

Proyecto de ingeniería aplicada

Sistema de geolocalización con alarma y monitoreo basado en IOT para personas con Alzheimer

Geolocation system with alarm and monitoring based on IOT for Alzheimer's patients

Diana Choque Choque ¹. Joel Huanca Chavez ².

¹ Estudiante de Ingeniería Electrónica, Universidad Privada del Valle, La Paz, Bolivia. ccdina2@gmail.com

² Docente de Ingeniería Electrónica, Universidad Privada del Valle, La Paz, Bolivia. jhuancac@univalle.edu

RESUMEN

El presente proyecto propone el diseño de un sistema de geolocalización con alarma y monitoreo basado en internet de las cosas para personas con Alzheimer, el sistema incluye una tarjeta TTGO T- Call ESP32 con SIM800L capaz de conectarse a Internet vía WiFi o GSM y transmitir las coordenadas geográficas capturadas por el módulo GPS Neo 6M, hacia la base de datos Firebase, donde son alojados y gestionados para ser visualizados en una aplicación móvil (GeoLin Maps) que junto a las APIs de Google Maps, generan un mapa y marcadores que indican la ubicación actual, tanto del cuidador como de la persona con Alzheimer.

El sistema está diseñado de tal manera que el rango de proximidad entre la persona cuidadora y la persona con Alzheimer sea configurable, con un mínimo de 10 metros; cuando este rango es sobrepasado, una notificación de alerta es activada y las coordenadas de posicionamiento de la persona con Alzheimer se comienzan a enviar y registrar en tiempo real tanto en la aplicación instalada en el móvil del cuidador como en la base de datos.

Palabras clave: Geolocalización. Alzheimer. IOT. GPS.

ABSTRACT

This project proposes the design of a geolocation system with alarm and monitoring based on the internet of things for people with Alzheimer's, the system includes a TTGO T-Call ESP32 card with SIM800L capable of connecting to the internet via Wi-Fi or GSM and transmitting the geographic coordinates captured by the Neo 6M GPS module, to the Firebase database, where they are hosted and managed to be displayed in a mobile application (GeoLin Maps) that with the Google Maps APIs, generate a map and markers that indicate the current location of both the caregiver and the person with Alzheimer's.

The system is designed so that the range of proximity between the caregiver and the person with Alzheimer's is configurable, with a minimum of 10 meters; when this range is exceeded, an alert notification is activated, and the patient's

Citar como: Huanca Chavez, J., & Choque Choque, D. Sistema de geolocalización con alarma y monitoreo basado en IOT para personas con Alzheimer. Journal Boliviano de Ciencias, UNIVALLE, 18(53), 48-63. <https://doi.org/10.52428/20758944.v18i53.373>

Revisado: 28/11/2022
Aceptado: 30/11/2022
Publicado: 30/12/2022

Declaración: Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses en la publicación de este documento.

Fuentes de financiamiento:
No hubo fuentes de financiamiento.

Este artículo es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos y condiciones de la Creative Commons. Licencia de atribución (CC BY) (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Derechos de autor 2022 Diana Choque Choque, Joel Huanca Chavez.



positioning coordinates start to be sent and recorded in real time in the database and in the caregiver's mobile application

Keywords: Geolocation. Alzheimer's. IOT. GPS.

1. INTRODUCCIÓN

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS) el Alzheimer es una enfermedad neurodegenerativa progresiva que implica el deterioro de la memoria, la orientación, el intelecto y la capacidad para realizar actividades de la vida diaria (Organización Mundial de la Salud, 2020). En las primeras etapas de la enfermedad, deambular y perderse es común en las personas que padecen de Alzheimer, se estima que por lo menos el 60% de pacientes deambularán en algún momento y hasta el 50% de ellos serán encontrados accidentados o fallecidos si no son encontrados en un lapso de 24 horas (Brett Parnes, 2008). Según los últimos datos de OMS publicados de 2020 las muertes causadas por Alzheimer/Demencia en Bolivia han llegado a 2.479 (3,29% de todas las muertes). La tasa de mortalidad por edad es de 19,86 por 100,000 de población. Esta enfermedad está dentro del Top 10 de causas de muerte en Bolivia y, en el mundo, el país ocupa el lugar número 51 en el mundo (World Health Organization, 2020).

La enfermedad de Alzheimer, no solo afecta al paciente, también lo hace con el cuidador principal del enfermo, tarea que normalmente recae en un familiar, por los vínculos emocionales que los unen. El cuidador de pacientes con Alzheimer se ve afectado física y emocionalmente, con niveles de tensión elevados, que provocan el llamado "síndrome del cuidador" (Curto, 2017).

