentanaEmergencia(ubicacion); // coordenadas GPS
ventanaEmerg1.setDatos(this.db, idIncidente,nuCuenta, descrip);
System.out.println("Este si es el verdadero<<<<<< 2");
ventanaEmerg1.setVisible(true);
break;

```

Figura F.6 Código utilizado para mostrar un mensaje de Emergencia dirigido a la Cruz Roja.

Fuente: Autor

```

case "1130 00 129":
    evento=new Evento(idEvento,ipCliente,nuevaTrama.numCuenta,"EMERGENCIA",fecha,hora,tB);
    this.db.insertarDatoEvento(evento);
    //Cargar a tabla de trafico
    this.ingresarFila(evento);
    //Envio de ACK
    tramaRespuesta = nuevaTrama.armarTrama("ACK");
    System.out.printf("COMPROBACION:"+String.valueOf(comprobacion)+"\n");
    System.out.printf("TRAMA RESPUESTA ACK>"+tramaRespuesta+"<\n");
    out.writeBytes(tramaRespuesta);
    //Crear la emergencia
    idIncidente = siguienteIdEmergencia();
    nuCuenta = nuevaTrama.numCuenta;
    descrip = "Gestion de seguridad";
    fechaInicio= fech+ " "+hora;
    estado = "EN ESPERA";
    emerg = new Emergencia(idIncidente,nuCuenta,descrip,fechaInicio,"",estado);
    this.db.insertarDatoEmergencia(emerg);
    VentanaEmergencia ventanaEmerg3; // coordenadas GPS
    ventanaEmerg3 = new VentanaEmergencia(ubicacion); // agregado coordenadas parametro
    ventanaEmerg3.setDatos(this.db, idIncidente,nuCuenta, descrip);
    System.out.println("Este si es el verdadero<<<<<< 3");
    ventanaEmerg3.setVisible(true);
    break;

```

Figura F.7 Código utilizado para mostrar un mensaje de Emergencia dirigido a la Policía.

**Fuente:** Autor

Para que el sistema de gestión pueda interpretar correctamente las diferentes tramas que está enviando el prototipo, se descompone esta trama y se la vuelve a estructurar de una manera que el sistema de gestión lo pueda entender, al código realizado por [12] se le incrementa el código que permita receptor las coordenadas GPS del sistema cliente, cuyo código se le representa con la variable “b”, todo este proceso que se realiza se puede observar en la Figura F.8.

```

public boolean cargarTrama(String trama){
    try{
        this.trama = trama;
        System.out.println(trama+"\n");
        this.lf = trama.substring(0,5);
        this.cr = trama.substring(trama.length()-5,trama.length());
        trama = trama.substring(5,trama.length()-5);
        this.crc = trama.substring(0,4);
        trama = trama.substring(4,trama.length());
        this.olll = trama.substring(0,4);
        trama = trama.substring(4,trama.length());
        int[] posId = this.posicionesId(trama);
        this.id = trama.substring(posId[0]+1,posId[1]);
        trama = trama.substring(posId[1],trama.length());
        int posInicioRcvr = this.posicionRcvr(trama);
        this.seq = trama.substring(1,posInicioRcvr);
        trama = trama.substring(posInicioRcvr,trama.length());
        this.rcvr = trama.substring(0,7);
        this.lpref = trama.substring(7,14);
        trama = trama.substring(14,trama.length());
        int posInicioAcct = this.posicionAcct(trama);
        int posInicioDatos = trama.indexOf("[");
        int posFinDatos = trama.indexOf("]");
        this.acct = trama.substring(posInicioAcct,posInicioDatos);
        if(posInicioDatos+1!=posFinDatos){
            this.data = trama.substring(posInicioDatos+1,posFinDatos);
            int posInicioContactId = trama.indexOf("|");
            int posIniciob = trama.indexOf("||");
            this.numCuenta = trama.substring(posInicioDatos+2,posInicioContactId);
            this.contactId = trama.substring(posInicioContactId+1,posIniciob);
            this.d = trama.substring(posIniciob+2,posFinDatos);
        }
    }
}

```

*Figura F.8* Código utilizado para descomponer la trama receptada.

**Fuente:** Autor

Para el almacenamiento de datos se utiliza la base de datos MySQL, para lo cual tenemos que establecer una conexión entre el software Eclipse y el software MySQL, el código utilizado para este proceso es el indicado en la Figura F.9. [12]

```

//FUNCION PARA INICIAR LA CONEXION
public void MySQLConexion(String usuario,String contraseña,String baseDatos) throws
Exception{
    try {
        Class.forName("com.mysql.jdbc.Driver");

Conexion=(Connection)DriverManager.getConnection("jdbc:mysql://localhost:3306/"+baseDatos
,usuario,contrasena);
    } catch (ClassNotFoundException ex) {
        Logger.getLogger(MySQL.class.getName()).log(Level.SEVERE, null, ex);
        System.out.println(ex);
        JOptionPane.showMessageDialog(null, "No se encuentra el servidor MYSQL");
        System.exit(0);
    } catch (SQLException ex) {
        Logger.getLogger(MySQL.class.getName()).log(Level.SEVERE, null, ex);
        JOptionPane.showMessageDialog(null, "Usuario/Cotraseña incorrectos");
        System.out.println(ex);
        System.exit(0);
    }
}

