



**UNIVERSIDAD DEL AZUAY**  
**FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE  
ALERTA DE EMERGENCIA CON UBICACIÓN GPS**

**Trabajo de graduación previo a la obtención del título de:**

**INGENIERO ELECTRÓNICO**

**Autores:**

**SANTIAGO FELIPE AÑAZCO WILCHES**  
**MATEO SEBASTIÁN SÁNCHEZ MERCHÁN**

**Director:**

**DANIEL ESTEBAN ITURRALDE PIEDRA**

**CUENCA-ECUADOR**

**2023**

## I. DEDICATORIA

A mis padres, Fanny y Leonardo, por ser los forjadores de una persona con carácter, por enseñarme a no rendirme, por permitirme aprender de ellos, por mostrarme el camino del bien y por nunca dejarme caer.

A mis hermanos, Esteban y Christian, por brindarme su apoyo durante todo este trayecto, por brindarme su hombro cuando lo necesitaba, por las peleas, las risas y por las enseñanzas que me han transmitido. Por todo el esfuerzo que ambos han hecho para que yo esté en este lugar.

Por último, pero no menos importante, gracias a Dios por concederme a la mejor de las familias, quienes siempre han creído en mí, han sido ejemplo de superación, humildad y sacrificio.

Mateo Sebastián Sánchez Merchán.

## II. INDICE DE CONTENIDOS

I. Dedicatoria .....	i
II. Indice de Contenidos.....	ii
III. Indice de Figuras.....	iii
IV. Resumen: .....	iv
V. Abstract: .....	iv
I. Introducción .....	1
II. Descripción del sistema .....	2
A. Mochila de emergencia .....	2
B. Aplicación Móvil.....	3
C. Centro de control.....	3
III. Resultados.....	4
IV. Conclusiones.....	5
V. Referencias.....	5

### III. INDICE DE FIGURAS

<i>Fig. 1 Esquema del funcionamiento del sistema .....</i>	<i>2</i>
<i>Fig. 2 Esquema de conexión de la mochila de emergencia.....</i>	<i>2</i>
<i>Fig. 3 Diagrama de flujo del código en el microcontrolador .....</i>	<i>3</i>
<i>Fig. 4 Diagrama de flujo de la aplicación móvil .....</i>	<i>3</i>
<i>Fig. 5 Base de datos realizada en Firebase .....</i>	<i>4</i>
<i>Fig. 6 Diagrama de flujo de aplicación de escritorio .....</i>	<i>4</i>
<i>Fig. 7 Envío de información entre tarjeta microcontrolada y aplicación móvil .....</i>	<i>4</i>
<i>Fig. 8 Envío de mensajes hacia un número fijo mediante la aplicación móvil .....</i>	<i>4</i>
<i>Fig. 9 Datos registrados de la aplicación en Firebase .....</i>	<i>5</i>
<i>Fig. 10 Usuarios registrados en Firebase, mostrados en la aplicación de escritorio .....</i>	<i>5</i>

#### IV. RESUMEN:

El presente trabajo de investigación nace como respuesta al aumento de situaciones de emergencia que se evidencian diariamente. En los sistemas de emergencia de cada país existe un retraso en la información que se brinda sobre los incidentes suscitados, en estos casos, el tiempo es lo más crítico, más aún cuando el índice de criminalidad es alto. Para esto, se propone una mochila de emergencia, la cual consiste en un contacto magnético, que es el encargado de enviar una señal mediante comunicación Bluetooth hacia el dispositivo móvil del usuario, este receptorá la ubicación de la persona mediante el módulo GPS que viene incorporado y envía los datos correspondientes hacia el contacto de emergencia mediante SMS, además, los datos se almacenarán en un centro de control, en donde se podrá visualizar la cantidad de usuarios, las señales de emergencia emitidas y la fecha en la que se dieron las mismas.

