

Monitoreo y reporte de estadísticas de descargas atmosféricas mediante aplicación móvil en Android

Monitoring and statistics report of atmospheric discharges through a mobile application on Android

Leidy Johanna Rodríguez-Sepulveda^a , Jeison Eduardo Eslava-Pedraza^{b*} , Julieth Estefanía Gutiérrez-Lopera^b , Angélica Rocío Mejía-Serrano^b  y Angelo Joseph Soto-Vergel^c 

^a Departamento de Electrónica, Eléctrica, Sistemas y Telecomunicaciones, Universidad de Pamplona, Colombia

^b Departamento de Electricidad y Electrónica, Universidad Francisco de Paula Santander, Colombia

^c Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, Fundación Universidad del Norte, Colombia

Resumen. El presente artículo detalla el desarrollo de un sistema de monitoreo de descargas atmosféricas detectadas mediante una estación situada en el departamento Norte de Santander, barrio Atalaya y una aplicación móvil desarrollada en Android Studio, que cuenta con un sistema de notificaciones de alertas tempranas, visualización en tiempo real de mapas geográficos con las incidencias de las descargas atmosféricas y herramientas educativas. El desarrollo de este sistema permite a los usuarios estar atentos ante desastres naturales de este tipo y poder tomar medidas preventivas ante las diferentes situaciones.

Palabras Claves. Aplicación móvil; Android; descargas atmosféricas; mapas geográficos; sistema de monitoreo.

Abstract. This article details the development of a monitoring system for atmospheric discharges detected by means of a station located in the department Norte de Santander, Atalaya neighborhood, and a mobile application developed in Android Studio, which has an early warning notification system, real-time display of geographical maps with the incidents of atmospheric discharges and educational tools. The development of this system allows users to be aware of natural disasters of this type and to be able to take preventive measures in different situations.

Keywords Atmospheric discharges; monitoring system; mobile application; geographical maps.

Como Citar. L. J. Rodríguez-Sepulveda, J. E. Eslava-Pedraza, J. E. Gutiérrez-Lopera, A. R. Mejía-Serrano y A. J. Soto-Vergel, "Monitoreo y reporte de estadísticas de descargas atmosféricas mediante aplicación móvil en Android", *Jou. Cie. Ing.*, vol. 12, no. 1, pp. 116-123, 2020. doi:10.46571/JCI.2020.1.10

Recibido: 09/04/2020

Revisado: 15/05/2020

Aceptado: 26/07/2020

* e-mail: jeisoneduardoep@ufps.edu.co

1. Introducción

Los fenómenos naturales en la actualidad son eventos que no se pueden controlar y uno de los más comunes a nivel mundial son las descargas atmosféricas conocidas como rayos, donde las entidades para la supervisión y estudio de los mismos evidencian estadísticas a nivel internacional de hasta 469 muertes de forma indirecta en el año 1994 y 21 muertes de manera directa en una única descarga en 1975 [1]. Por otra parte, Colombia debido a sus condiciones geográficas, alta humedad y ubicación en la zona tropical, se ha categorizado como uno de los países con mayor incidencia de descargas atmosféricas alrededor del mundo [2].

En el departamento de Antioquia se registraron 72 muertes en el ejército nacional entre los años 2003 a 2012 [3]. Así mismo, entre los años 1997 hasta 2014 se presentaron 1173 muertes a causa de los rayos donde 3.8% de las mismas resultaron en el departamento de Norte de Santander [4]. Estas muertes son causadas normalmente por la escasa implementación de sistemas de detección que imposibilitan informar respecto a la ubicación en áreas cercanas donde ocurrirá la descarga eléctrica atmosférica.

Considerando lo anterior existen estrategias de modelamiento, monitorización y prevención ante descargas atmosféricas; en donde [5] y [6] presentan modelos para la caracterización y representación de estos fenómenos permitiendo localizar los rayos y evaluar los riesgos del mismo, mediante técnicas estadísticas y lógica Fuzzy. Por otra parte, en [7] emplean estaciones fijas posicionadas en el área urbana; a fin de detectar la descarga de un rayo empleando sensores de campos magnéticos, eléctricos y radares; además, múltiples organizaciones han desarrollado mapas y esquemas mediante redes de detección de rayos conectados de manera internacional generando un panorama más completo y eficiente de la posición y hora de la descarga atmosférica [8].