Desde el ámbito tecnológico se desarrollaron diferentes soluciones que permiten la geolocalización de personas con Alzheimer (Alvarez, Jenifer, & Zuleta, 2018), (Pimentel, 2018), (MousaviLou, 2020). El presente proyecto, propone una solución que además colabore con la persona "cuidadora" del paciente, mediante el diseño de un sistema de geolocalización con alarma y monitoreo basado en Internet de las cosas.

2. METODOLOGÍA

La estructura básica de un sistema IoT (Internet of Things) contiene: sensores y actuadores, conectividad, análisis y gestión en la nube, dispositivos e interfaz de interacción (Hattingh, 2022). Es así, que con el fin de estructurar de mejor manera la investigación, el desarrollo del prototipo experimental fue dividido en tres etapas, como se ve en la figura 1:

- Obtención y transmisión de coordenadas.
- Recolección y visualización de datos.
- Notificación y alerta.

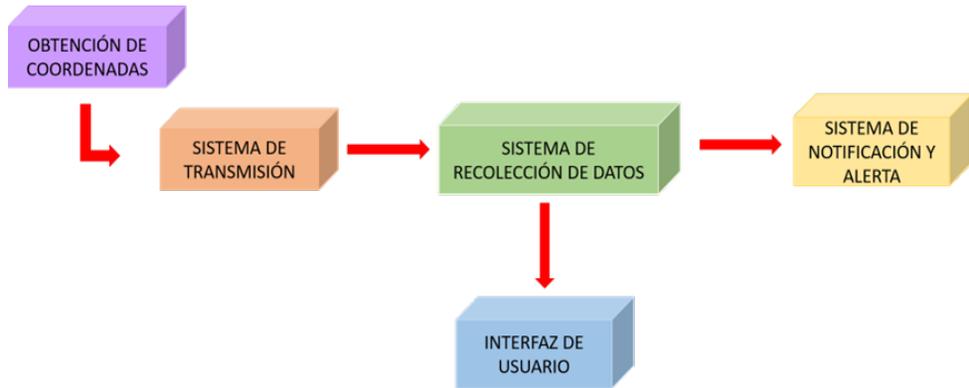


Figura N°1. Diagrama de Bloques del Sistema de Geolocalización. Fuente: Elaboración Propia, 2022.

A continuación, se describen las características y requerimientos en componentes y herramientas que permitieron la construcción del prototipo.

2.1 Requerimientos del sistema

2.1.1 Obtención y transmisión de datos

Para la etapa de obtención de datos se realizó un estudio comparativo de las tres alternativas de geolocalización existentes:

- Geolocalización por GSM (Asesoría Tecnológica, 2020).
- Geolocalización por WiFi (Creativa, 2021).
- Geolocalización por GPS (Space-Based Positioning Navigation Timming, 2021).

De las cuales, la que posee mayor robustez y garantiza una mayor y mejor cobertura es la geolocalización a través de GPS, este sistema de administración estadounidense cuenta con una constelación de 24 satélites que permiten tener una cobertura global basada en triangulación que proporciona coordenadas de latitud, longitud, altitud en tiempo real, además de ser de acceso libre a quien posea un dispositivo receptor (Space-Based Positioning Navigation Timming, 2021).

El dispositivo que fue utilizado para obtener los datos GPS es el GPS NEO 6M por sus características de sensibilidad de recepción (-165dBm), frecuencia de actualización (5Hz), incorpora además memoria EEPROM, indicador de recepción mediante led, conectores Vcc, Rx, Tx, y Gnd por el cual se conectó un microcontrolador mediante interfaz serial. Este dispositivo cuenta (nominalmente) con una precisión de 3m (Dualtronica, 2021), sin embargo, las pruebas realizadas dan un margen de posicionamiento mayor en entornos urbanos (8 a 9 m), por este motivo el margen mínimo de configuración en distancia de separación entre el dispositivo GPS y el del usuario monitor (Cuidador del paciente con Alzheimer) debe ser de 10m.

Para la etapa de transmisión de datos, fue necesario considerar la conectividad inalámbrica y permanente que deben tener los dispositivos de monitoreo y de envío de datos. Se realizó un estudio entre las tecnologías de comunicación de datos usualmente usadas en este tipo de soluciones: Bluetooth, WiFi, GSM. De los cuales GSM - GPRS cumple con los requisitos de cobertura en Bolivia y otros países (30Km por celda aproximadamente) y conectividad (80% de ciudades capitales y ciudades intermedias) (Nperf, 2022). La Tabla 1 muestra cuatro dispositivos que fueron evaluados de acuerdo con las características requeridas por el sistema, siendo el TTGO T-Call V1.3 ESP32 con SIM800L el elegido por cumplir con los requisitos técnicos y económicos del dispositivo, al ser una tarjeta de desarrollo orientada a soluciones IoT, con interfaz de comunicación serial UART y controlado por comandos AT (UnitElectronics, 2021).