**Palabras clave:** :Sistema de Emergencia, Bluetooth, GPS, Mochila., SMS

#### V. ABSTRACT:

This research work was born in response to the increase in emergencies that are evidenced daily. In the emergency systems of each country there is a delay in the information provided on the incidents that occurred, in these cases, time is the most critical, even more so when the crime rate is high. For this, an emergency backpack is proposed, which consists of a magnetic contact that is responsible for sending a signal through Bluetooth communication to the user's mobile device, this will receive the location of the person through the GPS module that is incorporated and sends the corresponding data to the emergency contact by SMS. In addition, the data will be stored in a control center, where it will be possible to view the number of users, the emergency signals issued and the date on which they occurred.

**Keywords:**:Emergency system, Backpack., Bluetooth, GPS, SMS



Este certificado se encuentra en el repositorio digital de la Universidad del Azuay, para verificar su autenticidad escanee el código QR

Este certificado consta de: 1 página

# Diseño e implementación de un sistema de alerta de emergencia con ubicación GPS

Santiago Felipe Añazco Wilches  
*Ingeniería Electrónica*  
*Universidad del Azuay*  
Cuenca, Ecuador  
santo.wilches14@es.uazuay.edu.ec

Mateo Sebastián Sánchez Merchán  
*Ingeniería Electrónica*  
*Universidad del Azuay*  
Cuenca, Ecuador  
mateo.san@es.uazuay.edu.ec

**Resumen**— El presente trabajo de investigación nace como respuesta al aumento de situaciones de emergencia que se evidencian diariamente. En los sistemas de emergencia de cada país existe un retraso en la información que se brinda sobre los incidentes suscitados, en estos casos, el tiempo es lo más crítico, más aún cuando el índice de criminalidad es alto. Para esto, se propone una mochila de emergencia, la cual consiste en un contacto magnético, que es el encargado de enviar una señal mediante comunicación Bluetooth hacia el dispositivo móvil del usuario, este receptorá la ubicación de la persona mediante el módulo GPS que viene incorporado y envía los datos correspondientes hacia el contacto de emergencia mediante SMS, además, los datos se almacenarán en un centro de control, en donde se podrá visualizar la cantidad de usuarios, las señales de emergencia emitidas y la fecha en la que se dieron las mismas.

**Palabras clave**— Sistema de emergencia, Bluetooth, GPS, SMS, Mochila.

## I. INTRODUCCIÓN

Día a día se presencian robos, asesinatos, choques y violencia en las calles, sobre todo en Latinoamérica. En los sistemas de emergencia de cada país, existe una demora de información hacia los diferentes organismos sobre los incidentes suscitados, pueden estar en juego muchas vidas y el tiempo es lo más crítico, así es como se puede perder una vida en segundos y más aún cuando existe un índice de criminalidad alto.

Según [1], el índice de criminalidad ha aumentado en Latinoamérica, siendo Venezuela el país con mayor índice de criminalidad con un 83.15 en lo que va del año 2022. En Ecuador, los altos índices de violencia que han dado paso a una ola de inseguridad, han hecho que, en la última década, se alcance un récord histórico para el país, llegando este a 15.48 muertes violentas por cada 100.000 habitantes, en donde Esmeraldas es la provincia con mayor índice de asesinatos [2]. Según los datos de la policía nacional, en el año 2022, los homicidios intencionales en el país se han duplicado a comparación del año anterior. Comparando entre 2021 y 2022, específicamente en el periodo entre el 1 de enero y el 10 de agosto, los homicidios intencionales del presente año, doblan en cantidad del año pasado, siendo 1156 en 2021, recalando que los estados de excepción se han declarado para frenar todo este tipo de delincuencia; como dato específico en 2022 en el periodo antes mencionado, hubo 2509 homicidios intencionales [3]. Según datos del Ministerio de Gobierno del país, en Cuenca, hasta el mes de mayo, se ha visto un incremento de robos a personas y en domicilios; mientras que la tasa de homicidios intencionales, en el mismo periodo de tiempo se ha visto reducido [4].

