



DOI: <http://dx.doi.org/10.23857/dc.v7i4.2427>

Ciencias técnicas y aplicadas

Artículo de Investigación

***Aplicación móvil basada en geolocalización para ubicar médicos cercanos gestionado con Firebase y la API de Google Maps.***

***Geolocation-based mobile application to locate nearby doctors managed with Firebase and Google Maps API.***

***Aplicativo móvel baseado em geolocalização para localizar médicos próximos gerenciados com Firebase e API do Google Maps.***

Richard Alejandro Macías-Lara <sup>I</sup>  
[alejandro.macias@utelvt.edu.ec](mailto:alejandro.macias@utelvt.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0003-1886-6147>

Jaime Sayago-Heredia <sup>II</sup>  
[jaime.sayago@pucese.edu.ec](mailto:jaime.sayago@pucese.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0003-3657-5407>

Henry Javier Rentería-Macias <sup>III</sup>  
[henry.renteria@utelvt.edu.ec](mailto:henry.renteria@utelvt.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0002-0850-1198>

**Correspondencia:** [alejandro.macias@utelvt.edu.ec](mailto:alejandro.macias@utelvt.edu.ec)

**\*Recibido:** 15 de noviembre de 2021 **\*Aceptado:** 20 de noviembre de 2021 **\* Publicado:** 8 de diciembre de 2021

- I. Magister en Tecnologías de la Información, Ingeniero de Sistemas y Computación, Docente Investigador de la Facultad de Ingenierías en la Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas, Ecuador.
- II. Master Universitario en Investigación en Ingeniería de Software y Sistemas Informáticos, Magister UNIGIS en Sistemas de Información Geográfica, Ingeniero de Sistemas, Docente Investigador de la Carrera de Tecnología en la Información y Comunicación en la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas, Ecuador.
- III. Magister en Gestión Ambiental, Ingeniero en Sistemas Informáticos, Tecnólogo en Informática. Docente Investigador de la Facultad de Ingenierías (FACI) en la Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas (UTELVT), Ecuador.

## Resumen

La tecnología ha influenciado en el crecimiento de las aplicaciones móviles al ir evolucionando conforme los hábitos de consumo y demanda, sobre todo cuando son orientados a la salud. Este artículo propone una aplicación móvil que permita buscar médicos cercanos a la ubicación del dispositivo reduciendo el tiempo que se tarda normalmente y mostrando información como: calificación, comentarios, precios de consulta, años que tiene ejerciendo su profesión y que permita georreferenciar a la dirección del profesional. El estudio se califica como una investigación documental, descriptiva, transversal y aplicada, teniendo un enfoque cuantitativo con un alcance descriptivo experimental. En el desarrollo se empleó la metodología programación extrema basado en la ingeniería de requisitos, esta permitió levantar información específica para obtener los requerimientos del prototipo a mediados de junio de 2020 en Esmeraldas utilizando la técnica de la encuesta y ficha bibliográfica. Los resultados evidencian que la aplicación cumple con todas las necesidades requeridas por los encuestados, estos se enfocan en ver información específica de cada médico. Por otro lado, se realizó una comparativa del tiempo promedio que toman normalmente las personas en buscar un médico sin aplicación y con el prototipo, evidenciando que se reduce en un 78,63% el tiempo empleado. En el prototipo se utilizaron las tecnologías de Firebase, la API de Google Maps en Angular 9 gestionados por el framework Ionic 4, se evidencia que estas tecnologías fueron las mejores opciones para el desarrollo móvil multiplataforma basado en geolocalización debido al fácil aprendizaje, la amplia documentación con la que cuentan, multitud de componentes que disponen y la gran comunidad que tienen a su lado, dando como resultado un tiempo de respuesta en obtener información de 0.883 milisegundos; a su vez, las pruebas experimentales muestran que se optimizó el tiempo en buscar médicos y es una aplicación eficiente y precisa.

**Palabras claves:** Aplicación; Smartphone; médico; ubicación; tecnología emergente; geolocalización.

## Abstract

Technology has influenced the growth of mobile applications as they evolve according to consumer habits and demand, especially when they are oriented to health. This study proposes a mobile application that allows searching for doctors near the location of the device, reducing the time it

normally takes and showing information such as: qualification, comments, consultation prices, years practicing their profession and allowing georeferencing to the professional's address. The study is qualified as a documentary, descriptive, transversal and applied research, having a quantitative approach with an experimental descriptive scope. In the development, the extreme programming methodology based on requirements engineering was used, which allowed the gathering of specific information to obtain the requirements of the prototype in mid-June 2020 in Esmeraldas using the survey technique and bibliographic record. The results show that the application meets all the needs required by the respondents, who are focused on seeing specific information of each doctor. On the other hand, a comparison was made of the average time that people normally take to look for a doctor without the application and with the prototype, showing that the time spent is reduced by 78.63%. The prototype used Firebase technologies, the Google Maps API in Angular 9 managed by the Ionic 4 framework, it is evident that these technologies were the best options for cross-platform mobile development based on geolocation due to the easy learning, the extensive documentation they have, the multitude of components available and the large community they have at their side, resulting in a response time to obtain information of 0.883 milliseconds; in turn, the experimental tests show that the time to search for doctors was optimized and it is an efficient and accurate application.

**Keywords:** Application; smartphone; medical; location; emerging technology; geolocation.

## Resumo

A tecnologia tem influenciado o crescimento dos aplicativos móveis à medida que evoluem de acordo com os hábitos e a demanda do consumidor, principalmente quando são voltados para a saúde. Este estudo propõe um aplicativo mobile que permite a busca de médicos próximos à localização do aparelho, reduzindo o tempo normalmente gasto e exibindo informações como: habilitação, comentários, preços de consultas, anos de exercício da profissão e possibilitando o georreferenciamento para o endereço do profissional. O estudo é qualificado como uma pesquisa documental, descritiva, transversal e aplicada, tendo uma abordagem quantitativa com âmbito descritivo experimental. No desenvolvimento, foi utilizada a metodologia de extrema programação baseada na engenharia de requisitos, o que permitiu a recolha de informação específica para a obtenção dos requisitos do protótipo em meados de Junho de 2020 em Esmeraldas utilizando a

técnica de survey e registro bibliográfico. Os resultados mostram que o aplicativo atende a todas as necessidades exigidas pelos respondentes, que têm como foco a visualização de informações específicas de cada médico. Por outro lado, foi feita uma comparação do tempo médio que as pessoas normalmente levam para procurar o médico sem o aplicativo e com o protótipo, mostrando que o tempo gasto é reduzido em 78,63%. O protótipo utilizou tecnologias Firebase, a API do Google Maps em Angular 9 gerenciada pelo framework Ionic 4, é evidente que essas tecnologias foram as melhores opções para desenvolvimento mobile multiplataforma baseado em geolocalização devido ao fácil aprendizado, a extensa documentação que possuem, a multiplicidade de componentes disponíveis e a grande comunidade que possuem ao seu lado, resultando em um tempo de resposta para obtenção de informações de 0,883 milissegundos; por sua vez, os testes experimentais mostram que o tempo de busca por médicos foi otimizado e é um aplicativo eficiente e preciso.