Tabla N°1. Tabla comparativa de características

Especificaciones	ESP8266 	ESP32 	TTGO T-Call V1.3 ESP32 con SIM800L 	TTGO T-SIM7000G ESP32 4Mb WiFi/Bluetooth/GSM/GPS/LTE global 
UART	Si	Si	Si	Si
Compatible con IDE de Arduino	Si	Si	Si	Si
Conexión a Internet por medio de Plan de Datos	No	No	Si	Si
Soporte para la librerías de Arduino	TinyGPS++	TinyGPS++	TinyGPS++/TINY_GSM_MOD EM_SIM800	Arduino_TinyGSM/AllFunctions.ino
Wifi	No	Si	Si	Si
GSM	No	No	Si	Si
GPRS	No	No	Si	Si
COSTO (Bs)	50	80	215	540

Fuente: Elaboración Propia, 2022

2.1.2 Recolección y visualización de Datos

Debido a las características de los datos (posicionamiento) que se tienen que procesar y almacenar se utilizó la plataforma Firebase de Google, la cual tiene características de ser multiplataforma, desarrollo gratuito de aplicaciones, proporciona almacenamiento en tiempo real (hasta 1GB gratuito) y autenticación de usuarios entre otras (hasta 10000 gratuitos por mes) (Firebase, 2022).

El desarrollo de la aplicación se la realizó en Android Studio, por su robustez de funcionalidades y herramientas en la creación de aplicaciones profesionales.

2.2 Funcionamiento del prototipo

Como se mencionó anteriormente el sistema comprende de tres etapas, mismas que se muestran en el diagrama de flujo de la figura 2, explicando el funcionamiento del prototipo:

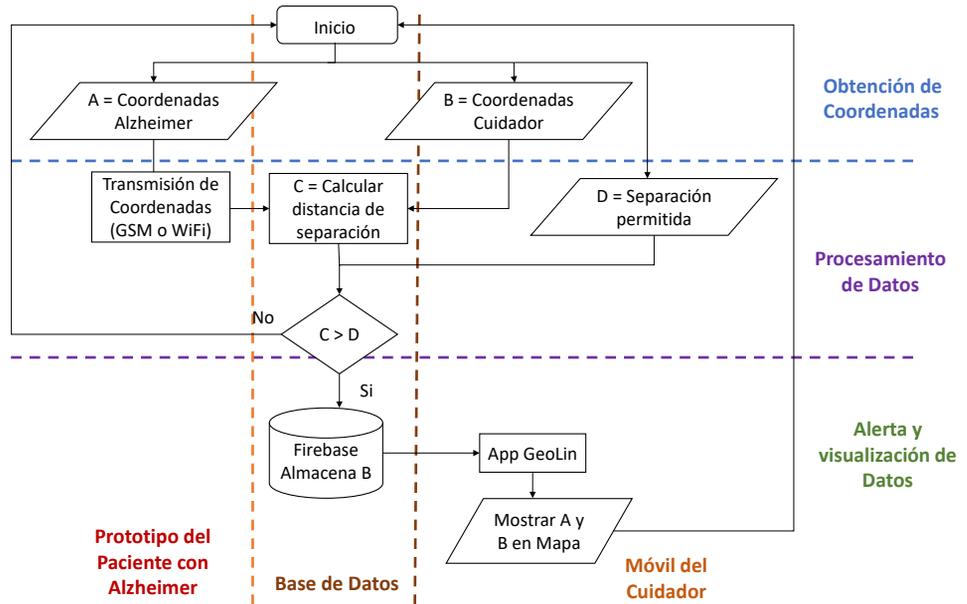


Figura N°2. Diagrama de Flujo del Funcionamiento del Sistema de Geolocalización. Fuente: Elaboración Propia, 2022

El funcionamiento del sistema de geolocalización consiste en la obtención de coordenadas mediante el módulo GPS del dispositivo que se encuentra con el paciente con Alzheimer y el módulo de localización del móvil del cuidador, la primera es transmitida mediante el ESP32-SIM8000L hacia Firebase, la segunda se transmite a la base de datos mediante la conexión a la nube con que el móvil cuenta. Ambas posiciones son comparadas con la distancia de separación máxima que se configura previamente en la aplicación (distancia mínima 10 m). Una notificación y alerta es enviada al móvil del cuidador, solo cuando la distancia de separación supera la distancia preconfigurada. Además de la notificación, la base de datos comienza a almacenar el movimiento del paciente con Alzheimer (posiciones) y las muestra en el mapa georreferenciado que tiene la aplicación.

