

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO



FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS Y COMPUTACIÓN

Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de Ingeniero en Sistemas y Computación

TRABAJO DE TITULACIÓN

INTEROPERABILIDAD DE UNA APLICACIÓN MULTIPLATAFORMA PARA LA GEOLOCALIZACIÓN DE FARMACIAS DEL CANTÓN RIOBAMBA, UTILIZANDO SERVICIOS WEB TIPO REST

Autor:

Fernando Patricio Basantes Granizo

Tutor:

MsC. Jorge Edwin Delgado Altamirano

Riobamba – Ecuador

Año 2019

PÁGINA DE REVISIÓN

Los miembros del Tribunal de Graduación del proyecto de investigación de título: **“INTEROPERABILIDAD DE UNA APLICACIÓN MULTIPLATAFORMA PARA LA GEOLOCALIZACIÓN DE FARMACIAS DEL CANTÓN RIOBAMBA, UTILIZANDO SERVICIOS WEB TIPO REST”**, presentado por: Fernando Patricio Basantes Granizo, dirigido por MsC. Jorge Edwin Delgado Altamirano.

Una vez escuchada la defensa oral y revisado el informe final del proyecto de investigación con fines de graduación escrito en el cual se ha constatado el cumplimiento de las observaciones realizadas, remite la presente para uso y custodia en la biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la UNACH.

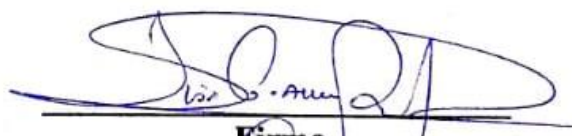
Para constancia de lo expuesto firman:

MsC. Jorge Delgado
Tutor del Proyecto




Firma

MsC. Gonzalo Allauca
Miembro del Tribunal



Firma

MsC. Lady Espinoza
Miembro del Tribunal

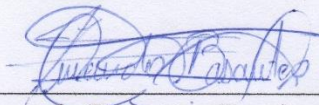


Firma

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

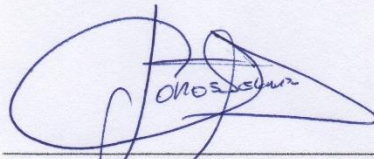
La responsabilidad del contenido de este proyecto de Graduación corresponde exclusivamente al Sr. Fernando Basantes autor del proyecto de investigación y al Ing. Jorge Delgado, Director de Tesis y al patrimonio intelectual de la Universidad Nacional de Chimborazo.

Autor:



Fernando Basantes Granizo
0604054361

Director del Proyecto:



Ing. Jorge Delgado
0602759383

DEDICATORIA

A mi madre por demostrarme que los sueños se pueden alcanzar y que para cumplir las metas que nos trazamos en la vida el único límite somos nosotros mismos, a mi familia que a pesar de cualquier circunstancia se mantiene unida, a mis docentes por brindarme su conocimiento y amistad permitiendo crecer profesionalmente, a mis amigos y compañeros de clase con los cuales compartí momentos inolvidables y a todas las personas que me ayudaron de manera directa o indirecta en la culminación de esta etapa importante de mi vida.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por guiar mi camino a lo largo de mi vida brindándome salud, darme sabiduría y permitirme culminar un objetivo importante, mi carrera universitaria.

Agradezco a Marcia Granizo, mi madre, por su apoyo incondicional en el cumplimiento de esta meta y por darme los ánimos para salir adelante sin decaer ante los obstáculos presentados en mi vida, además por demostrarme su ejemplo día a día de ser una mujer emprendedora, luchadora y trabajadora. A mis abuelitos, tíos, primos, hermanos que de una u otra forma estuvieron pendientes de mí y fueron una inspiración para la culminación de mis estudios. A Valeria por no dejarme caer ante situaciones difíciles, ser mi apoyo incondicional y mi cómplice de vida.