**Palavras-chave:** Aplicativo; smartphone; médico; localização; tecnologia emergente; geolocalização.

## Introducción

Actualmente los dispositivos móviles (Smartphone) forman parte de la tecnología más usada presentando una gran ventaja como su fácil manejo (Herrera & Fennema, 2011). De esta manera, la constante evolución de esta tecnología ha hecho que se incremente número de usuarios, agreguen más sensores internos y la velocidad de transmisión de datos, teniendo gran cabida en el mercado con un promedio de 103 líneas telefónicas por cada 100 personas (Cecilia et al., 2014), convirtiéndose en la computadora personal común revolucionado el panorama de la comunicación, pues casi siempre se encuentran encendidos y son altamente portátiles (Cecilia et al., 2014), (Ruiz et al., 2016). Actualmente, el estilo de vida definido por la movilidad y la falta de tiempo hace que el móvil sea importante a la hora de ir de un lugar a otro (González Oñate & Fanjul Peyró, 2018), (Thomas et al., 2018) y (Lizarralde, 2014). Por estos motivos, las personas dependen mucho de esta tecnología ya sea para establecer comunicación en tiempo real, compartir información, contactar personas, realizar compras, escuchar noticias, prestar servicios o buscar lugares mediante la geolocalización que brindan (Kamel Boulos et al., 2014), (Rodrigo, 2008) y (Navarro, 2017). Se ha pasado de aplicaciones móviles básicas a aplicaciones de todo tipo incluyendo las de salud,

sobre todo por ser lo más importante que posee toda persona que no puede ser descuidado por ningún motivo ni ponerla en manos de cualquier médico. En Rahmi et al. (2017) se menciona que esta es una de las principales razones por la que las personas que padecen alguna afectación sobre su salud siempre intentan buscar un médico especializado y de manera oportuna para hacerse tratar. La aparición de estas tecnologías en el área de la medicina ha sido de mucha ayuda para la sociedad puesto que algunas permiten: agendar citas, comprar fármacos o permitir a médicos realizar monitorización del estado de enfermedades crónicas en pacientes. En Cepeda (2014) se menciona que el Instituto de Salud Internacional (IMS) junto con una de las mejores organizaciones de evaluación tecnológica en salud durante los últimos años han detectado 165.000 aplicaciones orientadas a este campo, por otro lado, en la misma investigación se prevé que el aumento del uso de dispositivos móviles enfocados a la salud continuará creciendo en los próximos años. En el ámbito internacional existen estudios de (Dutta & Roy, 2016) realizado en Bhubaneswar – India y (Candela Mendoza et al., 2018) implementado en Lima – Perú, ambos están relacionados con la temática, y se enfocan en la búsqueda de médicos en el menor tiempo posible permitiendo dirigir a la ubicación del profesional mediante la navegación del teléfono. Estas investigaciones son de gran importancia puesto que brindan información relevante sobre los procedimientos, metodologías y herramientas que se emplearon para generar la aplicación móvil de manera ágil y liviana. Las aplicaciones móviles dedicadas a la salud en el Ecuador son escasas, por ende, la búsqueda de un profesional médico en un lugar que se desconoce, la poca confianza o temor de preguntar a cualquier persona sobre algún especialista, sumando a esto la pérdida de tiempo en buscar direcciones para llegar a un destino puede poner en desesperación y angustia a la persona que necesita ayuda y terminar direccionado a lugares pocos confiables (Manuales MSD, 2017). De acuerdo con las necesidades y problemas que se tienen hoy en día al momento de acudir a un médico ya sea por emergencia o chequeo de rutina se genera la idea de cómo dar solución a estos inconvenientes utilizando tecnologías emergentes más demandadas por las personas en la ciudad Esmeraldas.

Esta propuesta se sustenta en varios estudios realizados (Rahmi, 2017), (Dutta & Roy, 2016), (Kjeldskov et al., 2010), (Candela Mendoza et al., 2018) y (Nour et al., 2019) que siguen la misma línea de aplicaciones de salud para monitoreo y ubicación empleando el sistema americano de posicionamiento satelital (GPS) teniendo éxito en cumplir sus objetivos propuestos. Estos estudios

generaron gran impacto tecnológico y satisfacción en la sociedad al contar con servicios virtuales asistido por la geolocalización del dispositivo móvil para facilitar el rápido acceso a un profesional médico. Teniendo como argumento estas investigaciones relacionadas surge la intención de ofrecer una alternativa de servicio, que trata de proponer un prototipo de aplicación multiplataforma para Smartphone que permita realizar una búsqueda inteligente y localizar a médicos profesionales cercanos a la ubicación del dispositivo de manera rápida y precisa.

La propuesta permitirá ver información específica como; reputación, especialidad y opiniones de los demás que han hecho uso del servicio profesional. De esta manera, se pretende que la sociedad pueda ubicar a un médico en el menor tiempo posible con las características que necesite, permitiéndoles realizar una elección efectiva. Se empleará la metodología de desarrollo Programación Extrema (XP) por ser una de las mejores prácticas que permitirá llevar el control del proyecto y a su vez dar resultados funcionales al término de cada semana, ayudando a finalizar la aplicación alrededor de 4 semanas.

Este estudio está organizado de la siguiente manera: en la sección II se presentan investigaciones relacionadas con esta propuesta. En la sección III se describen los métodos y materiales utilizados para la definición de los requerimientos y para el desarrollo de la aplicación. En la sección IV se detallan los resultados y discusión que se obtuvieron luego de las pruebas experimentales y al realizar la comparativa en base al tiempo empleado para ubicar médicos. En la sección V se presentan las conclusiones y trabajos futuros.

### **Trabajos relacionados**

Para iniciar el proceso de recolección de información documental y estudios relacionados se definió una cadena de búsqueda a partir de la propuesta planteada. Estos términos están definidos de la siguiente manera: (mobile application OR app) AND (geolocation OR GPS) AND (Medic\* OR healthcare), se inició con la búsqueda en las distintas bases de datos científicas y se seleccionaron los estudios más relevantes, los cuales aportaron información para el proceso de desarrollo del prototipo permitiendo cumplir con los objetivos propuestos, a continuación, se describen:

En la actualidad, la cantidad de procesos que realiza un paciente y el tiempo que emplea mientras ubica a un médico especialista o acude a una dirección que poco conoce, puede hacer que se sienta incómodo (Burgos et al., 2009). Partiendo de estos problemas, en (Canal-MV, 2015) se expone que un sistema debe facilitar la búsqueda de un médico de una manera eficiente y eficaz. De este modo,

Findoctor es un sistema de información geográfico de clínicas para Android propuesto por (Rahmi, 2017) para facilitar las necesidades entre médicos y pacientes utilizando gestor de base de datos MySQL como el principal almacenamiento y Google Firebase Storage que se utiliza para guardar datos adicionales y obtenerlos en tiempo real. El resultado de esta investigación muestra que Firebase proporciona con éxito la base de datos en tiempo real, la notificación automática y el almacenamiento al igual que la API de Google Maps que permite admitir con éxito el mapa y la ubicación precisa.

En el mismo campo (Dutta & Roy, 2016) desarrollaron una aplicación móvil llamada PCAS que ayuda a una víctima de un desastre en elegir el médico más cercano que sea apropiado para el paciente en condiciones de disponibilidad en un lugar cercano y lo antes posible. Se diseñó para Android con gestor de base de datos MySQL, los datos de localización almacenados cambian constantemente dependiendo del movimiento debido a que en muchas ocasiones los médicos son direccionados a otros centros de salud. El estudio tuvo éxito en reducir el tiempo en la búsqueda de un médico, y en el ámbito productivo gran acogida al estar desarrollada con software libre y ser muy liviano para el tiempo de respuesta en obtener información.

Siguiendo la misma línea en (Kjeldskov et al., 2010) se presenta un prototipo de un servicio móvil llamado GeoHealth para trabajadores de atención médica a domicilio que atienden a pacientes en el hogar dentro de un área geográfica extensa. Brinda a los usuarios información contextual en vivo sobre pacientes, compañeros de trabajo, actividades de trabajo actuales adaptadas a su ubicación geográfica. El prototipo utiliza Google Maps, el GPS y la tecnología Web 2.0 proporcionando una representación ligera, dinámica e interactiva. El prototipo se adapta de manera excelente a la plataforma Android utilizando Google Maps Nativo del dispositivo para generar una mejor precisión en la ubicación de pacientes y compañeros de trabajo.

Del mismo modo (Candela Mendoza et al., 2018) presenta un servicio llamado “Asistencia sanitaria ambulatoria” que consiste en una sesión personalizada entre médico y paciente sin tener que mantenerlo hospitalizado. Desarrollado para dispositivos móviles utilizando tecnologías emergentes para su rápida construcción gestionado con Microsoft Azure. En el análisis de los resultados se puede observar que los usuarios están dispuestos a buscar otro tipo de método para evitar largas colas y el tiempo de atención en los centros de salud. Con la aplicación móvil se muestra que el usuario toma un promedio de 3 minutos ingresando y agendar una cita ambulatoria.