Al establecer la problemática, es necesario encontrar trabajos previos que tengan relación con el tema planteado, existen varios artículos que hablan sobre la necesidad y el uso de un sistema de alerta, cada uno con distintas finalidades. En [5] se presenta un sistema de protección para las mujeres, esto debido a que, según datos de la OMS, un 35% de mujeres ha enfrentado alguna vez algún tipo de abuso y violencia física, y el número de víctimas sigue en aumento. El sistema propuesto consiste en obtener datos en tiempo real de la persona que utiliza la banda inteligente, en la cual estará implementado un botón de auxilio el cual envía información detallada a un número ya definido. El objetivo que se plantea dentro de este sistema es el de ayudar a reducir el crimen contra de las mujeres.

Un sistema implementado como una alerta es lo que se propone en [6], el cual consiste en la utilización de una tarjeta Raspberry Pi3, la cual enviará una alerta mediante un buzzer, para que las personas cercanas a la víctima puedan saber que el usuario está pasando por una emergencia. El trabajo implementado consta de un Sistema de Posicionamiento Global (GPS), el cual es el encargado de recibir las coordenadas de donde se está presenciando la emergencia; contiene también un módulo de Sistema Global de Comunicaciones (GSM), el cual enviará un Servicio de Mensaje Corto (SMS). Este prototipo también incluye una cámara web, para grabar todo lo que el usuario ve. Esta cámara está vinculada a la tarjeta Raspberry Pi3, la cual envía una alerta con las imágenes a un correo electrónico. Todo esto sucede al momento de pulsar el botón de pánico que se implementó en el sistema.

SaveMe [7] es una aplicación que se conecta vía Bluetooth a un dispositivo que actúa como un botón de emergencia. Si se presiona el botón conectado vía Bluetooth, se envía un mensaje a un contacto de emergencia; en esta aplicación también se implementa un botón para cancelar la solicitud, en caso de que el primer botón se haya presionado de manera errónea. Se detalla la facilidad de uso del sistema mediante la explicación del hardware en conjunto con la aplicación diseñada. El principal enfoque de los autores es elevar la seguridad de la sociedad en la que la tecnología va tomando un rol importante.

El sistema de seguridad infantil presentado en [8] nace por la necesidad de cuidar a los niños debido al incremento exponencial del crimen contra los niños, se centra en el transcurso de los niños de sus viviendas a la escuela, es decir, en el tránsito. Este sistema de seguimiento se presenta con un microcontrolador 8051 el cual tiene GPS y GSM. Cuenta también con un botón de pánico y una etiqueta con su respectivo lector RFID. El autobús que transporta a los niños

cuenta con un lector RFID junto con el microcontrolador. Como último punto se desarrolla una aplicación Android para el monitoreo de la ubicación de los niños por los padres.

El sistema de alerta y seguimiento de urgencia de [9] busca proporcionar ayuda de manera eficiente, las aplicaciones ya realizadas como alarma de pánico o alerta de peligro requieren que el usuario tome medidas para mantenerse a salvo. Este sistema de alerta usa GPS el cual obtendrá la ubicación del usuario en Google Maps. Este envía un mensaje de voz y una plantilla de mensaje a los contactos ya elegidos y a los números de emergencia.

En [10], se propone un dispositivo wearable para seguridad infantil llamado “Smart Child Safety”, el propósito de este trabajo de investigación es enviar un SMS a su padre o tutor, no necesita de operación manual, es mediante tecnología GSM, Arduino UNO, sensores y botón de pánico usando IoT. El sensor Heart beat realiza el seguimiento a los niños y envía el mensaje de alerta mediante GSM ya mencionado para guardar contactos.

En [11], se propone un sistema de seguridad y alarma versátil para empresas o particulares que necesiten seguridad económica, pero de confianza. Este dispositivo se puede colocar al fácil alcance de la persona, y consta de un microcontrolador, tecnología GSM, y el envío de un mensaje de emergencia con ubicación GPS. El microcontrolador es un ATmega16 de 8 bits, módulo GSM SIM900A y 2 aplicaciones de Android para interfaz de usuario con el hardware. Al pulsar el botón de pánico se envía un mensaje junto con la ubicación mediante GPS, funciona mientras exista conectividad de red móvil.