Por lo tanto, este artículo desarrolla un sistema para el monitoreo de descargas atmosféricas en Cúcuta Norte de Santander, mediante una estación ubicada en el barrio Atalaya, encargada de registrar los rayos y enviarlas al servidor de Blitzortung, además de una aplicación móvil que recibe en tiempo real la información de alertas tempranas y detalla tanto su ubicación en un mapa satelital como el historial de descargas; así mismo, presenta una notificación de la distancia entre la descarga y el usuario e incorpora herramientas multimedia con información de posibles acciones para mitigar los posibles accidentes ocurridos en épocas de tormentas.

El desarrollo de este artículo comprende la integración tecnológica, el diseño de la aplicación móvil y la validación de funcionamiento.

2. Metodología

La Figura 1 muestra las etapas: integración tecnológica, diseño de la aplicación móvil y validación del sistema.

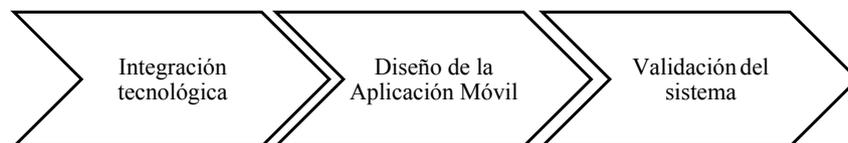


Figura 1: Metodología para el desarrollo del prototipo para el monitoreo de descargas atmosféricas.

2.1. Integración Tecnológica

Esta etapa identifica las variables necesarias que permiten determinar el momento en que ocurre una descarga atmosférica, luego selecciona las tecnologías para el proceso de medición y

censado; y programa el microcontrolador para el procesamiento de los datos entregados por la instrumentación.

2.2. Diseño de la Aplicación Móvil

La codificación de la aplicación móvil está sustentada en la ingeniería de software implementando una metodología en espiral, el cual consta de la planificación que define los requerimientos de usuario, prototipado describe la lógica de funcionamiento y desarrollo es la implementación del prototipo en el IDE Android Studio utilizando lenguaje de programación java [9].

2.3. Validación del sistema

Esta etapa hace referencia a las pruebas holísticas en el funcionamiento integral del sistema, entre el prototipo instalado y la aplicación móvil con todas sus funcionalidades.

3. Resultados

A continuación, se describen los resultados obtenidos de manera secuencial en la Figura 1.

3.1. Integración tecnológica

Una descarga atmosférica consta de tres parámetros fundamentales: la tensión generada, que se encuentra en el orden de 10 a 10000 KV; el campo eléctrico asociado del orden de 60 a 300 V/m dependiendo de las condiciones climatológicas asociadas y, la frecuencia de los pulsos de energía generados que se encuentra en la banda VLF [10]. Considerando estos parámetros es posible captar pulsos electromagnéticos mediante una antena diseñada para la recepción de frecuencias bajas seleccionando el kit desarrollado por Blitzortung [11] y así identificar la ubicación de la descarga utilizando el método TOA [12].

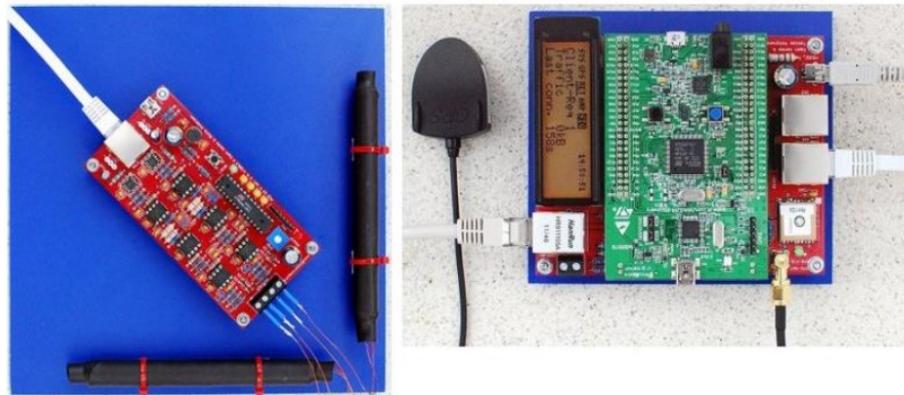


Figura 2: Estación de monitoreo.