Continuando en el mismo campo en (Nour et al., 2019) se presenta un innovador sistema de monitoreo de pacientes que integra una aplicación y dispositivos portátiles para monitorear los datos fisiológicos críticos de los pacientes utilizando GPS del dispositivo para que los pacientes y los proveedores de servicios de salud puedan rastrearse entre sí. El sistema proporciona al paciente el hospital más cercano para que pueda llegar más rápido. Como resultados tenemos que el sistema es muy eficiente y preciso para medir y monitorear los datos de los pacientes, ayudando tanto al paciente como a los centros de salud a ubicarse entre sí para que tomen medidas inmediatas dependiendo de las situaciones de emergencia.

En función de los artículos relacionados presentados se hace un análisis de los problemas que se presentan comúnmente al acudir a un médico, sobresaliendo más el factor tiempo que tardan las personas en encontrar un profesional o lugar especializado para la salud. A partir de estas investigaciones se plantea aportar a la sociedad utilizando la tecnología móvil por ser el dispositivo más usado actualmente, con el objetivo de reducir el tiempo en búsqueda de médicos especialistas utilizando GPS para ubicar a un profesional. Mostrando información que no presentan aplicaciones similares a esta, como: visualizar calificación de personas que han hecho uso del servicio, permitir calificar con el método 5 estrellas y sobre todo información mucho más específica que permitirá realizar una elección acorde a las características que se busque.

## Metodología

El proyecto se realizó con información obtenida en la ciudad de Esmeraldas, este es el lugar de entorno de integración y maduración de la aplicación para su futura evolución y así tratar de abarcar todo el país (Ecuador). Se planteó un prototipo en el que participan principalmente las personas que tienen la necesidad de encontrar a un médico cercano a su ubicación, también han estado involucrados directamente los médicos con la posibilidad de registrar manualmente su consultorio y datos profesionales. El estudio se califica como una investigación documental, descriptiva, transversal y aplicada, siguiendo las bases de un diseño cuantitativo teniendo un alcance descriptivo experimental.

La investigación documental permitió profundizar el conocimiento de los temas acudiendo a fuentes de información existentes como libros, artículos científicos y otras investigaciones relacionadas con la propuesta. Se apoyó en documentos válidos que permitieron aplicar la



Aplicación móvil basada en geolocalización para ubicar médicos cercanos gestionado con Firebase y la API de Google Maps.

ingeniería de requisitos de software basado en la ISO, IEC y IEEE (ISO et al., 2018), esta normativa ayudó a levantar información específica a mediados de junio de 2020, se aplicó el proceso de análisis de requerimiento que se basó en una serie de tareas y actividades mediante las cuales se ganó conocimientos relevantes del problema, posterior a esto, se aplicaron las técnicas de elicitación enfocados en un cuestionario para captura de requisitos del software que esta propone y así se pudo obtener la lista de requisitos del software. En Binti et al. (2019) mencionan que una de las características sobresaliente de los diseñadores de aplicaciones para Smartphone es su corta duración. En base a esto, se tomó para comparativa dos de las metodologías más empleadas para el diseño de aplicaciones móviles (Tabla 1).

**Tabla 1.** Comparativa entre XP y Mobile-D.

<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>XP</b>	<b>Mobile-D</b>
<b>Tipo de proyecto de software</b>	Aplicaciones móviles	Aplicaciones móviles
<b>Programador/Relación con usuario</b>	Trabajo en equipo, habilidades blandas	Interactúa con el cliente, buena relación con el grupo
<b>Etapas</b>	-Define los roles -Estima el esfuerzo -Elige qué construir -Programa -Retroalimentación	-Explotación -Iniciación -Producción -Estabilización -Pruebas
<b>Características propias</b>	Énfasis en la comunicación	Ciclo de 3 días por cada función
<b>Tiempo</b>	De 2 a 4 semanas	De 3 a 10 semanas
<b>Documentación</b>	Simple	Media
<b>Aplicación</b>	Proyectos cortos	Proyectos cortos y fijos.

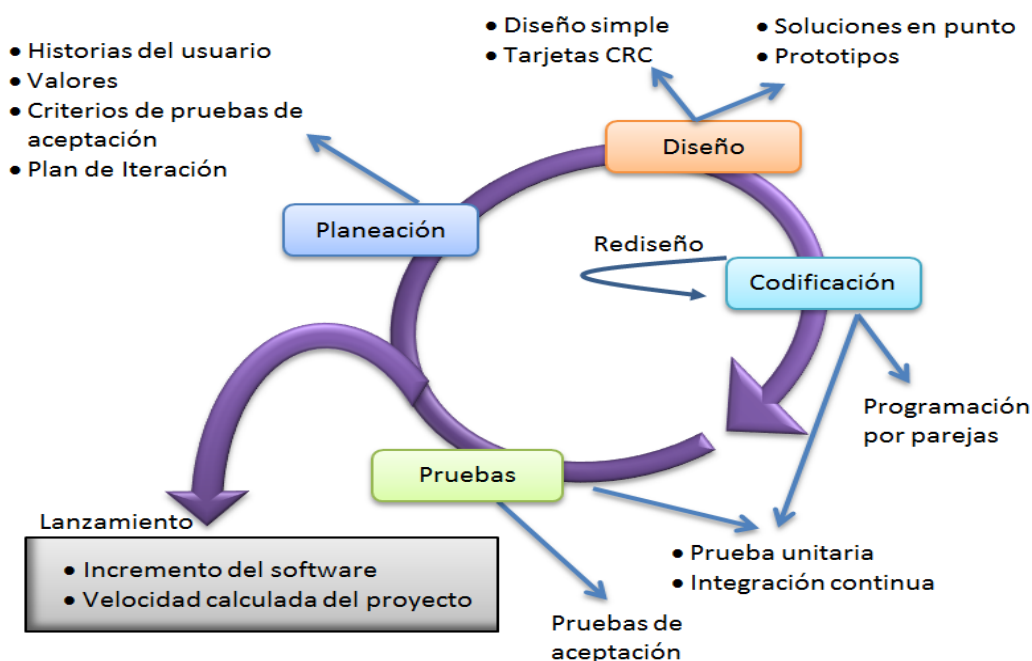
**Fuente:** Elaboración propia.

Teniendo en cuenta estas características se decidió por emplear la metodología de desarrollo XP, esta permitió ir midiendo la funcionalidad y enfocándose en no perder la calidad del software evitando realizar más trabajo del estimado en los plazos establecidos. El cumplimiento de estos aspectos se logró con la ejecución de las fases que proporciona la documentación (Figura 1)

Aplicación móvil basada en geolocalización para ubicar médicos cercanos gestionado con Firebase y la API de Google Maps.

estableciendo ahorro de tiempo y recursos, entrega de prototipos más rápido que cualquier otra metodología, se basó en la mejora continua de diseño del software y sobre todo realizando una retroalimentación al inicio de cada semana. También se logró emplear los principios básicos establecidos en la ingeniería de usabilidad del software para obtener como resultado un sistema que hará al usuario más productivo aumentando su eficiencia y satisfacción al utilizarlo (Ferré Grau, 2000).

**Figura 1.** Ciclo de vida clásico para un proceso de desarrollo software.



Fuente: (Durante et al., 2018).

La investigación descriptiva permitió recopilar información específica de las personas que utilizarán la aplicación. Estos fueron de suma importancia para iniciar el diseño del prototipo y base de datos, cabe recalcar que se basó en los lineamientos que propone la ingeniería de requerimientos. El estudio transversal permitió realizar mediciones en dos ocasiones, las encuestas se aplicaron al inicio para su respectivo análisis y así poder levantar información que permita obtener los requerimientos y tiempo que tardan las personas en encontrar un médico, la segunda

Aplicación móvil basada en geolocalización para ubicar médicos cercanos gestionado con Firebase y la API de Google Maps.

---

medición se realizó luego de completar el prototipo para verificar y comparar los tiempos que una persona se toma en realizar una búsqueda de un médico acorde a sus necesidades.