La Chaqueta de mujer basada en IoT que se propone en [12], se centra en la inseguridad de las mujeres que sufren día a día en las calles, trabajos, buses. Consta de varios módulos como GSM SIM900A, una placa Arduino ATmega328, GPS GY- GPS6MV2, alarma APR9600, un conjunto de sensores para la activación y una fuente de alimentación.

El presente trabajo nace como una ayuda a la situación social que se está viviendo en el país, el aumento de muertes violentas, el sentimiento de inseguridad, las diversas noticias que circulan por medio de internet y el lento accionar por parte de la policía, son parte de la tensión social que se está viviendo en nuestro país en los últimos meses. Se busca minimizar el tiempo en el que se envía información sobre un accidente, el envío de un mensaje de ayuda con ubicación mediante GPS reduce el tiempo de una llamada que dura minutos en tan solo segundos, se pueden salvar muchas vidas o dar con personas que han infringido la ley, facilitando trabajos de “call center” del ECU911 y el de los miembros de la policía nacional, haciendo más eficaz y rápida la información que se le brinda a los miembros de la seguridad del país.

En la sección II se presenta la descripción del sistema y la metodología utilizada. La sección III muestra los resultados encontrados y por último en la sección IV se detallan las conclusiones

## II. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

En la Fig. 1, se muestra el diagrama del sistema implementado, el mismo que está dividido en tres secciones. La primera sección corresponde al hardware del sistema de emergencia que está incorporado en una mochila común, el

mismo consiste en un switch desarrollado mediante un contacto magnético, el cual enviará una señal mediante comunicación bluetooth hacia el dispositivo móvil al ser separado de su imán. La segunda sección del sistema, es el desarrollo de una aplicación, la cual es necesaria para que el móvil pueda recibir la señal del dispositivo de emergencia, en esta sección se utiliza el módulo GPS que viene incorporado en el teléfono con el fin de obtener la ubicación y enviar los datos correspondientes mediante la red de comunicación móvil hacia el contacto de emergencia y hacia un centro de control, donde los datos se almacenan para la visualización de información del usuario y las emergencias suscitadas con su respectiva ubicación.

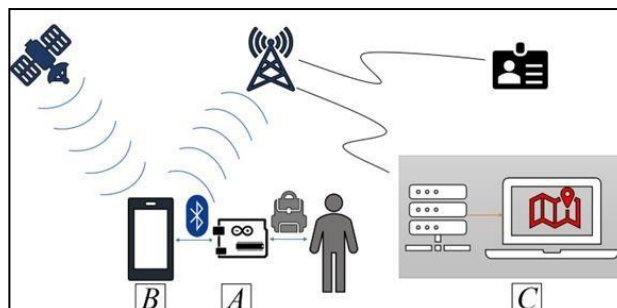


Fig. 1 Esquema del funcionamiento del sistema

### A. Mochila de emergencia

El circuito implementado que se muestra en la Fig. 2 consta de un microcontrolador al cual está conectado un contacto magnético que fue implementado en una clavija que puede ser encontrada en una mochila común, un buzzer para generar un sonido de emergencia sonora, el módulo de comunicación bluetooth que enviará los datos hacia el dispositivo móvil y una batería para la respectiva alimentación.

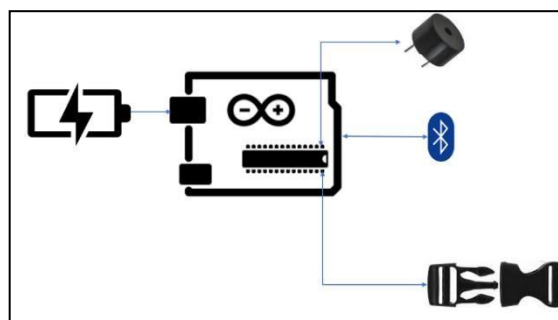


Fig. 2 Esquema de conexión de la mochila de emergencia

Dentro de este mismo apartado, se realizó la programación del microcontrolador. Se utilizó una interrupción, con la finalidad de enviar un solo dígito a la aplicación, el cual al ser leído envía la señal de emergencia. Como se puede observar en la Fig. 3, el estado inicial del contacto es 1, y al no obtener cambios en su estado, no se realiza ninguna acción. Por el contrario, al momento de detectar el pulso, el valor cambia y se da paso al envío de datos hacia la aplicación realizada.