La precisión reportada por el sistema depende en su totalidad del módulo PA6H para el Sistema de Posicionamiento Global (en inglés, Global Positioning System – GPS), que para este caso es menor de 3,0 metros. Por otra parte, el kit contiene la placa STM32F4 que es posicionada sobre el módulo de control, el cual dispone de dos botones, un botón de reinicio y un botón para definir una función por el usuario. Los cuatro indicadores LED's se distribuyen para indicar las señales recibidas, verde para el estado del GPS, azul para la señal 1PPS (1 Pulse Per Second, pulso por segundo), naranja cuando los amplificadores alcanza el umbral y rojo para el modo de interferencia; pantalla gráfica LCD DIP122 con matriz de puntos de 122 x 32 para

la visualización de los datos; sistema de conexión Ethernet y serial para la comunicación y dos antenas para los campos eléctricos conectadas a un arreglo de amplificadores 12.x que permite la eliminación del ruido. En la Figura 2, se observan las dos antenas conectadas a la placa de amplificadores, el módulo de control y la placa STM32F4.

3.2. Diseño de la Aplicación Móvil

La planificación se representa en la Figura 3 describiendo los aspectos que debe contener la aplicación como registro del usuario, inicio de sesión, ubicación, visualización de mapas, estadísticas, historial, herramientas multimedia e información sobre la aplicación.

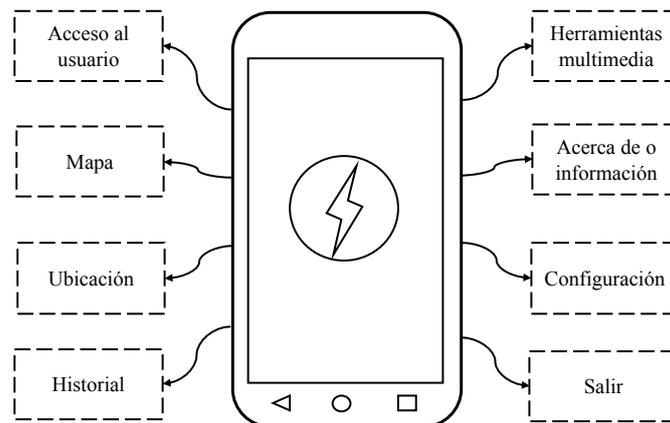


Figura 3: Diseño preliminar.

- *Acceso al usuario.* Cuenta con el registro de una cuenta empleando datos básicos como el nombre, usuario, correo electrónico y contraseña para el inicio de sesión con la finalidad de almacenar o guardar el historial de las descargas atmosféricas.
- *Mapas.* Permite la visualización de las marcas de incidencia de descargas atmosféricas en un mapa global por medio de la API de Google Maps.
- *Ubicación.* Incluye un formulario donde el usuario debe insertar el nombre del sitio, latitud y longitud de la ubicación que desea recibir información acerca de las descargas atmosféricas.
- *Historial.* Almacena las estadísticas de las descargas atmosféricas que han caído sobre la ubicación registrada con la fecha, hora y la distancia.
- *Herramientas multimedia.* Despliega videos con contenido educativo sobre qué es el rayo, medidas preventivas, primeros auxilios y las precauciones que debe tener.
- *Acerca de o información.* Con el propósito de mostrar información sobre la aplicación y su proceso de desarrollo.
- *Configuración.* Permite configurar las notificaciones en el celular al momento que se detecte la descarga atmosférica del lugar que se monitorea.
- *Salir.* Opción para que el usuario cierre sesión. esto en caso que no se desee recibir información sobre las descargas atmosféricas cercanas.