2.3 Desarrollo e implementación del prototipo

En la figura 3 se puede observar las conexiones realizadas para la implementación del sistema de geolocalización. Para que el funcionamiento sea el esperado, fue necesario realizar la programación en el IDE de Arduino, con ayuda de las siguientes librerías:

- TinyGPS++: Analiza flujos de datos NMEA provenientes del módulo GPS.
- TinyGsmClient: Para la comunicación con el SIM800L.
- Wire: Permite comunicarse con dispositivos I2C / TWI.
- FirebaseESP32: Permite conectarse a la base de datos Firebase Realtime para leer, almacenar, actualizar, eliminar, respaldar y restaurar datos.
- ArduinoHttpClient: Para facilitar la interacción con los servidores web de Arduino.

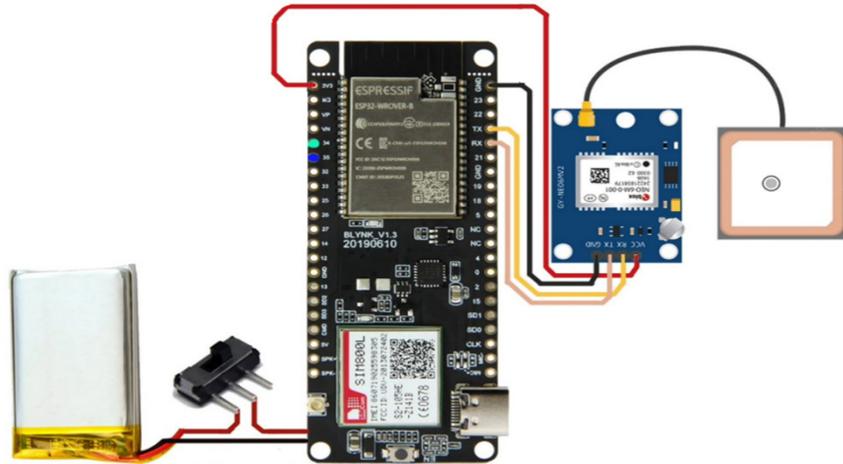


Figura 3. Layout del circuito. Fuente: Elaboración Propia

Con estas librerías se configuraron los puertos de transmisión y recepción para la comunicación con el módulo GPS y la configuración del modem 2G para el ESP32-SIM800L, mediante la declaración del APN de la compañía telefónica. Para el almacenamiento y recepción de las coordenadas transmitidas por el dispositivo, se creó una base de datos en tiempo real en Firebase de Google, para lo cual se procedió a crear un registro con host y autenticación, mismos que se configuraron en el ESP32-SIM800L para una correcta comunicación. Para la visualización de las coordenadas en un mapa georreferenciado se desarrolló una aplicación móvil en Android Studio cuyo nombre es “GeoLinMaps”, donde se definieron parámetros como el nombre del paquete (com.example.geolin), mínimo SDK (versión más baja de Android), conexión con Firebase del tipo RealTime Database.

Para el desarrollo de la interfaz de usuario visible en pantalla, se aprovechó que Android Studio permite reducir la complejidad del diseño al declarar la estructura en un simple archivo .xml definido con elementos muy intuitivos, de tal manera de tener las opciones: Manual de Usuario (Para acceder a un documento en formato .PDF que explica cómo se debe utilizar el prototipo), Menú Principal (a su vez redirige un submenú con las opciones menú principal, Lugares Recorridos, Información sobre el Alzheimer), Cerrar Sesión, como se observa en la figura 4:

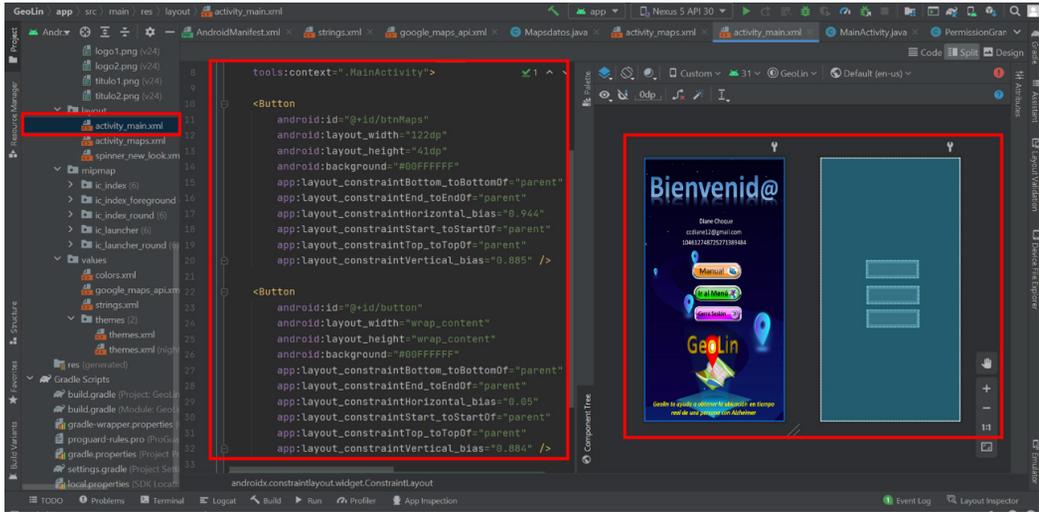


Figura 4. Desarrollo de la interfaz de la pantalla de inicio. Fuente: Elaboración Propia