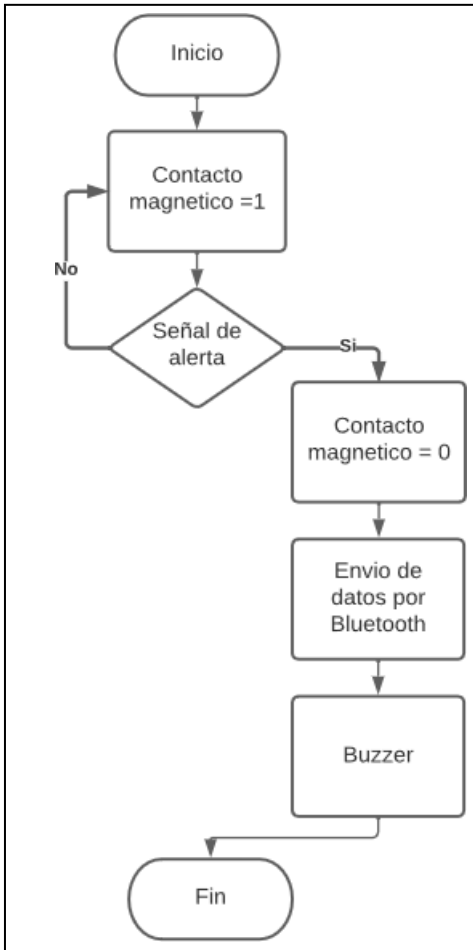


Fig. 3 Diagrama de flujo del código en el microcontrolador

### B. Aplicación Móvil

Se necesita emplear una aplicación encargada de controlar la ubicación y el envío del mensaje, para el diseño de la aplicación, se utilizó el software “MIT APP INVENTOR 2”, la misma que es una herramienta de desarrollo, cuyo lenguaje de programación está basado en bloques. Esta aplicación tiene la finalidad de facilitar la creación de aplicaciones móviles en dispositivos móviles que cuenten con sistema operativo Android.

Se tomaron en cuenta dos factores importantes para el diseño de la aplicación, uno de ellos es la seguridad, para que el usuario tenga confianza del software, es necesario tener una ventana necesaria para el registro de los datos del portador de la aplicación. Otro factor que se tomó en cuenta es la facilidad de uso, para que personas de todas las edades, que puedan acceder a un dispositivo móvil, puedan utilizarla sin mayor inconveniente.

El diseño de la aplicación consiste en una ventana que sirve para el ingreso de los datos del usuario. Una vez llenado el formulario de ingreso y dentro de la misma ventana se coloca el contacto de emergencia. Finalizado este proceso, se dirige a la pantalla principal de la aplicación, en donde se encuentra un mapa y un indicador de longitud y latitud, información que es brindada por el módulo GPS del celular. En esta ventana también se encuentra un botón que sirve para el envío del mensaje, para en caso de ser necesario, se pueda mandar el mensaje por medio de la aplicación. En esta

pantalla también se tiene una lista con los dispositivos Bluetooth disponibles, en la cual, el usuario tendrá que seleccionar el dispositivo Bluetooth correspondiente a la mochila de emergencia.

Como se ve en el diagrama de flujo de la Fig. 4, el principio de funcionamiento de la aplicación consiste en unarecepción continua de la posición del usuario mediante GPS, una vez dada la señal, se da la lectura del sensor de ubicación, se procede al envío de mensaje con la ubicación hacia el contacto que se eligió, esto se realiza mediante la comunicación con la torre de transmisión y recepción de datos de la operadora a la que el usuario sea cliente. Posteriormente, el buzzer brinda una advertencia sonora hacia las personas que se encuentran alrededor y, finalmente, la información se guarda dentro de la base de datos implementada.