La Figura 4 representa el prototipado del servicio de notificaciones el cual se fragmenta en tres fases. La Fase 1 es el inicio de la aplicación el cual consulta las incidencias de los últimos cinco minutos, almacena las marcas y las procesa buscando los rayos cercanos a las zonas registradas que se encuentran almacenadas en la base de datos MySQL alojada en el Servidor Virtual Privado (en inglés, Virtual Private Server-VPS), espera 15 segundos y retoma. La Fase 2 busca

obtener la distancia entre la ubicación marcada y el rayo empleando la ecuación Haversine (ver ecuación 1).

$$Distancia = 2R \arcsin \sqrt{\sin^2 \left(\frac{\Delta lat}{2} \right) + \cos(lat1) \cos(lat2) \sin^2 \left(\frac{\Delta lon}{2} \right)} \quad (1)$$

Donde R es el radio de la tierra, $(lat1, lon1)$ representan la latitud y longitud en el punto 1, $(lat2, lon2)$ representan latitud y longitud en el punto 2, Δlat es la diferencia entre la $lat2$ y la $lat1$, Δlon es la diferencia entre la $lon2$ y la $lon1$.

La Fase 3 notifica al usuario un mensaje con el nombre y la distancia donde detectó la descarga atmosférica por medio del Google Cloud Messaging (GCM) con el nombre de usuario registrado en la aplicación para finalmente visualizar el mapa. Por otra parte, el registro de cada notificación se almacena en la base de datos del VPS con la finalidad de realizar las estadísticas.

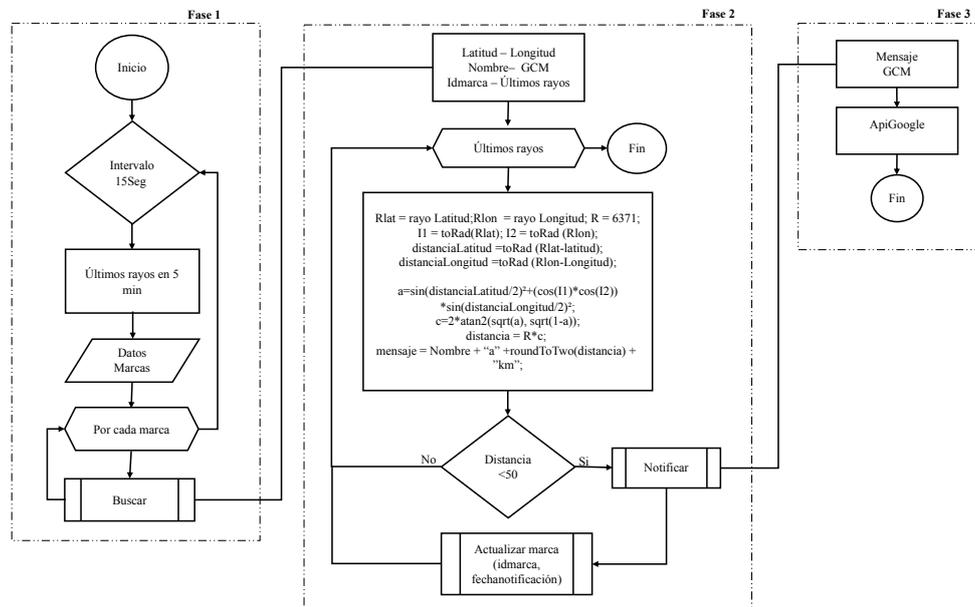


Figura 4: Flujograma de notificaciones.

La Figura 5 muestra el funcionamiento del sistema, donde la estación detecta las descargas atmosféricas, los datos del rayo son enviados al VPS los cuales se distribuyen en las diferentes bases de datos con la finalidad de que el usuario pueda ser notificado y acceda a la información de las descargas atmosféricas por medio de la aplicación móvil.