El submenú *Mapa Principal* es fundamental para la aplicación ya que permite la visualización, en un mapa, de la ubicación actual de la persona con Alzheimer y del cuidador. Para esto se necesita obtener y habilitar el API Key de GoogleMaps, para posteriormente insertarlas en “google_maps_api.xml” de Android Studio para generar de manera automática un mapa en la clase de “MapsActivity”. El método `setMyLocationEnabled(true)` permite conocer la posición actual del cuidador y para la mostrar la ubicación de la persona con Alzheimer, se realiza la lectura de los datos de coordenadas almacenadas en Firebase. Esta sección también permite insertar al usuario la distancia mínima en metros entre la persona con Alzheimer y el cuidador y visualizar la distancia entre ambos. El código de desarrollo es mostrado en la figura 5.

```

mMap = googleMap;

if (ActivityCompat.checkSelfPermission( context: this, Manifest.permission.ACCESS_FINE_LOCATION)
    != PackageManager.PERMISSION_GRANTED &&
    ActivityCompat.checkSelfPermission( context: this, Manifest.permission.ACCESS_COARSE_LOCATION)
    != PackageManager.PERMISSION_GRANTED) {
    return;
}
// MOSTRAR COORDENADAS DEL AUBICACION ACTUAL DEL FAMILIAR

mMap.setMyLocationEnabled(true);
LatLng we = new LatLng( latitude: -16.5, longitud: -68.15);
mMap.moveCamera(CameraUpdateFactory.newLatLngZoom(we, zoom: 15));

// OBTENER LAS COORDENADAS DE FIREBASE
mDatabase.child("usuarios").addValueEventListener(new ValueEventListener() {
    @Override
    public void onDataChange(@NonNull DataSnapshot datasnapshot) {
        for (Marker marke: realtimeMarkers) // Eliminacion de datos en la 2da lista
        {
            marke.remove();
        }
        for(DataSnapshot snapshot: datasnapshot.getChildren()){
            Mapsdatos mp = snapshot.getValue(Mapsdatos.class);
            Double latitud = mp.getLatitude(); // Obtener latitud
            Double longitud = mp.getLongitude(); // Obtener longitud
            MarkerOptions markerOptions = new MarkerOptions();
            markerOptions.position(new LatLng(latitud, longitud));
            tmpRealTimeMarkers.add(mMap.addMarker(markerOptions)); // Muestra ubicacion en el mapa de la persona con Alzheimer
            latitudDest = latitud;
            longitudDest = longitud;

            mCoor.setText(latitud+ " "+longitud); // Mostrar latitud y longitud
            Distanciass();
        }
        realtimeMarkers.clear();
        realtimeMarkers.addAll(tmpRealTimeMarkers); // traslado de datos de la 1ra lista a la 2da lista de marcadores
    }
}

```

Figura 5. Código para obtener la ubicación actual del familiar y para obtener la ubicación actual de la persona con Alzheimer. Fuente: Elaboración propia.

El submenú *Lugares Recorridos* muestra en el mapa con marcadores todos los lugares por los que ha recorrido la persona con Alzheimer, además de almacenarlos en la base de datos para realizar consultas futuras, esta clase es activada cuando el rango de distancia de separación, entre origen y destino, es superado; adicionalmente se envía una notificación a la persona cuidadora alertando de este evento.

El submenú *Información sobre el Alzheimer* contiene información resumida sobre la enfermedad del Alzheimer como ser: ¿Qué es el Alzheimer?, Síntomas del Alzheimer, Fases del Alzheimer.

Finalmente se diseñó la estructura del prototipo, haciendo uso de la herramienta de TINKERCAD, para posteriormente ser montado en un práctico cinturón, como se observa en la figura 6:

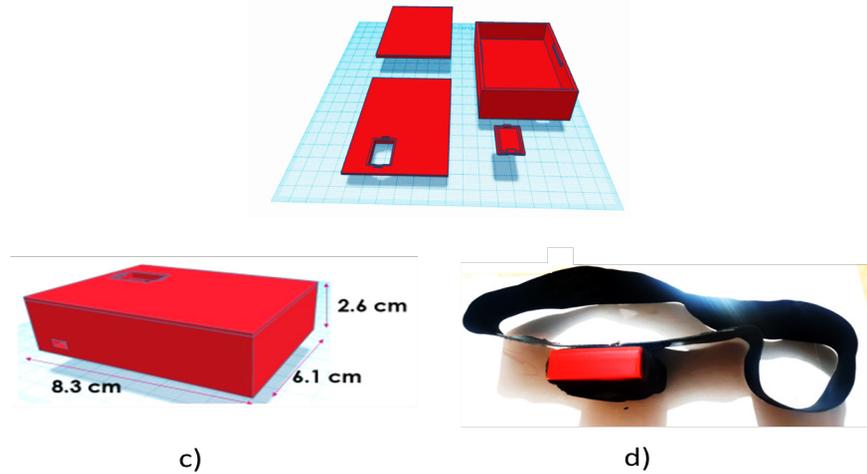


Figura 6. Diseño de la estructura del prototipo y su implementación.
Fuente: Elaboración Propia.

3. RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados de las etapas de diseño e implementación del sistema de geolocalización:

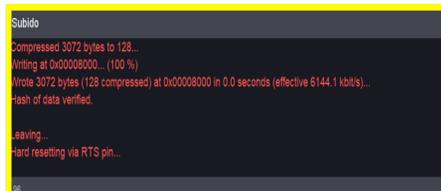
- Los resultados de conexión, armado, pruebas de comunicación e implementación de los componentes descritos en la sección anterior pueden observarse en la figura 7.



a)



b)



c)

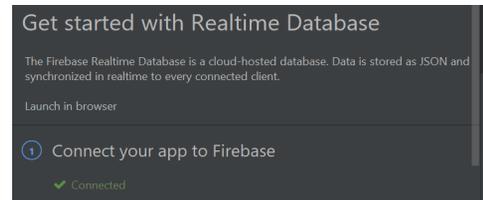


Figura 7. a) Vista superior interna e inferior interna del prototipo implementado. b) Compilación del programa en Andriod Studio. c) Grabado de código al TTGO L-Call ESP32-SIM800L. d) Prueba de conexión con la base de datos. Fuente: Elaboración Propia.

- Los resultados del desarrollo de la aplicación móvil GeoLinMaps son mostrados en la figura 8:



Figura 8. Vista de las diferentes pantallas de la interfaz de usuario GeoLinMaps. Fuente: Elaboración Propia.

- Pruebas realizadas de la interfaz y del dispositivo localizador, muestran una precisión de aproximadamente 10 m en la localización en la figura 9, por tal motivo la mínima distancia configurable de separación es de 10 m:



Figura 9. Pruebas de la interfaz y del funcionamiento del sistema. Fuente: Elaboración propia.

- Pruebas de notificación de alerta cuando la persona con Alzheimer se distancia más de lo permitido de la persona cuidadora, se muestran en la figura 10:

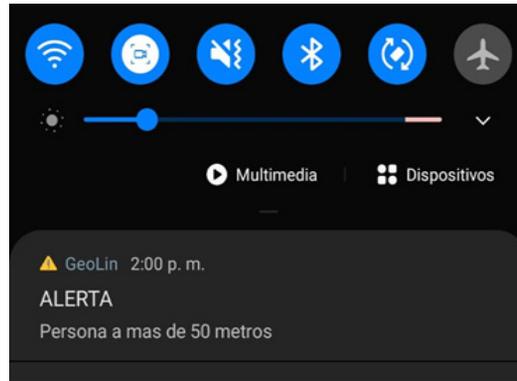


Figura 10. Envío de notificación de alerta de separación entre cuidador y paciente.

Fuente: Elaboración propia.

- En la figura 11 se observan las pruebas de transmisión de coordenadas a la base de datos cuando se supera la distancia de separación preconfigurada y visualización en el mapa de los lugares recorridos por la persona con Alzheimer.

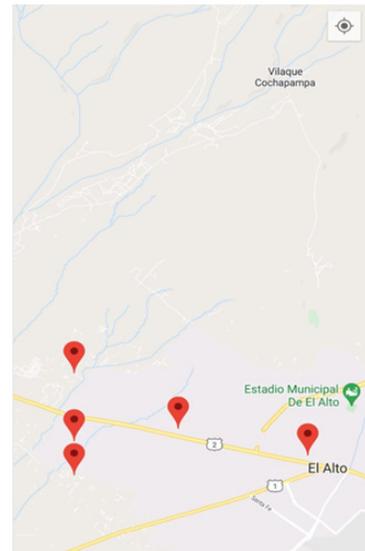
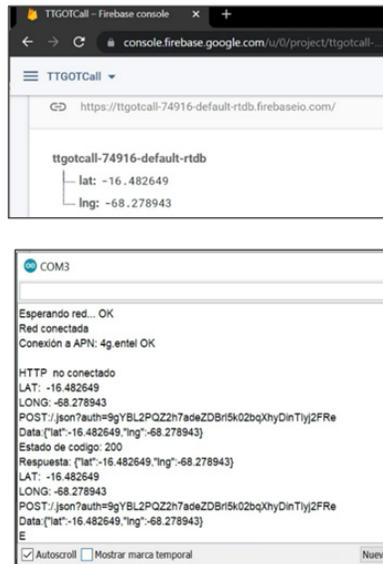


Figura 11. Resultados de las pruebas de transmisión de coordenadas y visualización de los lugares recorridos por la persona con Alzheimer. Fuente: Elaboración propia.