La investigación aplicada tecnológica, ayudó a resolver el problema que se planteó mediante una aplicación orientada a los dispositivos móviles.

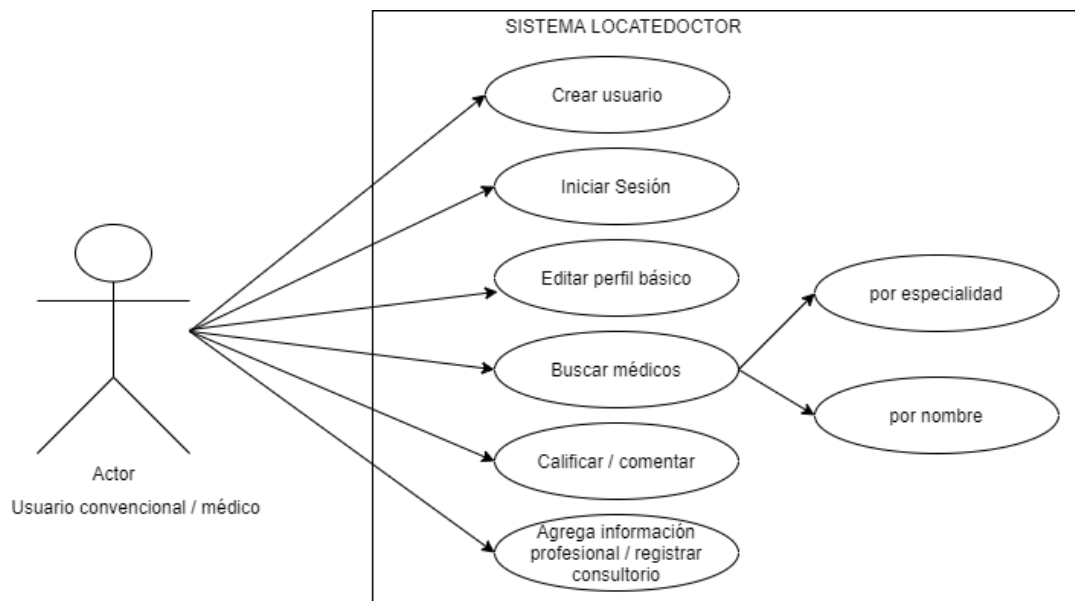
El estudio se basó en un enfoque cuantitativo permitiendo obtener resultados para su evaluación, estos fueron procesados mediante técnicas estadísticas y hojas electrónicas. Se dieron soluciones a las interrogantes que se manifestaron y ayudaron para obtener guías en el proceso del desarrollo del prototipo y así se evitaron futuros rediseños. La muestra se tomó a la población residente en el perímetro cantonal de Esmeraldas establecidos por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) 2010 con un total de 95510 habitantes del perímetro urbano.

Cabe recalcar que es una cantidad excluyendo niños y tomando en cuenta personas que utilizan constantemente los dispositivos móviles, se realizó vía internet asegurándonos que les llegue a personas que hacen uso constante de la tecnología. En Otzen (2017) se menciona que: cuando se tiene una población muy amplia se aplica el método de muestreo aleatorio simple, este permitió que todos los individuos que componen la población blanca tengan la misma oportunidad de ser incluidos en la muestra, partiendo de esta fórmula con un porcentaje de confiabilidad del 90% se obtiene una muestra de 225 personas.

### **Desarrollo del prototipo**

Las técnicas aplicadas en esta investigación fueron la revisión documental con el instrumento de ficha bibliográfica y páginas electrónicas con el objetivo de obtener conocimiento sobre las herramientas y metodologías que mejor se adapten al prototipo, esta puede ser visualizada en el siguiente enlace <https://n9.cl/qvlw9>. Así mismo, se utilizó la técnica de la encuesta con el instrumento de cuestionario mediante la plataforma electrónica Google Forms sobre el que posteriormente se levantaron los requerimientos para el desarrollo del prototipo. En el siguiente enlace se tiene acceso a la encuesta <https://forms.gle/WfapXKHx8NnaYw7B6>. En la (Figura 2) se pueden observar los puntos que se aceptaron para iniciar el diseño del prototipo representado en un UML.

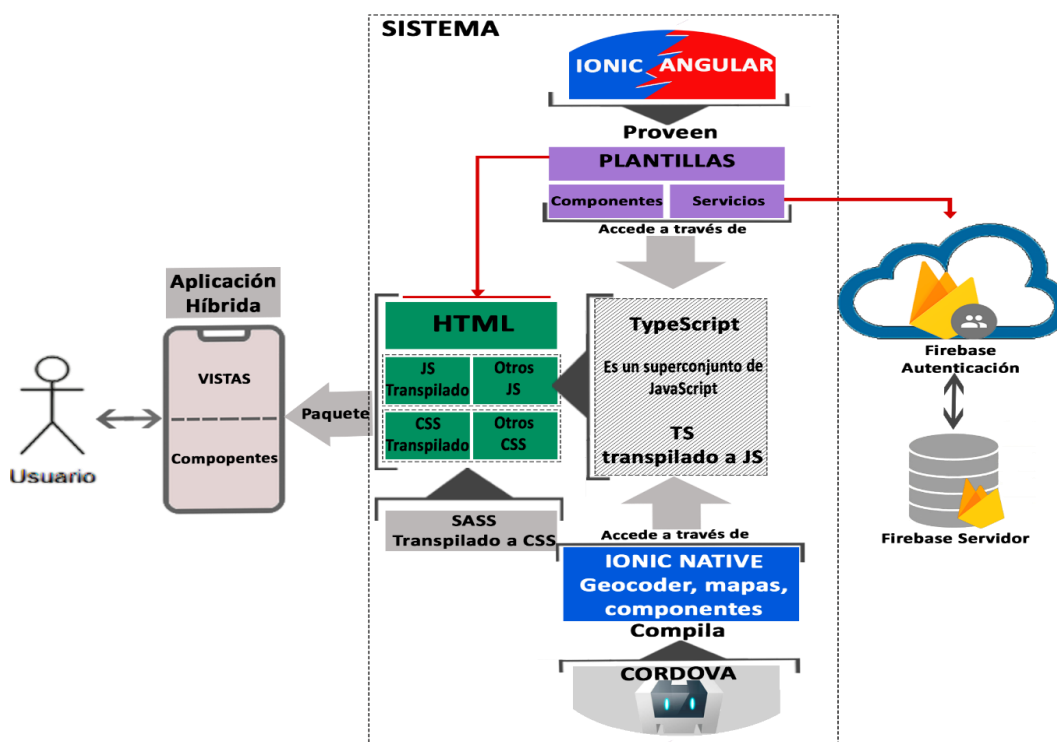
**Figura 2.** Caso de uso general del prototipo.



**Fuente:** Elaboración propia.

A través de esta aplicación los usuarios pueden realizar un inicio de sesión por primera vez en su dispositivo móvil, luego de este proceso tienen acceso a toda la funcionalidad del prototipo. El modo por defecto es el de usuario convencional que permite modificar sus datos básicos como nombre, contraseña y avatar, también pueden realizar búsqueda de médicos por nombres o especialidad, cuyos resultados están enfocados en el distrito que se encuentra posicionado el dispositivo. Al realizar la verificación de email, se activa el otro modo que permite registrar a un usuario todos los datos necesarios de un profesional médico, estos datos de registro están enfocados en los requerimientos de los usuarios convencionales. En la (Figura 3) se expresa la arquitectura de la aplicación creado a partir del diseño lógico híbrido expuesto en (Sánchez, 2020).

Figura 3: Arquitectura lógica del prototipo.



Fuente: Elaboración propia.