La Figura 6 representa el desarrollo general de la aplicación móvil donde se visualizan cada una de las ventanas presentes en ella; detallando la ventana principal que presenta el apartado de registro, inicio de sesión y mapa de descargas.

El inicio de sesión contiene un menú principal de seis opciones: el perfil de usuario que almacena el historial de las pruebas realizadas con sus estadística; el mapa general donde presenta las descargas atmosféricas a nivel mundial basada en la plataforma de Blitzortung; la herramienta educativa que consta de una serie de videos explicativos (ver Figura 7); cuarto la configuración para activar las notificación; quinto el apartado de acerca del cual detalla la información de la aplicación y por último, el icono para cerrar la aplicación.

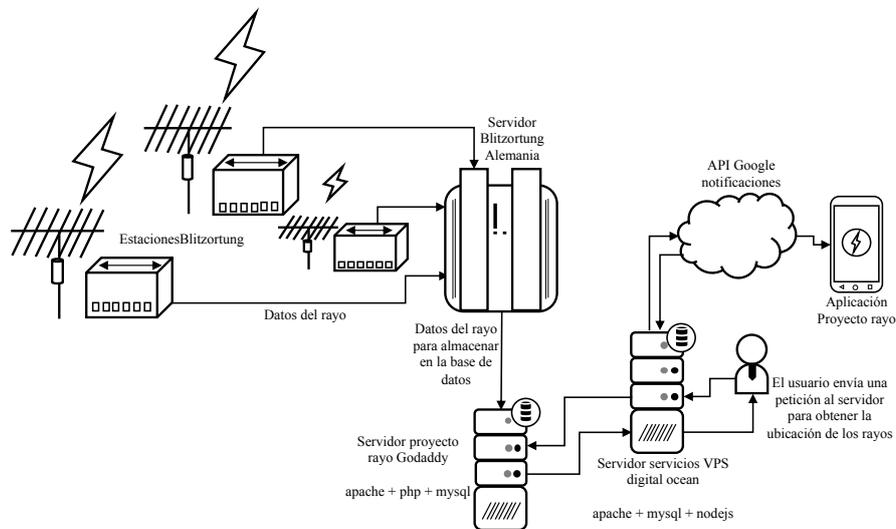


Figura 5: Esquema de funcionamiento.

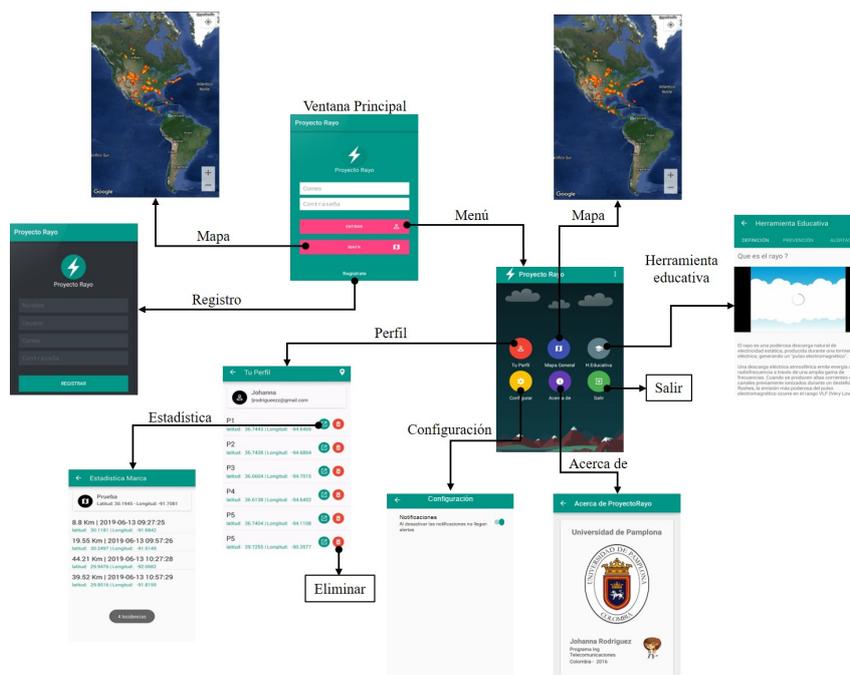


Figura 6: Mapa de navegación.