Agradezco además a mis docentes por compartir sus conocimientos y experiencias enfocadas en mi formación profesional, en especial al Ing. Jorge Delgado, quien me demostró ser una gran persona apoyándome en el cumplimiento de esta investigación. También a mis docentes: Ing. Gonzalo Allauca y MsC. Lady Espinoza por su colaboración, tiempo y dedicación.

ÍNDICE GENERAL.

DEDICATORIA	IV
AGRADECIMIENTOS	V
RESUMEN	VIII
ABSTRACT	IX
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	3
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.	3
1.1 PROBLEMA	3
1.2 JUSTIFICACIÓN.....	5
1.3 OBJETIVOS	6
1.3.1 OBJETIVO GENERAL	6
1.3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	6
CAPÍTULO II:.....	7
2. MARCO TEÓRICO.....	7
2.1 Dispositivo Móvil.....	7
2.2 Aplicaciones Móviles.....	7
2.3 Aplicaciones Multiplataforma.....	7
2.4 Servicio Web	8
2.5 Servicios web REST.....	8
2.6 ISO/IEC 9126-2.....	9
2.7 ISO/IEC 9126-3.....	9
2.8 Funcionalidad	10
2.9 ISO/IEC 25010.....	10
2.10 Compatibilidad	11
2.11 Interoperabilidad.....	11
2.12 Calidad de Servicio y Nivel de Servicio.....	12
2.13 Comparación de Métricas de Interoperabilidad según ISO/IEC 9126 y 25010	12
2.14 Métrica de Calidad de Interoperabilidad ISO/IEC 25010	13
2.15 Mobile D.....	14
2.16 Framework Ionic	14
CAPÍTULO III	15
3. METODOLOGÍA.....	15
3.1 METODOLOGÍA.....	15
3.1.2 IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES.	15

3.1.3 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.	16
3.2 TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.	17
3.2.1 TIPO DE ESTUDIO.	17
3.3 UNIDAD DE ANÁLISIS.	17
3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA	18
3.4.1 Población	18
3.4.2 Muestra	18
3.5 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.	19
3.6 TÉCNICAS DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.	19
3.6.1 HERRAMIENTAS UTILIZADAS.	19
3.6.2 DESARROLLO DE LA APLICACIÓN WEB DEL ADMINISTRADOR. .	19
3.6.3 DESARROLLO DE LA APLICACIÓN MULTIPLATAFORMA.	19
CAPÍTULO IV.....	21
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.	21
4.1 RESULTADOS	22
4.1.1 Nivel de Servicio de las Farmacias Disponibles	23
4.1.2 Nivel de Servicio de las Farmacias de Turno	24
4.1.3 Nivel de servicio en Farmacias Disponibles y de Turno – Android.....	25
4.1.3 Nivel de servicio en Farmacias Disponibles y de Turno – IOS.	25
4.2 DISCUSIÓN.....	26
CONCLUSIONES	27
RECOMENDACIONES	28
BIBLIOGRAFÍA.	29
ANEXOS.	31
ANEXO 1. Aplicación web para el administrador creada con PHP y MYSQL	31
ANEXO 2. Fase de Exploración - Metodología Mobile D.	38
ANEXO 3. Fase de Inicialización - Metodología Mobile D.	39
ANEXO 4. Proyecto creado en IONIC 3.	43
ANEXO 5: Consumo del servicio WEB desde la aplicación.	45
ANEXO 6. Ejecución y pruebas de la App en Android.	46
ANEXO 7. Ejecución y pruebas de la App en IOS.	55
ANEXO 8. Instalación del certificado de confianza en el dispositivo móvil.....	58
ANEXO 9. Configurar y simular la carga de datos para la aplicación.....	59
ANEXO 10. Resultados obtenidos de Jmeter.....	62