En la (Figura 3) se puede observar claramente que todo parte desde el marco del Framework Ionic basado en Angular, ambas tecnologías trabajan en conjunto para generar plantillas (vistas) que mostrarán todo tipo de información al usuario, también se implementan los componentes (controladores) de acuerdo con cada vista implementando complementos nativos de dispositivos móviles y servicios (modelo) que en este caso estarán configurados para la conexión con el servidor de Firebase. Al estar basado en Angular toda la codificación es escrita en TypeScript (TS) y los estilos de las vistas empleando el framework de hojas de estilo sintácticamente impresionantes (SCSS), al momento de compilar la aplicación estas tecnologías emplean el Apache Cordova, este permite incorporar componentes nativos como: geocoder para obtener la ubicación detallada del dispositivo, los mapas y navegación, aparte utilizan componentes adicionales referentes a cada plataforma ya sea IOS o Android. Tras la compilación Cordova transforma los archivos necesarios

Aplicación móvil basada en geolocalización para ubicar médicos cercanos gestionado con Firebase y la API de Google Maps.

para ser interpretados por varias plataformas mostrando al usuario una aplicación híbrida capaz de ser ejecutada al mismo tiempo en plataforma móvil y Web.

De igual manera en la (Figura 4) se detallan los distintos procesos que emplea la aplicación para enviar y recibir información.

**Figura 4.** Arquitectura del prototipo para usuario.



**Fuente:** Elaboración propia.

La (Figura 4) muestra el proceso que realiza el prototipo desde que el usuario interactúa hasta que la aplicación lleva la información a Firebase. El prototipo emplea los siguientes complementos de Firebase: fire auth para gestionar la autenticación de los usuarios, fire cloud para gestionar la información de los médicos en formato NoSQL, fire storage para almacenar las imágenes de perfil de los usuarios y fire analytics para evaluar el funcionamiento de los componentes mediante eventos.

Del mismo modo, en base a los requerimientos se generó el esquema de la base de datos NoSQL utilizando un patrón de diseño embebido y referenciado en formato JSON y su implementación en el Firebase Cloud (Figura 5).

Aplicación móvil basada en geolocalización para ubicar médicos cercanos gestionado con Firebase y la API de Google Maps.

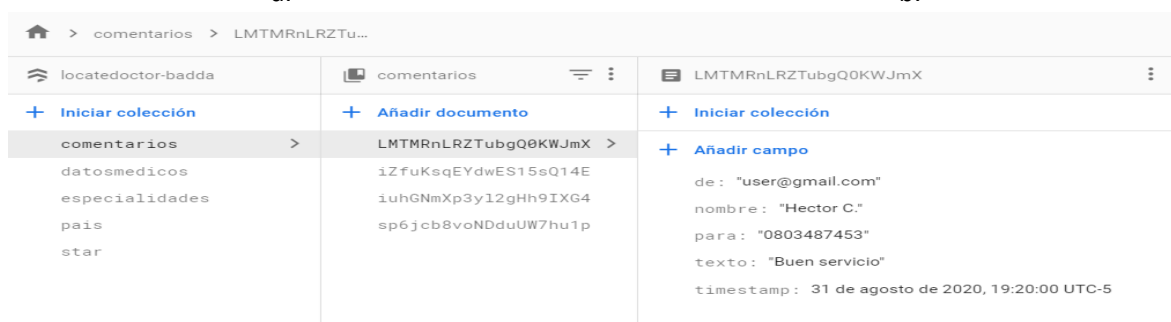
**Figura 5.** Base de datos en formato JSON e implementación en Firebase Cloud.

```

1  pais{ // Lista de países
2    _idDocument: string,
3    idPais: number,
4    name: string
5  }
6  comentarios{ // comentarios de los médicos
7    _idDocument: string,
8    de: string,
9    nombre: string,
10   para: string,
11   texto: string,
12   timestamp: timestamp
13 }
14 star{ //calificación de los médicos
15   _idDocument: string,
16   de: string,
17   para: string,
18   calificación: integer(1)
19 }
20 especialidades{ //lista de especialidades médicas
21   _idDocument: string,
22   idPais: number,
23   name: string
24 }
25 datosmedicos{ //datos profesionales de los médicos
26   _idDocument: string,
27   foto: string,
28   cedula: string,
29   nombre: string,
30   emisorlabor: number,
31   certificados: [
32     {
33       fecha: date,
34       institucion: string,
35       name: string
36     }
37 ],
38   diasatencion: [
39     {
40       val: string en 'lunes',
41       isChecked: boolean
42     }
43 ],
44   horarioatencion: {
45     inicio1: timestamp,
46     inicio2: timestamp,
47     inicio3: timestamp,
48     inicio4: timestamp
49   },
50   especialidadp: Especialidades._idDocument,
51   otrasEspecialidades: [
52     Especialidades._idDocument
53 ],
54   paisorigen: Pais._idDocument,
55   serviciosAdicional: Array(),
56   sigla: string,
57   star: Decimal,
58   telefonos: Array(),
59   ubicacion: {
60     address: string,
61     administrativeArea: string,
62     latitude: Number,
63     longitude: Number,
64     locality: string,
65     referencia: string,
66     subAdministrativeArea: string,
67     sublocality: string
68   },
69   viconsulta: Decimal,
70   emergencia: {
71     isChecked: boolean,
72     viconsulta: Decimal
73   }
74 }
    
```

a.

b.



c.

**Fuente:** Elaboración propia.

La Figura 5 (a) muestra la estructura de los documentos de país, comentarios, star que hace referencia a la calificación de cada médico para poder representarlo en modo 5 estrellas, el documento especialidad cuenta con todas las especialidades existente de medicina. En base a estos documentos se crearon índices para agilizar la respuesta de las búsquedas. La Figura 5 (b) es la estructura que almacena toda la información de los médicos registrados en la base de datos y en la Figura 5 (c) se muestra toda la estructura montada en el gestor Firebase Cloud.

A partir de esta información se realizó un prototipo del diseño en la herramienta online llamada ninjamock que puede ser visualizado en el siguiente enlace: [ninjamock.com/s/H5B7TGx](https://ninjamock.com/s/H5B7TGx). Luego se inició el desarrollo de la aplicación utilizando las tecnologías antes expuestas cuya versión se detalla a continuación: el Framework Ionic 4.0.0 basado en Angular 8.0.0 como lenguaje de programación y apache cordova 9.0.0 como servidor. En Vique (2012) se menciona que estas tecnologías permiten el desarrollo de aplicaciones híbridas y robustas empleando el diseño modelo



vista controlador (MVC) generando código para varias plataformas como: iOS, Microsoft, Android y Web. Como entorno de trabajo se utilizó visual studio code, este permitió instalar complementos de todos los Frameworks utilizados incluyendo SCSS, TS y el lenguaje de marcado de hipertexto (HTML) para tener una mejor experiencia en la programación.

El estudio está dentro de las normas éticas y morales que rigen en la sociedad, es un estudio que no lleva a cabo actividades que pudieran ir en contra de las normas legales del Código Integral Penal (COIP) 2018, no obstante, cabe recalcar que se informó a los encuestados el motivo de la investigación y para qué será utilizada la información que están facilitando.

## Resultados

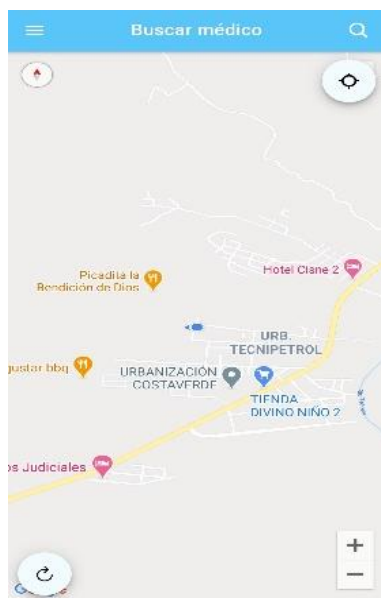
Para concluir con la propuesta el desarrollo del prototipo se guio con la metodología XP y las tecnologías planteadas en la metodología. Estas generaron resultados favorables en el proceso de obtener información sobre médicos cercanos al dispositivo y optimizando al máximo las consultas. La implementación de Firebase generó indexación de las búsquedas que detecta automáticamente ayudando a reducir el tiempo de respuesta en obtener información y permitió implementar seguridad de acceso a la base de datos directamente desde la consola de Google. Las mediciones de este proceso evidencian que los tiempos de respuesta están alrededor de 0.883 milisegundos en obtener información de médicos que se encuentren dentro del distrito de la ubicación del dispositivo y georreferenciarlo. Es necesario mencionar que este prototipo fue compilado para Android versión 8.0.0, pero el marco de Ionic y Cordova permitieron generar versión Web del mismo código, en el siguiente enlace: <https://github.com/part243/locatedoctor> proporcionado por GitHub se encuentra el código fuente para control de versiones.