3.3. Validación del sistema

La estación de monitoreo efectúa su proceso de medición al detectar una descarga atmosférica, adquiriendo los parámetros de la descarga, realiza la triangulación respecto a la estación y la posición del usuario empleando el módulo de GPS para adquirir la latitud y longitud, con el objetivo de generar la distancia de la descarga; así mismo, los datos son visualizados en la pantalla LCD y transferidos vía ethernet a una base de datos en donde pueden ser accedidos mediante la aplicación móvil, la cual indica mediante notificaciones de alerta temprana basado en cuatro indicadores de diferentes tonalidades; rojo cuando la descarga atmosférica ocurre en un área menor a 1 Km, naranja entre los intervalos de 1 Km a 9,9km, amarillo para distancias



Figura 7: Herramienta educativa.

entre 10 Km y 19,9 Km; y finalmente verde para distancias entre los 20 km a 50 Km.

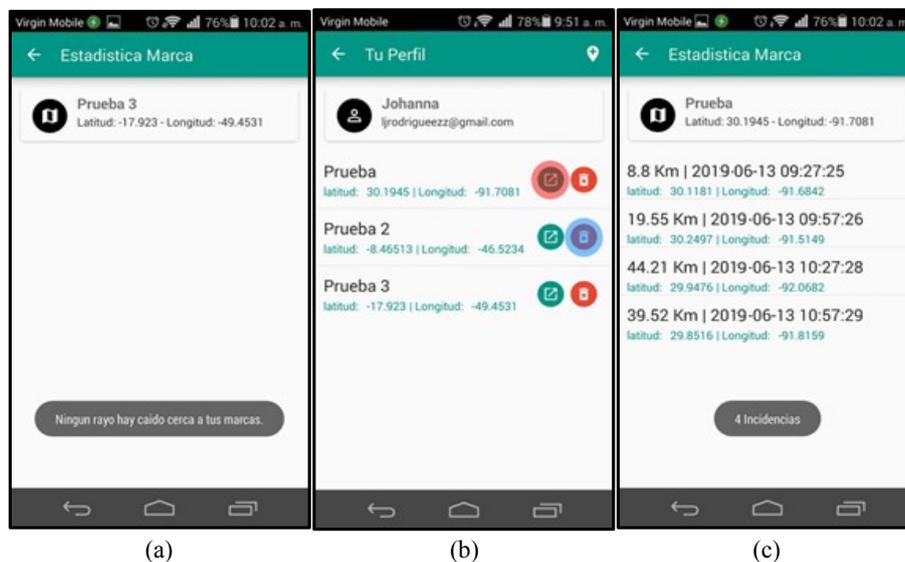


Figura 8: Pruebas de funcionamiento.

Por otra parte, la Figura 8 se expone las pruebas realizadas para evaluar el funcionamiento de la aplicación. En (a) presenta la estructura de la interface al no detectar ninguna descarga atmosférica; (b) muestra los diferentes puntos de ubicación registrados para realizar el monitoreo; (c) contiene el historial de las descargas atmosféricas ocurridas con su respectiva estadística es decir la distancia, fecha y hora.

4. Conclusiones

El artículo presenta el desarrollo de un sistema de monitoreo de descargas atmosféricas por medio de una aplicación móvil codificada en java para sistema operativo Android, donde los resultados de la estación de detección de descargas atmosféricas son enviados a una base de datos a un VPS. La aplicación interpreta los datos, notifica los eventos en cuestión, presenta un mapa con las descargas existentes y el historial de las mismas con su respectiva estadística.

El desarrollo de la aplicación basado en API's facilita el desarrollo y mantenimiento de la aplicación gracias a que divide en bloques la estructura de la misma permitiendo acceder y entender de manera sencilla la información y estructura del código. El uso del API de Google Maps facilita la visualización de las descargas atmosféricas; así aplicar para la sesión de usuario mediante tokens, consultas de zonas, listado de incidencias de zonas y las incidencias en general,

resultó sencillo el desarrollo debido a que divide el trabajo y se hace simple el mantenimiento de la aplicación o la creación de nuevos módulos.