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 - Factores que pueden afectar el nivel de servicio	12
Tabla 2: Comparación Métricas ISO/IEC 9126 Y 25010	13
Tabla 3: Operacionalización de las variables	16
Tabla 4: Características de los Dispositivos	22
Tabla 5: Porcentajes de Nivel de Servicio de Farmacias Disponibles en Android y IOS	23
Tabla 6: Porcentajes de Nivel de Servicio de Farmacias de Turno en Android y IOS .	24
Tabla 7: Establecimiento de interesados del proyecto.	38

ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura 1: Interacción Servicio Web REST.....	8
Figura 2: ISO/IEC 9126	9
Figura 3: ISO/IEC 25010	11
Figura 4: Flujograma de la obtención de resultados con Jmeter.....	21
Figura 5: Comparación Gráfica de Nivel de Servicio de Android y IOS	23
Figura 6: Comparación Gráfica de Nivel de Servicio de Android y IOS (Turno).	24
Figura 7: Porcentaje nivel de servicio Android.....	25
Figura 8: Porcentaje nivel de servicio IOS.....	25
Figura 9: Página de Login FarmaciAPP.....	31
Figura 10: Validación de campos Nombre de Usuario	31
Figura 11: Mensaje de error por contraseña.....	32
Figura 12: Roles de Usuarios	32
Figura 13: Módulo Farmacias	33
Figura 14: Panel de ingreso de Farmacias.....	33
Figura 15: Panel de actualización de Farmacias	33
Figura 16: Cuadro de diálogo de Eliminar	34
Figura 17: Búsqueda de Farmacias	34
Figura 18: Módulo de Administración de Usuarios.....	35
Figura 19: Panel de cambio de contraseña	35
Figura 20: Panel de horarios de Farmacias	36
Figura 21: Panel de turnos de Farmacias	36
Figura 22: Confirmación de cierre de sesión	37
Figura 23: Descarga de Node JS	39
Figura 24: Código de versión de Node JS.....	39
Figura 25: Proceso de Usuario	40
Figura 26: Proceso del administrador.....	40
Figura 27: Arquitectura de la aplicación multiplataforma	41
Figura 28: Prototipo Ventana Splash	41
Figura 29: Prototipo Ventana Menú.....	41
Figura 30: Prototipo Ventana Farmacias Cercanas	42
Figura 31: Prototipo Ventana farmacia seleccionada.....	42
Figura 32: Prototipo Ventana Ver en Lista	42
Figura 33: Modelo de base de datos.....	43
Figura 34: Directorios del proyecto en IONIC.....	43
Figura 35: Directorio de páginas de la aplicación.....	43
Figura 36: Keys de la API de Google	44

Figura 37: Consumo del Servicio Web	45
Figura 38: Colocación de marcadores en el mapa.....	45
Figura 39: Opciones de desarrollador Android	46
Figura 40: Depuración USB	46
Figura 41: Compilar proyecto IONIC en Android	47
Figura 42: Resultado de la compilación en Android	47
Figura 43: Logo de la aplicación	47
Figura 44: Splash de la aplicación.....	48
Figura 45: Pantalla inicial de la aplicación	48
Figura 46: Range modificable para la distancia	49
Figura 47: Botón de geolocalización.....	49
Figura 48: Botón para visualizar las farmacias en lista.....	50
Figura 49: Botones de zoom para el mapa	50
Figura 50: Selección de una farmacia	51
Figura 51: Opción "Como llegar"	51
Figura 52: Cuadro de dialogo de recordar la selección.....	52
Figura 53: Ruta con Google Maps	52
Figura 54: Marcador colocado en OsmAnd	53
Figura 55: Ruta marcada en OsmAnd	53
Figura 56: Pantalla de Ayuda	54
Figura 57: Pantalla Soporte	54
Figura 58: Máquina virtual de MacOs Sierra 10.13.....	55
Figura 59: Pantalla inicial de IOS	55
Figura 60: XCode en AppStore.....	56
Figura 61: Ventana de XCode.....	56
Figura 62: Logo de la aplicación en IOS.....	57
Figura 63: Pantalla principal aplicación en IOS.....	57
Figura 64: Ventana de inicio de Jmeter.....	59
Figura 65: Creación de plantilla Recording.	59
Figura 66: Configuración Jmeter.....	60
Figura 67: Escenario de trabajo Jmeter	60
Figura 68: Opción HTTPS de Jmeter	61
Figura 69: Selección del archivo ApacheJmeterTemporaryRootCA.crt.....	61
Figura 70: Resultados y fórmula para contar los valores menores a 1000 ms.....	62
Figura 71: Resultados y fórmula para obtener el porcentaje.....	62