En consecuencia, estas tecnologías permitieron cumplir al 100% con la propuesta planteada y se logró obtener una aplicación estable que brinda varias ventajas como: navegación guiada mediante GPS conjunto con Google Maps, brinda información específica de cada médico, permite llevar el control de los usuarios, realizar análisis con Google Analítico, pruebas de laboratorio en distintos dispositivos, gestionar eventos y predicciones en base al uso. Todo esto se realiza directamente desde la consola de Google Firebase. Este prototipo cumple con los requisitos obtenidos en las encuestas realizadas a personas que harán uso de este. En la (Figura 6) y (Figura 8) se muestran varias capturas del prototipo funcionando, en la (Figura 7) el algoritmo que permite calcular la

Aplicación móvil basada en geolocalización para ubicar médicos cercanos gestionado con Firebase y la API de Google Maps.

calificación para ser representados en el sistema 5 estrellas, en la (Figura 9) el tiempo empleado por la aplicación en obtener información de Firebase y en la (Figura 10) una comparativa del tiempo que toman las personas en encontrar un médico sin el prototipo y con el prototipo.

**Figura 6.** Pantalla principal, registro de médico y ubicación.



a)



b)



c)

Fuente: Elaboración propia.

La Figura 6 (a) es la pantalla principal de la aplicación que se muestra luego de haber iniciado sesión, se visualiza un mapa con la ubicación del dispositivo y en la parte superior la barra de búsqueda de médicos. En la Figura 6 (b) se muestra la ventana que permite a médicos agregar un consultorio solicitando la información que se obtuvo en base a las encuestas realizadas y en la Figura 6 (c) un mini mapa que permite al usuario médico registrar la ubicación del lugar donde prestará sus servicios.

Es necesario mencionar que para el desarrollo del prototipo se utilizó una cuenta gratuita que permite al mes 200 mil lecturas y escrituras, cumplida esta restricción se debe esperar al siguiente mes para volver a tener esta cantidad así poder seguir realizando consultas y tener la funcionalidad del prototipo al 100%. En el componente de búsqueda se implementó el famoso algoritmo de ordenamiento llamado burbuja permitiendo ordenar los médicos basados en la calificación de mayor a menor. Para realizar la comparativa del ordenamiento se creó una función que se detalla en la (Figura 7), esta permitió obtener la calificación del médico en el rango de 0 a 5 y fue basada en la fórmula expuesta en (Miller, 2014).

Figura 7. Cálculo de la calificación de un médico.

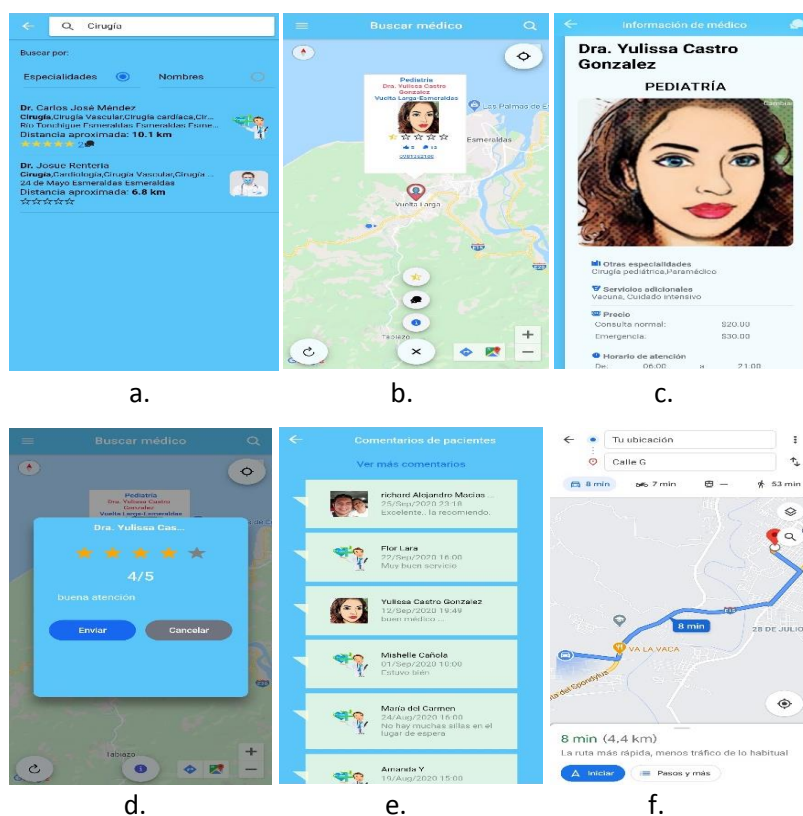
```
415 async getStar(cedula: any, indice: any){
416   let stars: number[]=[0,0,0,0,0,0];
417   let tot: number = 0;
418   let totac: number = 0;
419   this.firebase.getStar(cedula).then(res =>{
420     if (res.length > 0){
421       for (let i = 0; i < res.length; i++) {
422         if(res[i].data().calificacion == 1){ //acumula calificaciones 1
423           stars[1]= stars[1] + res[i].data().calificacion;
424         }
425         if(res[i].data().calificacion == 2){ //acumula calificaciones 2
426           stars[2]= stars[2] + res[i].data().calificacion;
427         }
428         if(res[i].data().calificacion == 3){ //acumula calificaciones 3
429           stars[3]= stars[3] + res[i].data().calificacion;
430         }
431         if(res[i].data().calificacion == 4){ //acumula calificaciones 4
432           stars[4]= stars[4] + res[i].data().calificacion;
433         }
434         if(res[i].data().calificacion == 5){ //acumula calificaciones 5
435           stars[5]= stars[5] + res[i].data().calificacion;
436         }
437       }
438       //calculamos totalidad de puntuación
439       for (let x = 1; x < stars.length; x++) {
440         tot= tot + stars[x] * x;
441         totac = totac + stars[x];
442       }
443     }
444   }
445 }
```

Fuente: Elaboración propia.

Aplicación móvil basada en geolocalización para ubicar médicos cercanos gestionado con Firebase y la API de Google Maps.

La Figura 7 muestra la función que permite calcular la calificación de un médico. Primero se obtiene de Firebase todas las calificaciones que pertenecen al médico. Seguidamente se recorren los valores obtenidos y se va almacenando en un acumulador todas las calificaciones iguales. Posterior a esto se procede a multiplicar la cantidad acumulada por el número equivalente a su calificación, al mismo tiempo en otra variable se van acumulando estos resultados que al final será la calificación representada en la escala de 0 a 5 como se puede observar en la línea 441 de la (Figura 7). En el componente de búsqueda también se implementó el complemento geocoder de Ionic Nativo que permitió realizar el cálculo de la distancia a la que se encuentra el médico. En todo este proceso el prototipo obtiene información de los documentos de calificaciones, comentarios y datos médicos. En la (Figura 8) se muestran capturas que evidencian este proceso.

Figura 8. Buscar médico, ver información y georreferencia.