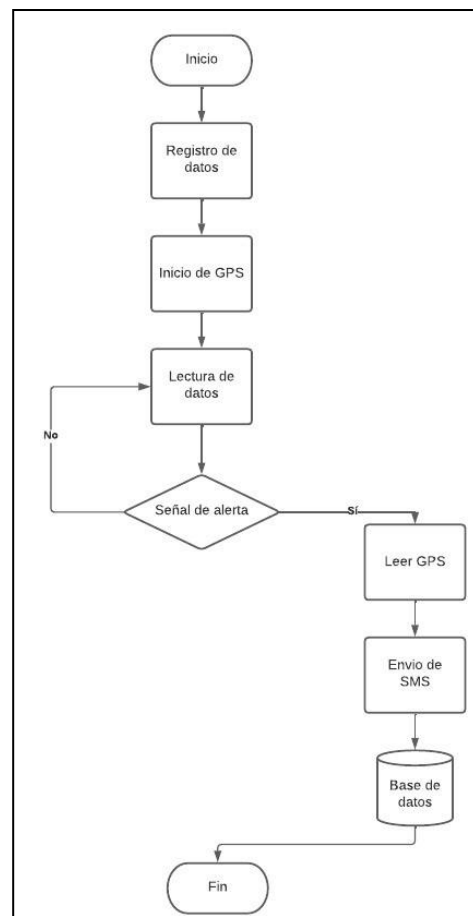


Fig. 4 Diagrama de flujo de la aplicación móvil

### C. Centro de control

Para la implementación del centro de control, se utilizó el sitio web Firebase, la misma que proporciona una base de datos en tiempo real. Esta plataforma que tiene como propósito facilitar el desarrollo de aplicaciones web y de escritorio, posee el modo “Realtime Database”, donde cada registro será recibido en tiempo real y monitoreado. Cada usuario debe tener un ID único para identificarlo, en este caso se ha seleccionado la cedula de identidad, que es un documento único. El registro consta de una base llamada “REGISTROS” donde se pide nombre, apellido, cédula y correo, como se muestra en la Fig. 5.





Fig. 5 Base de datos realizada en Firebase

Al obtener la base de datos, fue necesario realizar una aplicación de escritorio, la misma que consiste de cuatro ventanas, la primera consistirá en un inicio de sesión, por cuestión de seguridad. La segunda ventana indica todos los usuarios, su nombre, apellido, número de cédula, correo electrónico, nombre y número de contacto de la persona de confianza. En esta ventana, al dar doble Click en cualquiera de estos datos, se dirige a la tercera ventana, la misma que contiene la cantidad de alertas emitidas por el usuario. En esta ventana se obtienen cuatro datos, la dirección URL de la posición en donde se dio la emergencia, su latitud y longitud; adicionalmente, se tiene una casilla, en donde se muestra el día y hora en la que se registró la emergencia. Por último, al seleccionar dos veces cualquiera de estos datos, se abrirá una última ventana, en la cual se muestra el mapa de la persona y el lugar en donde se dio la señal de alerta. En la Fig. 6, se muestra el funcionamiento de la aplicación mediante diagrama de flujo.

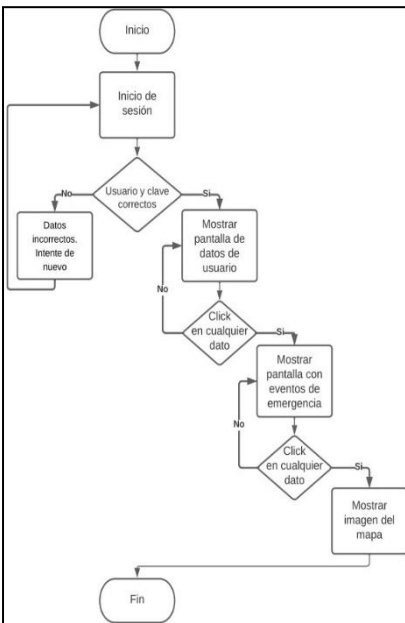


Fig. 6 Diagrama de flujo de aplicación de escritorio

### III. RESULTADOS

Una vez terminada la metodología, se procedió a realizar las pruebas y obtener los distintos resultados del sistema. La primera prueba que se desarrolló fue comprobar el funcionamiento del microcontrolador. En el envío de información entre la tarjeta microcontroladora y la aplicación que es la sección A del sistema, se maneja el valor de 11 y 10