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo analizar la interoperabilidad de una aplicación multiplataforma para la geolocalización de farmacias del cantón Riobamba, utilizando servicios web tipo REST.

Para el diseño e implementación de la aplicación móvil multiplataforma se utilizó el framework Ionic y la metodología Mobile D, la cual tiene como objetivo la entrega de una aplicación totalmente funcional en poco tiempo basándose en sus cinco fases: exploración, inicialización, producción, estabilización y pruebas del sistema .

Para la evaluación de la interoperabilidad entre la aplicación multiplataforma y los servicios web de tipo REST se analizaron métricas de calidad de interoperabilidad basadas en la normas ISO/IEC 9126-2 e ISO/IEC 25010 determinando esta última como la idónea para medir la interoperabilidad, utilizando el modelo denominado nivel de servicio a partir de variables como: tiempo de respuesta y tiempo definido, dependiendo del número de peticiones realizadas a la aplicación multiplataforma. Para la simulación de las peticiones simultáneas en tiempo real se utilizó JMeter configurado para aplicaciones móviles.

De acuerdo con los resultados obtenidos de la investigación se puede afirmar que los servicios web de tipo REST son interoperables con aplicaciones multiplataforma para geolocalización de farmacias con un valor superior al 91% en las plataformas Android y IOS, teniendo esta última el mejor porcentaje de nivel de servicio, siendo un factor clave la tecnología del dispositivo.

Palabras Clave: Interoperabilidad, Multiplataforma, Servicios Web, REST, ISO/IEC 9126, ISO/IEC 25000, Mobile D, JMeter, IONIC.

ABSTRACT

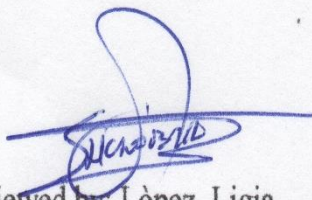
The purpose of this research is to analyze the interoperability of a multiplatform application for the geolocation of pharmacies in the Riobamba canton, using REST type web services.

For the design and implementation of the multiplatform mobile application, the Ionic framework and the Mobile D methodology were used, which aims to deliver a fully functional application in a short time based on its five phases: exploration, initialization, production, stabilization and System tests.

For the interoperability assessment between the multiplatform application and the REST-type web services, interoperability quality metrics based on ISO / IEC 9126-2 and ISO / IEC 25010 standards were analyzed, determining the latter as the ideal one to measure interoperability, using the model called service level based on variables such as: response time and defined time, depending on the number of requests made to the cross-platform application. For a simulation of simultaneous requests in real-time, JMeter configured for mobile applications was used.

According to the results of the research, it can be said that REST-type web services are interoperable with cross-platform applications for geolocation of pharmacies with a value higher than 91% on Android and IOS platforms, the latter having the best level percentage of service, the device technology being a key factor.

Keywords: Interoperability, Multiplatform, Web Services, REST, ISO / IEC 9126, ISO/IEC 25000, Mobile D, JMeter, IONIC.