//FUNCION PARA FINALIZAR LA CONEXION
public void cerrarConexion() {
    try {
        Conexion.close();
    } catch (SQLException ex) {
        Logger.getLogger(MySQL.class.getName()).log(Level.SEVERE, null, ex);
        System.out.println(ex);
    }
}

```

Figura F.9 Código utilizado para establecer conexión entre Eclipse y MySQL.

Lo importante para establecer este tipo de conexión es que tenemos que verificar que el usuario y la contraseña sea la misma tanto en Eclipse como en MySQL, ahora cada que variemos algún dato en Eclipse se ira también actualizando los datos en MySQL.

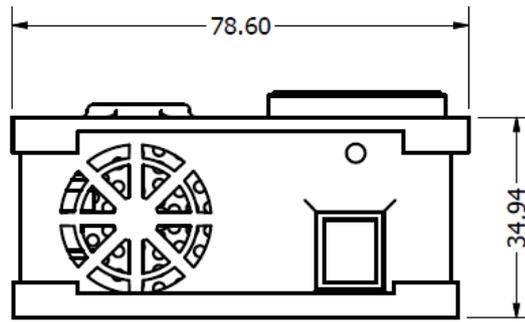


Figura E.1 Vista Frontal de la carcasa.

Fuente: Autor

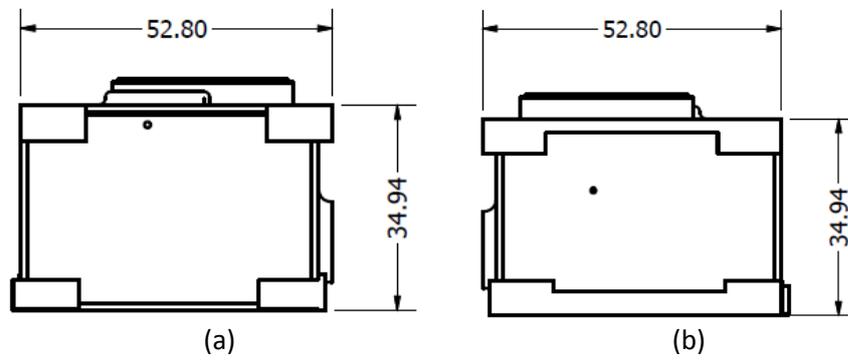


Figura E.2 Vista de la carcasa (a) Lateral Izquierda (b) Lateral Derecha.

Fuente: Autor

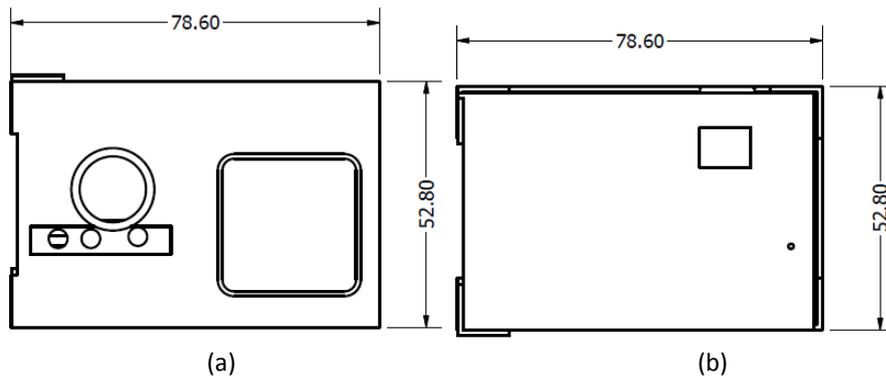


Figura E.3 Vista de la carcasa (a) Superior (b) Inferior.

Fuente: Autor

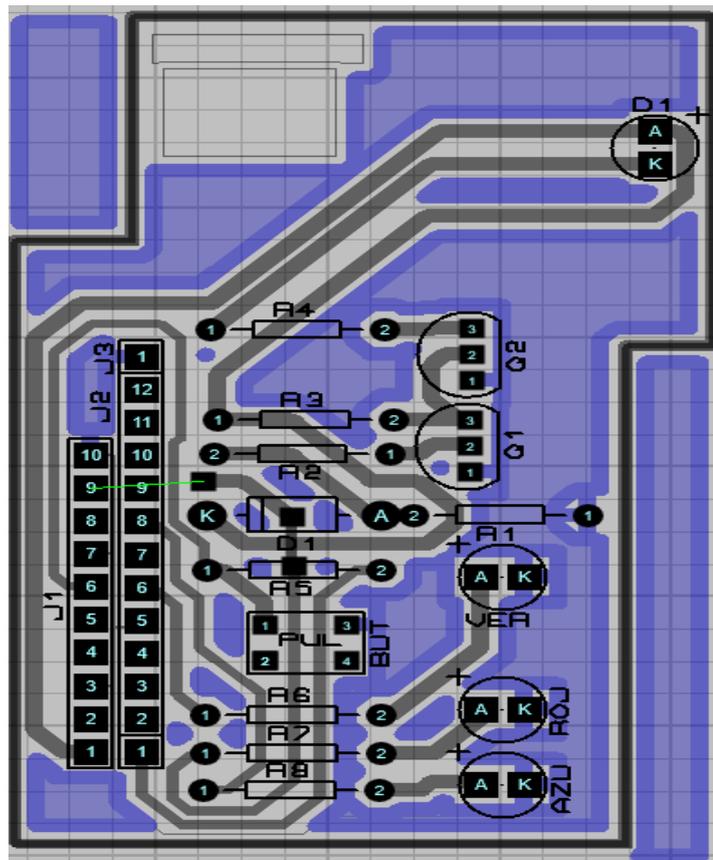


Figura F.1 Diseño de la Placa.

Fuente: Autor

**DISEÑO DE UN BOTÓN DE PÁNICO MÓVIL PARA ADULTOS MAYORES  
PARA EL MONITOREO A TRAVÉS DEL SISTEMA DEL ECU 911**

**Nombre:**

**Edad:**

**Cédula:**

- 1. ¿Siente que los adultos mayores en los últimos tiempos están algo olvidados por entidades públicas de la salud y de la seguridad y la tecnología que ellos manejan?**
  - Si
  - No
  - Un poco
  
- 2. ¿Le gustaría que en caso de alguna emergencia en su vida cotidiana se le pueda ubicar inmediatamente?**
  - Si
  - No
  - Tal vez
  
- 3. ¿Conoce algún dispositivo, que brinde ayuda de auxilio por parte de una institución pública a los adultos mayores?**
  - Si
  - No
  
- 4. ¿Con que frecuencia sale de su casa sin ningún acompañante?**
  - Siempre
  - Frecuentemente
  - Casi nunca
  - Nunca
  
- 5. ¿Qué tan complicado piensa que es manipular el dispositivo “Botón de pánico”?**
  - Muy fácil
  - Fácil
  - Difícil
  - Muy difícil
  
- 6. ¿Qué tan complicado piensa que es llevar el dispositivo con usted?**
  - Muy fácil
  - Fácil
  - Difícil