como se muestra en la Fig. 7, esto tomando 11 como enviar mensaje y 10 no enviar.



Fig. 7 Envío de información entre tarjeta microcontrolada y aplicación móvil

Posteriormente, se realizan las pruebas con el envío de mensajes hacia el contacto de emergencia, en la Fig. 8 se evidencian las ubicaciones en las que se han producido las señales de emergencia, el mensaje contiene una URL de Google Maps con la longitud y latitud de la ubicación exacta en el momento que se presiona el botón de la aplicación o se separa el contacto magnético.

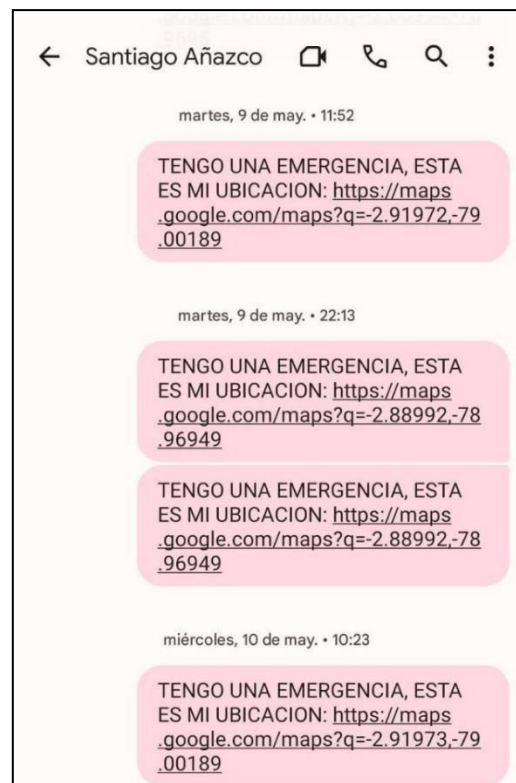


Fig. 8 Envío de mensajes hacia un número fijo mediante la aplicación móvil

En Firebase al guardarse los datos, se obtiene el registro del contacto y a su vez los mensajes de emergencia, con hora específica, como se muestra en la Fig. 9.



Fig. 9 Datos registrados de la aplicación en Firebase

En la Fig. 10 se encuentra la ventana de registros de los usuarios que han ingresado a la aplicación, en este caso se cuenta con 4 usuarios con su respectivo número de cédula, nombre, apellido, contacto de emergencia, correo y número del contacto de emergencia seleccionado.

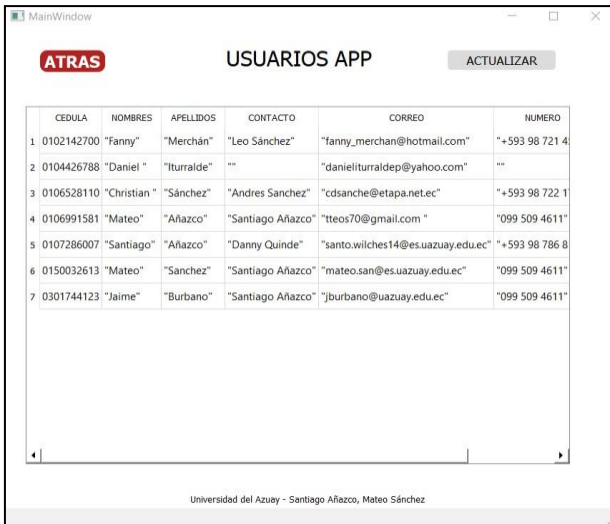


Fig. 10 Usuarios registrados en Firebase, mostrados en la aplicación de escritorio

#### IV. CONCLUSIONES

Una vez realizadas las pruebas completas de todo el sistema, se comprueba el correcto funcionamiento del diseño adaptado a la mochila, la portabilidad que tiene el sistema. Al ser un sistema de bajo consumo de energía, la batería implementada puede durar varios días conectada sin registrar ningún inconveniente para el usuario.