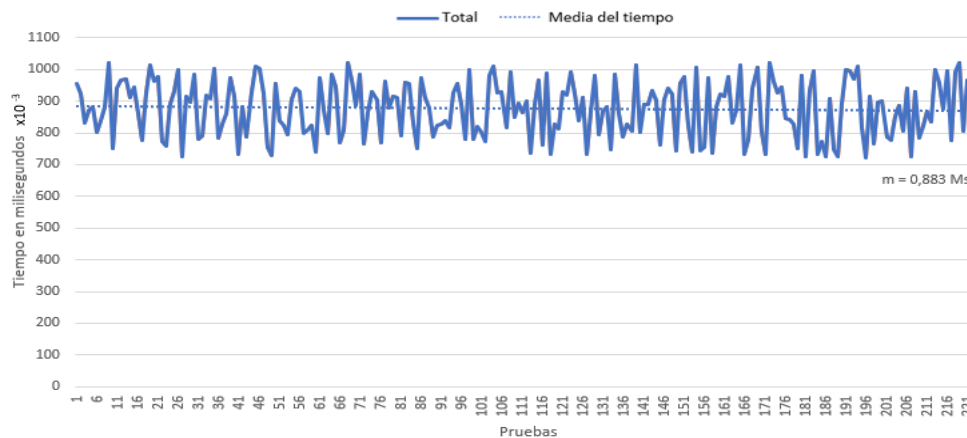
Fuente: Elaboración propia

Aplicación móvil basada en geolocalización para ubicar médicos cercanos gestionado con Firebase y la API de Google Maps.

En la Figura 8 (a) se muestra la interfaz que permite seleccionar entre especialidad o nombre y posteriormente realizar la búsqueda de médicos cercanos en relación con la posición del dispositivo, mostrando como resultado una lista con información resumida en la que se detalla calificación, comentarios, distancia y especialidades, ordenados de manera descendente en base a la calificación, esto permite a personas realizar una elección rápida en base a estos parámetros. En la Figura 8 (b) se visualiza la ventana principal con datos adicionales que se cargan posterior a la selección de un médico, aquí se muestran varios botones que permiten calificar, dejar comentarios, ver información adicional del médico e iniciar navegación mediante GPS con mapas nativos del móvil. En la Figura 8 (c) se muestra un apartado de la información detallada del médico como: nombres, foto de perfil, contactos, valor de consultas, horarios de atención, otras profesiones médicas, servicios adicionales que presta, títulos, certificados y referencias adicionales a su ubicación. En la Figura 8 (d) se muestra la opción que permite a clientes realizar una calificación con el sistema 5 estrellas y dejar comentarios. En la Figura 8 (e) se muestra la ventana donde se pueden visualizar todos los comentarios del médico de las personas que han hecho uso de su servicio. Y en la Figura 8 (f) se presenta la ventana de navegación nativa mediante GPS que se ejecuta al acceder desde la Figura 8 (b) trazando la ruta del médico seleccionado.

En cuanto a las mediciones que se realizaron para evaluar el prototipo, en la (Figura 9) está representado el tiempo de respuesta empleado por el prototipo en obtener información de Firebase y en la (Figura 10) la comparativa de tiempo que toman las personas en ubicar un médico de manera convencional y con el prototipo.

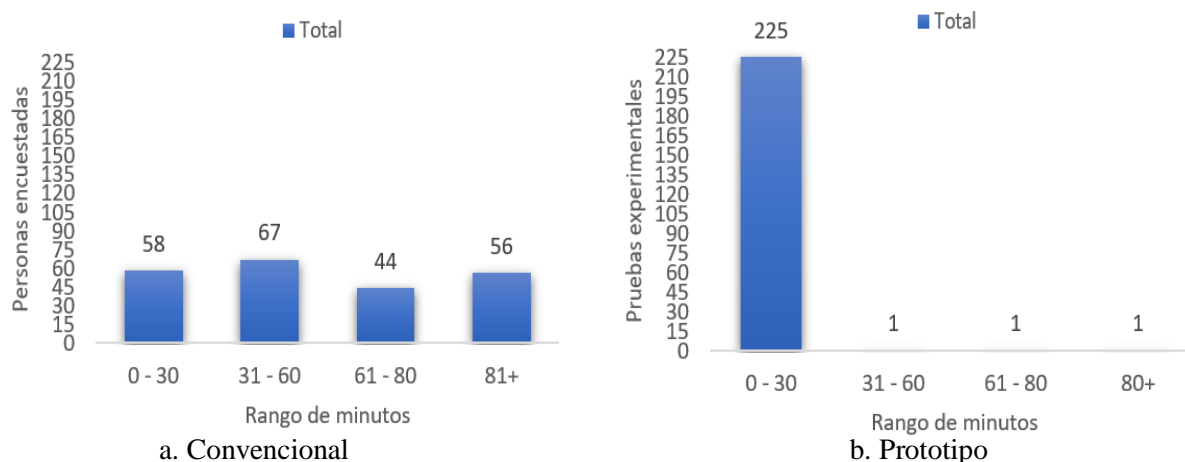
**Figura 9.** Tiempo de respuesta obtener información y gestionar ubicación



Fuente: Elaboración propia

En la Figura 9 se presentan los valores obtenidos de la prueba que consistió en realizar una consulta por especialidad, esta arroja los 10 primeros médicos encontrados dentro del distrito del dispositivo, cuya información es obtenida de Firebase y luego gestionada por la aplicación para poder extraer su ubicación y georreferenciarla en base a una selección del usuario. Los resultados de esta prueba evidencian que el promedio de respuesta que tarda la aplicación es alrededor de 0.883 milisegundos.

**Figura 10.** Tiempo empleado para encontrar un médico.



Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 10 (a) se muestra el rango de tiempo que tardan las personas en encontrar un médico dentro o fuera de la ciudad teniendo como promedio de 21 a 77 minutos. En Figura 10 (b) se representan las 225 pruebas experimentales con la aplicación calculando el tiempo desde que se inicia la búsqueda de un médico hasta estar satisfecho con una elección teniendo en su totalidad un promedio de 6 a 12 minutos.

Estos resultados indican que los requerimientos obtenidos de las encuestas realizadas se cumplieron al 100%. Al igual que la aplicación GeoHealth expuesta en (Kjeldskov et al., 2010) y FinDoctor en (Rahmi et al., 2017) la implementación de Firebase conjunto con Google Maps en un proyecto presentan con éxito una aplicación ligera y eficiente al momento de gestionar información y ubicaciones en dispositivos reales tardando poco tiempo en obtener respuesta. En el estudio de Dutta & Roy (2016) con su proyecto PCAS tuvieron éxito en reducir el tiempo empleado en buscar

Aplicación móvil basada en geolocalización para ubicar médicos cercanos gestionado con Firebase y la API de Google Maps.

---

médicos cercanos utilizando motor de base de datos MySQL y Android Studio, locatedoctor empleó tecnologías emergentes diferentes a las utilizadas en el estudio mencionado y se comprobó que generan búsquedas de manera rápida reduciendo en un 78.63% el tiempo que normalmente tardan las personas en buscar un médico fuera o dentro de la ciudad de manera convencional. Frente a los trabajos relacionados investigados, este prototipo tiene una gran ventaja debido a que el proyecto se generó directamente para ser usado en Android y Web, cabe mencionar que está disponible para realizar las pruebas pertinentes y poder ejecutarlo en iPhone, esta ventaja se considera relevante ya que en las investigaciones realizadas el proyecto fue generado solo para una plataforma. Locatedoctor presenta debilidad al momento de tener gran cantidad de usuarios activos realizando consultas debido a la limitación de la cuenta gratuita. Para poner en producción se sugiere optar por un plan de Firebase que cubra las necesidades en cuanto a demanda, así poder tener el prototipo funcionando al 100%.

## Conclusiones

El prototipo diseñado llamado “locatedoctor” proporciona información detallada sobre médicos como: especialidad, calificación tipo 5 estrellas, comentarios, precio de consulta, horarios de atención, ubicación, entre otros. Estos se implementaron basados en los requerimientos obtenidos en las encuestas realizadas.

Las pruebas experimentales de locatedoctor muestran que es una aplicación muy eficiente y precisa para ubicar médicos. Esta afirmación se generó luego de analizar los resultados en base al tiempo promedio que toman normalmente las personas en buscar un médico frente a la búsqueda con el prototipo reduciéndolo en un 78.63%.

Se emplearon las tecnologías de Firebase como base de datos, la API de Google Maps para gestión de ubicaciones, Angular 9 como lenguaje de programación con el framework Ionic 4, dejando como evidencia que fueron de gran ayuda para un desarrollo rápido y ligero de aplicaciones móvil multiplataforma basado en geolocalización por su fácil aprendizaje, la amplia documentación, multitud de componentes que disponen y la gran comunidad que tienen a su lado.