  - Muy difícil

7. **¿Siente que el uso de este dispositivo le brinda una mayor seguridad?** 93

- Si
- No
- Tal vez

8. **¿Le gustaría adquirir este dispositivo?**

- Si
- No
- Tal vez

9. **¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por este dispositivo?**

- \$ 60
- \$ 70
- Más de \$ 100

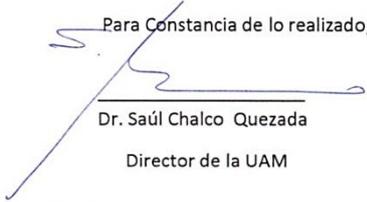
**Realizadas en la Universidad del Adulto Mayor**

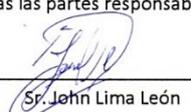
**ACTA DE CONFIRMACION DE PRUEBAS TECNICAS  
REALIZADAS EN LA UNIVERSIDAD DEL ADULTO  
MAYOR**

En la Ciudad de Cuenca a los 5 días del mes de febrero del 2019, se realizan las diferentes pruebas del proyecto de TESIS "DISEÑO DE UN BOTÓN DE PÁNICO MÓVIL PARA ADULTOS MAYORES PARA EL MONITOREO A TRAVÉS DEL SISTEMA DEL ECU 911", realizado por los estudiantes Sr. John Armando Lima León y Sr. Cristian Patricio Valdez Bermejo, estudiantes de Ingeniería Electrónica de la Universidad Politécnica Salesiana – Sede Cuenca.  
Las pruebas realizadas se detallan en el siguiente cuadro.

PRUEBA REALIZADA	PRUEBA EXITOSA
Funcionamiento correcto del dispositivo móvil, enviando las tramas de emergencia en formato Contac-ID al sistema de gestión instalado.	SI
En el sistema de gestión se verificó la recepción del tipo de emergencia, pudiendo ser de gestión de salud pública o de seguridad; así también como las coordenadas geográficas de la ubicación del dispositivo móvil.	SI
Se verificó el funcionamiento correcto de las distintas ventanas que contiene el sistema de gestión que hace posible un ambiente amigable para el operador.	SI
Se realizó las pruebas con el dispositivo móvil con algunos estudiantes de la Universidad del Adulto Mayor, donde el adulto mayor logró familiarizarse con el mismo y comprender el funcionamiento y sus beneficios.	SI

Para Constancia de lo realizado, firmas las partes responsables:

  
Dr. Saúl Chalco Quezada  
Director de la UAM

  
Sr. John Lima León  
Estudiante UPS  
CI. 0105875728

  
Sr. Cristian Valdez Bermejo  
Estudiante UPS  
CI. 0302012455