El software de aplicación móvil muestra una facilidad de uso para personas que tienen un dispositivo móvil, en el dispositivo se muestra un mapa y se tienen las coordenadas de latitud y longitud de la persona. Adicionalmente, se tiene la pestaña de registro, que ira guardando conforme se añadan usuarios a la base de datos implementada. La comunicación entre la aplicación móvil y el módulo Bluetooth se da de manera eficaz, por lo que, el envío de la señal de alerta hacia la aplicación móvil se realiza en pocos segundos.

Dentro del software que se realizó para el centro de control, se visualiza un registro de los usuarios y de las alertas de manera fluida en tiempo real, en donde se puede observar

la ubicación de la persona al momento de enviar la señal de alerta.

El sistema implementado se ha presentado en modo de prototipo, por lo que es necesario un ajuste para llegar a una versión final, se plantea el uso de base de datos especializada para administrar los datos de mejor manera, obtener un registro único y proponer un análisis de los mismos.

#### V. REFERENCIAS

- [1] Numbeo, «Numbeo, » 3 Octubre 2022. [En línea]. Disponible: <https://es.numbeo.com/criminalidad/clasificaciones-por-pa%C3%ADs?title=2022@ion=019>.
- [2] C. Mella, «Primicias,» 2 Septiembre 2022. [En línea]. Disponible: <https://www.primicias.ec/noticias/en-exclusiva/ecuador-tasa-muertes-violentas-ultima-decada/>.
- [3] D. Montaña, «gk.city,» 2022, 10 agosto. [En línea]. Disponible: <https://gk.city/2022/08/10/homicidios-en-ecuador-se-han-duplicado-en-2022/>.
- [4] Ministerio de Gobierno, «Ministerio de Gobierno,» 31 Julio 2022. [En línea]. Disponible: <http://cifras.ministeriodegobierno.gob.ec/comisioncifras/inicio.php>.
- [5] A. C. N. & D. Tejonidhi, «IOT BASED SMART SECURITY GADGET FOR,» IEEE, pp. 348-352, 19 Septiembre 2019.
- [6] S. V. S. S. , V. S. B. U. K. G. Dhiraj Sunehra, «Raspberry Pi Based Smart Wearable Device for women Safety using GPS and GSM Technology,» IEEE, 6 Noviembre 2020.
- [7] A. F. W. I. H. U. Z. Nasima Ferdous Tripti, «SaveMe: A Crime Deterrent Personal Safety Android App with a Bluetooth Connected Hardware Switch,» IEEE, 4 Agosto 2018.
- [8] D. R. , A. R. , S. M. N. A. Cassandra Dsouza, «Design of Child Security System,» IEEE, 6 Agosto 2018.
- [9] V. S. B. P. Saggurthi.KishorBabu, «Exigency alert and Tracking System,» IEEE, 2015.
- [10] [M. Benisha, R. T. Prabu, M. Gowri., K. Vishali., D. Priyadharshini.R, M. Anisha, P. Chezhiyan y C. J. Elliot, «Design of Wearable Device for Child Safety,» Design of Wearable Device for Child Safety, pp. 1076-1080, 2021.
- [11] T. S. C. , A. P. , W. A. J. M. Biplav Choudhury, «Design and Implementation of an SMS Based,» IEEE, 2015.
- [12] S. P. , V. J. K. K. KUNDAN SHINGADE, «IOT BASED WOMEN SAFETY JACKET,» IEEE, 2 Abril 2018.