- Pruebas de precisión en la geolocalización del dispositivo, en campo abierto, en un entorno urbano (ciudad) y en lugares cerrados donde no se tenía pérdida de la señal de localización, se observan en la figura 12.

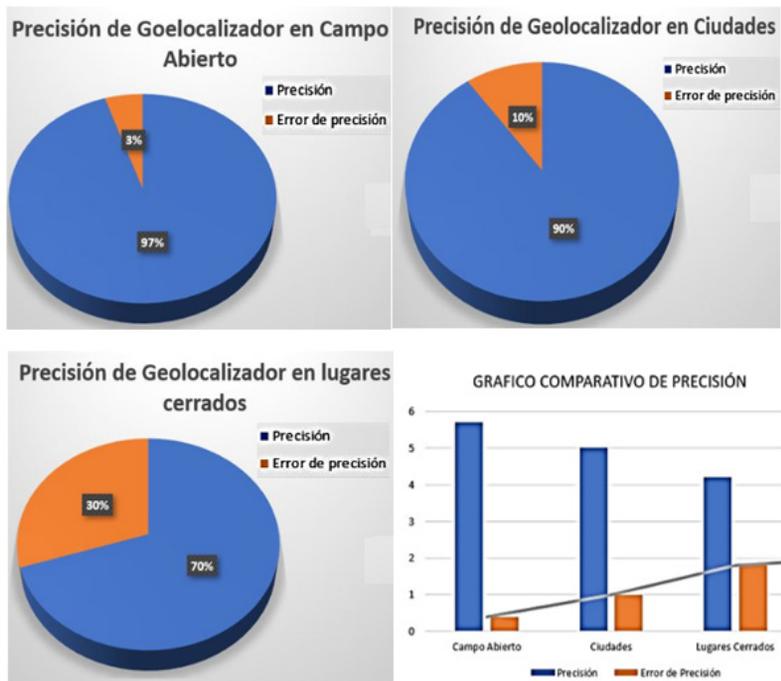


Figura N° 12. Resultados de precisión del dispositivo geolocalizador.

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente se presenta en la tabla 2 una comparativa en precios respecto a soluciones que cumplen funciones de localización encontradas en el mercado:

Tabla N° 2. Comparación de precios en dispositivos similares

Nombre	Dispositivo	Precio USD
Spy Spot Nuevo 2021		89,95
GPS Localizador rastreo		93,39
Cinturon localizador GPS Neki		158,09
GPS Dokodemo Shoes		285,00
Geolocalizador para personas con Alzheimer		70,00

Fuente: Elaboración propia.

4. CONCLUSIONES

Una vez concluido el proyecto de investigación aplicada se concluye:

- Se cumplió de manera correcta con el objetivo planteado, pues se diseñó e implementó un sistema de geolocalización con alarma y monitoreo como solución a uno de los problemas que trae consigo el Alzheimer, como lo

es la deambulaci3n y la p3rdida de orientaci3n de personas que sufren esta enfermedad, pues se comprob3 que el sistema ayuda a la persona “cuidadora” a ubicar de manera oportuna al paciente.

- El sistema est3 basado en internet de las cosas, pues incluye los elementos que esta tecnolog3a exige: un sensor (GPS), almacenamiento de datos (Firebase) e interfaz de usuario (GeoLinMaps) adem3s de comunicaci3n en tiempo real de los eventos.
- El an3lisis de requerimientos realizado fue corroborado posteriormente con el correcto funcionamiento del prototipo tanto en la conexi3n de componentes, comunicaci3n entre ellos y visualizaci3n en una interfaz m3vil. Pudiendo evidenciar la precisi3n del dispositivo en diferentes entornos donde el paciente podr3a llegar a estar, con un 3% de precisi3n en campo abierto, 10% de precisi3n en entorno urbano y 30% de precisi3n en ambientes cerrados.
- Las pruebas realizadas del funcionamiento del dispositivo mostraron una precisi3n de 10 m en las coordenadas de localizaci3n en entornos urbanos, es por eso que, la configuraci3n de separaci3n m3nima debe ser de 10 m. As3 mismo, las pruebas comprobaron el correcto funcionamiento de la notificaci3n de alerta de separaci3n del paciente, adem3s del registro de ubicaci3n de lugares recorrido por el paciente tanto en base de datos como en el mapa de la aplicaci3n GeoLinMaps.
- Si bien el funcionamiento general del prototipo cumple funciones de geolocalizaci3n, destacar que est3 dirigido a personas con Alzheimer, pues la implementaci3n en forma de un cintur3n hace que la persona no pueda manipularlo y no sea una molestia para ella, por otro lado, el dispositivo no cuenta con un bot3n de emergencia a raz3n de que la persona con Alzheimer tiende a perder la memoria, a diferencia de localizadores para ni3os donde es necesario que el dispositivo cuente con alg3n bot3n de emergencia para alertar a sus padres o para localizar a animales donde el tama3o del dispositivo es una limitante.