Las limitaciones del prototipo se presentan cuando se requiere buscar médicos en una ciudad o sector específico, debido a que este módulo no fue creado y solo cumple con buscar médicos cercanos a la ubicación del dispositivo. Otra limitación es que fue compilado solo para Android y



no para iOS. Para solucionarlo se necesita realizar la compilación en un equipo que tenga sistema operativo Mac y una cuenta que pertenezca al gremio de sus programadores. Cabe mencionar que locatedoctor no cuenta con una amplia base de datos de médicos registrados en la aplicación. Como última limitación se puede decir que no cuenta con un plan de Firebase esto ocasiona que a las 200 mil consultas y escrituras no muestre resultados en la búsqueda hasta el siguiente mes.

Para trabajos futuros sería ideal implementar los registros e inicio de sesión basado en redes sociales, a muchos le gustaría ingresar a la funcionalidad de la aplicación simplemente con tocar dos veces la pantalla por primera vez. La implementación de aprendizaje automático también sería un punto clave esencialmente para predecir o sugerir médicos basados en los malestares que presente. Por último, es recomendable optar por un plan de Firebase para tener al 100% todas las funcionalidades de la consola.

## Referencias

1. Burgos, M., Simarro, M., Fremap, E., Jardín, C., Dccu, E., & Sevilla, D. (2009). Enfermería y el paciente en situación terminal. *Scielo*, 16, 1–9. [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1695-61412009000200018](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1695-61412009000200018)
2. Canal-MV. (2015). Atención médica eficaz: evite el aumento en la fila de pacientes. *Brasil*. <http://www.mv.com.br/es/blog/atencion-medica-eficaz--evite-el-aumento-en-la-fila-de-pacientes>
3. Candela Mendoza, E., Cruz Ipanaque, L., & Armas Aguirre, J. (2018). Mobile Technology Model to Ambulatory Healthcare Information online Using Cloud Platform. *Proceedings of the 2018 IEEE 25th International Conference on Electronics, Electrical Engineering and Computing, INTERCON 2018*, 1–4. <https://doi.org/10.1109/INTERCON.2018.8526466>
4. Cecilia, M., Ariza, C., Leonardo, L., & Delgado, M. (2014). Metodología para el desarrollo de aplicaciones móviles. *Readalyc*, 18, 20–35. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=257030546003>
5. Cepeda, C. (2014). Manual de Inmersión 2.0 a la Salud Digital. <https://saludconectada.com/salud-digital-aplicaciones-moviles-salud/>
6. Durante, E., Felipe, F., Cariaga, J., & Cabrera, D. (2018). Metodología XP (EXTREM PROGRAMING). <https://metodologia.webcindario.com/index2.html>

7. Dutta, S. R., & Roy, M. (2016). Providing context-aware healthcare services using circular geofencing technique. *Proceedings of the 10th INDIACom; 2016 3rd International Conference on Computing for Sustainable Global Development, INDIACom 2016*, 446–451. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7724304>
8. Ferré Grau, X. (2000). Principios básicos de usabilidad para ingenieros software. *V Jornadas de Ingeniería Del Software y Bases de Datos 2000*, 39–46. <https://www.semanticscholar.org/paper/Principios-Básicos-de-Usabilidad-para-Ingenieros-Ferré/986119b11222e9d3b527bb73b9a6d716a39e19de?p2df>
9. González Oñate, C., & Fanjul Peyró, C. (2018). Aplicaciones móviles para personas mayores: un estudio sobre su estrategia actual / Mobile applications for the elderly: a study of their current strategy. *Dialnet*, 47(1), 107. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6292839>
10. Herrera, S. I., & Fennema, M. C. (2011). Tecnologías Móviles Aplicadas a la Educación Superior XVII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación. *Sedici*, 620–630. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/18718>
11. ISO, IEC, & IEEE. (2018). 29148-2018 - ISO/IEC/IEEE International Standard - Systems and software engineering -- Life cycle processes -- Requirements engineering. *Iso/Iec/Ieee 29148:2011(E)*, 2011, 1–94. <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=6146379&isnumber=6146378>
12. Kamel Boulos, M. N., Brewer, A. C., Karimkhani, C., Buller, D. B., & Dellavalle, R. P. (2014). Mobile medical and health apps: state of the art, concerns, regulatory control and certification. *Online Journal of Public Health Informatics*, 5(3), 1–24. <https://journals.uic.edu/ojs/index.php/ojphi/article/view/4814/3832>
13. Kjeldskov, J., Christensen, C. M., & Rasmussen, K. K. (2010). GeoHealth: A location-based service for home healthcare workers. *Journal of Location Based Services*, 4(1), 3–27. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/17489721003742819?needAccess=true#aHR0cHM6Ly93d3cudGFuZGZvbmxpbmUuY29tL2RvaS9wZGYvMTAuMTA4MC8xNzQ4OTcyMTAwMzc0Mjg0OT9uZWVkbWVjZWNzPXRydWVAQEAw>

14. Lizarralde, E. (2014). Informe de vigilancia tecnológica, tendencias en las tecnologías móviles y sus aplicaciones. [https://www.b2match.eu/system/murciatic2014/files/01\\_Informe\\_tendencias\\_en\\_las\\_tecnologías\\_móviles.pdf?1409128108](https://www.b2match.eu/system/murciatic2014/files/01_Informe_tendencias_en_las_tecnologías_móviles.pdf?1409128108)
15. Miller, B. E. (2014). Ranking Items With Star Ratings. 2014, 1–9. <https://www.evanmiller.org/ranking-items-with-star-ratings.html>
16. Navarro, G. (2017). Uso de dispositivos móviles (teléfonos móviles, “smartphones”, “ebooks”, GPS y “tablets”). In Dirección General de Política Económica y Empresarial. <https://www.navarra.es/NR/rdonlyres/48F9746B-080C-4DEA-BD95A5B6E01797E1/315641/7Usodedispositivosmoviles.pdf>
17. Nour, A., Tarique, M., Foyez, D., Hassan, L., & Rashed, A. (2019). Location aware health monitoring system for emergency cases. *International Journal of Scientific and Technology Research*, 8(12), 1247–1254. <http://www.ijstr.org/final-print/dec2019/Location-Aware-Health-Monitoring-System-For-Emergency-Cases.pdf>
18. Rahmi, A., Piarsa, N., & Wira Buana, P. (2017). FinDoctor-Interactive Android Clinic Geographical Information System Using Firebase and Google Maps API. In *International Journal of New Technology and Research (Issue 3)*. <https://doi.org/2454-4116>
19. Rodrigo, R. P. (2008). El teléfono móvil y la vida cotidiana, Análisis del caso de las personas mayores en la ciudad de Barcelona [Universidad Autónoma de Barcelona]. <https://ddd.uab.cat/pub/tesis/2008/tdx-0925109-133149/rrp1de1.pdf>
20. Ruiz, J., Sánchez, J., & Trujillo, J. (2016). Utilización de Internet y dependencia a teléfonos móviles en adolescentes. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud*, 14(2), 1357–1369. <http://www.scielo.org.co/pdf/rlcs/v14n2/v14n2a33.pdf>
21. Sánchez, A. (2020). A bird’s eye view of ionic and related technologies. *Como-Programar*. <https://como-programar.net/ionic/>
22. Thomas, P., Delia, L., Corbalan, L., Cáseres, G., Sosa, J. F., Tesone, F., Cuitiño, A., & Pesado, P. (2018). Tendencias en el desarrollo de Aplicaciones para Dispositivos Móviles. *XX Workshop de Investigadores En Ciencias de La Computación*, 588–592. <http://digital.cic.gba.gob.ar/handle/11746/8316>

Aplicación móvil basada en geolocalización para ubicar médicos cercanos gestionado con Firebase y la API de Google Maps.

---

23. Vique, R. R. (2012). Entornos Para El Desarrollo De Aplicaciones Móviles. Revista Vínculos (Bogotá), 9(1), 146–156.  
<https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/vinculos/article/view/4211>.

©2021 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).