La importancia de generar contenido multimedia educativo permite a los usuarios una ligera capacitación y desarrollo de conciencia en cuanto a las medidas preventivas que se deben tomar al respecto de las descargas atmosféricas.

La facilidad de implementación de plataformas de monitoreo de descargas atmosféricas basados en el entorno Blitzortung junto con una aplicación móvil que priorice la generación de notificaciones como estrategia de alertas tempranas, permiten escalar este tipo de proyectos a un punto en donde la precisión de las medidas sea un apoyo a entes gubernamentales, y a la población en general, de prevención en situaciones de urgencias, emergencias y desastres.

References

- [1] Organización mundial de la salud, “La OMM revela las cifras más elevadas de víctimas mortales por ciclones tropicales, tornados, rayos y tempestades de granizo Organización Meteorológica Mundial,” May, 2017. [Online]. Available: <https://public.wmo.int/es/media/comunicados-de-prensa/la-omm-revela-las-cifras-más-elevadas-de-víctimas-mortales-por-ciclones>. [acceso: 07-Abril-2020].
- [2] Keraunos, “La actividad de rayos en Colombia se estudiará desde el espacio con el apoyo de Keraunos,” 2018. [Online]. Available: <https://keraunos.co/ESP/index.php/noticias-k/item/140-la-actividad-de-rayos-en-colombia-se-estudiará-desde-el-espacio-con-el-apoyo-de-keraunos>. [acceso: 07-abril-2020]
- [3] C. Cruz, E. Rentería, and F. Roman, “Statistics of the Colombian national army lightning accidents,” *2013 International Symposium on Lightning Protection (XII SIPDA)*, 2013, pp. 324–328, DOI:10.1109/SIPDA.2013.6729181.
- [4] A. S. Cruz-Bernal, H. Torres-Sánchez, H. Aranguren-Fino, and J. C. Inampué-Borda, “Lightning mortality rate in Colombia for the period 1997 –2014,” *Rev. UIS Ing*, vol. 17, no. 2, pp. 65–74, Marzo. 2018, DOI:10.18273/revuin.v17n2-2018006.
- [5] C. Younes, Ó. Duarte, and J. Pulgarín, “A novel fuzzy parameter for ground flash density,” *DYNA*, vol. 80, no. 182, pp. 41–49, 2013.
- [6] E. E. Castillo-Anaya, “Importancia estadística de la Densidad de Descargas Atmosféricas a tierra; Lógica Difusa en la Evaluación de riesgos de Impacto de rayo en el Valle de Matatipac,” *EDUCATECONCIENCIA*, vol. 20, no. 21, pp. 105–133, 2018.
- [7] C. Santos-Burguete, “Física del caos en la predicción meteorológica,” *Sexto Simposio Nacional de Predicción “Memorial Antonio Mestre,”* vol. 1, Madrid, 2019, pp. 755–764.
- [8] K. Verdugo, L. Aires, and H. Merchán, “Contribución para la Implementación de una Red de Detección de Rayos en Ecuador,” *Rev. Politécnica*, vol. 41, no. 1, pp. 17–24, 2018, DOI:10.33333/rp.v41i1.937.
- [9] R. S. Pressman, “Ingeniería de software, un enfoque práctico.” Mexico, 2010.
- [10] C. Bolaños-Quirós, “Protecciones contra descargas atmosféricas teoría y normativa,” *International Lightning Protection Symposium*, 2008, pp. 1–95.
- [11] E. Wanke, R. Andersen, and T. Volgnandt, “Blitzortung.org A World-Wide Low-Cost Community-Based Time-of-Arrival Lightning Detection and Lightning Location Network,” 2013.
- [12] A. Ferreira and R. Leal, “Study of TOA method for lightning location in the Amazon region . (Case study with LPATS IV sensors),” no. Abril 2016, Apr. 2017.