REFERENCIAS

Alvarez, A., Jenifer, P., & Zuleta, F. (2018). *Tecnologías vestibles zapato infantil con geolocalización*. Colombia. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.11912/4829>

Asesoría Tecnológica. (27 de 04 de 2020). e-Rueca Centro Social Virtual . Obtenido de <https://e-rueca.org/tipos-de-geolocalizacion-y-geoposicionamiento-en-el-telefono-movil/>

Brett Parnes, R. (10 de 06 de 2008). *Women's Health & Wellness*. Recuperado el 4 de 20 de 2022, de <https://www.empowher.com/media/reference/tecnologia-gps-y-enfermedad-de-alzheimer-un-nuevo-uso-para-una-tecnologia-existente>

CMS, T. (21 de Septiembre de 2013). *HelpAge International*. Obtenido de HelpAge International: <https://www.helpagela.org/noticias/bolivia-no-me-olvides-en-el-dia-internacional-del-alzheimer/#:~:text=Hoy%2021%20de%20septiembre%20se,de%20personas%20con%20esta%20dolencia.>

Creativa, T. (04 de 2021). *Tecrea*. Obtenido de <https://tecra.com.co/diferencias-entre-geolocalizacion-gps-y-geolocalizacion-WiFi/>

Curto, D. (14 de 06 de 2017). *Muy Saludable*. Obtenido de <https://muysaludable.sanitas.es/mente-sana/trastornos-que-sufre-el-cuidador-de-un-enfermo-de-alzheimer/#:~:text=Desde%20CEAFA%2C%20hablan%20de%20alarmas,de%20humor%2C%20abandono%20del%20cuidado>

Dualtronica. (06 de 2021). *Dualtronica*. Obtenido de <https://dualtronica.com/modulos/86-modulo-gps-neo-6m.html>

Firestore. (30 de 09 de 2022). *Firestore*. Obtenido de <https://firebase.google.com/pricing?hl=es>

Hattingh, D. (14 de 01 de 2022). AdaptitTech. Obtenido de <https://telecoms.adaptit.tech/es/blog/what-is-an-iot-ecosystem/>

MousaviLou, O. B. (2020). *IoT-Based Healthcare Support System for Alzheimer's Patients*. *Wireless Communications and Mobile Computing*, 15. doi: <https://doi.org/10.1155/2020/8822598>

Nperf. (17 de 05 de 2022). *Nperf*. Obtenido de <https://www.nperf.com/es/map/BO/-/167642.Entel-Mobile/signal/?ll=-17.518344187852207&lg=-65.63232421875001&zoom=7>

Organización Mundial de la Salud. (21 de 09 de 2020). *Organización Mundial de la Salud*. Recuperado el 25 de 07 de 2022, de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/dementia#:~:text=Datos%20y%20cifras,actividades%20de%20la%20vida%20diaria.&text=La%20enfermedad%20de%20Alzheimer%2C%20que,un%2070%25%20de%20los%20casos.>

Perez, J., Morales, E., Gilbon, A., & Pacheco, J. (2015). *Sistema de localización para personas con Alzheimer*. *Revista de Aplicación Científica y Técnica*, 1(2), 121.

Pimentel, J. (07 de 2018). Portal Explora. Recuperado el 10 de 02 de 2022, de <https://portalexplora.com/idea-innovadora-en-japon-zapatos-con-gps-para-localizar-a-adultos-con-demencia/>

Space-Based Positioning Navigation Timming. (04 de 2021). GPS.GOV. Obtenido de <https://www.gps.gov/spanish.php>

Unit

Electronics. (05 de 2021). *UnitElectronics*. Obtenido de <https://uelectronics.com/producto/tgo-t-call-v1-3-esp32-con-sim800l-240mhz/>

World Health Organization. (2020). <https://www.worldlifeexpectancy.com/>. Obtenido de <https://www.worldlifeexpectancy.com/es/bolivia-alzheimers-dementia#:~:text=Bolivia%3A%20Alzheimer%2FDemencia&text=Seg%C3%BAAn%20los%20%C3%BAltimos%20datos%20de.n%C3%BAmero%2051%20en%20el%20mundo.>