Reviewed by. López, Ligia
LINGUISTIC CENTER TEACHER



INTRODUCCIÓN

Los dispositivos móviles son parte importante en la vida cotidiana de las personas, estos cada vez son más sofisticados y su evolución tecnológica permite ejecutar aplicaciones complejas. (Thomas & Federico, 2017). Un usuario de aplicaciones móviles multiplataforma debe ser capaz de acceder a datos, información u otros objetos lógicos desde cualquier lugar, al mismo tiempo que va cambiando su localización geográfica. (Thomas & Pesado, 2016).

La geolocalización permite obtener información en tiempo real, lo cual genera grandes oportunidades en el desarrollo de productos y servicios innovadores que son de gran ayuda para las personas. Así también, la geolocalización ayuda a las empresas para que las personas las puedan encontrar no solamente de forma física sino también virtual. (Castillo, 2016).

La infraestructura de servicios web de tipo Rest permite el intercambio de datos entre los diferentes tipos de aplicaciones de forma interoperable, la interoperabilidad es uno de los principios más importantes ya que permite la ejecución de servicios web en múltiples plataformas de software de manera estructurada y coherente. (Arsaute & Zorzan, 2018).

La interoperabilidad entre la aplicación multiplataforma y los servicios web de tipo Rest es una necesidad para garantizar el acceso, calidad, trazabilidad y oportunidad para el caso de la geolocalización de farmacias del cantón Riobamba contribuye con la comunidad disminuyendo el tiempo empleado en encontrar estos establecimientos. La investigación está basada en estilos arquitectónicos Rest que permite una fácil implementación a bajos costos. (González & Duarte, 2016).

Para la investigación se desarrolló una aplicación multiplataforma que permita a los usuarios obtener información geográfica e información descriptiva de farmacias del cantón Riobamba utilizando criterios de distancia y horarios de turno.

La investigación se divide en 4 capítulos distribuidos de la siguiente forma; en el Capítulo I se especifica el problema, la justificación y los objetivos referentes al tema.

En el capítulo II se muestra el marco teórico con temas puntuales, relacionados a la investigación como la interoperabilidad en sistemas informáticos, los servicios web de tipo REST, aplicaciones multiplataforma, las normas de calidad ISO/IEC 9126-2, ISO/IEC 9126-3, ISO/IEC 25010; lo cual permitió determinar las métricas de calidad de la interoperabilidad basados en la norma ISO/IEC 25010 como la idónea para utilizar en la investigación, además se analizan términos de la metodología Mobile D la cual se utilizó en el desarrollo de la aplicación móvil multiplataforma.

En el capítulo III se detalla la aplicación de la metodología utilizada para el desarrollo de la investigación especificando el tipo de investigación, la unidad de análisis, la población y la muestra específica, las técnicas que fueron utilizadas para la recolección de los datos basándose en la simulación de carga a la aplicación utilizando el software Jmeter y la utilización de la metodología Mobile D, la cual fue utilizada para el desarrollo de la aplicación multiplataforma. En el capítulo IV se muestran los resultados obtenidos de la investigación en tablas y gráficos, además la interpretación de los datos.

CAPÍTULO I

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

1.1 PROBLEMA

Las tecnologías de geolocalización permiten obtener la ubicación exacta y en tiempo real en tiempos entre 2 y 6 segundos desde cualquier lugar geográfico. A través de estas tecnologías se puede gestionar sistemas de monitoreo que puede solucionar varios problemas, entre los cuales pueden ser: la geolocalización de personas desaparecidas, geolocalización de establecimientos de asistencia o establecimientos comerciales, monitoreo en tiempo real de operaciones de rescate de personas en peligro, entre otras. (Padilla & Quintero, 2015).

La sociedad está caracterizada por la acumulación de información y un amplio uso de tecnologías de la información y comunicación, sin embargo el acceso a la información de servicios de salud en tiempo real es limitado, cada vez se evidencia la brecha existente en personas que se mantienen al margen de la tecnología (Sosa, Revilandia, & Melo, 2015).

Para la creación de aplicaciones multiplataforma los desarrolladores se enfrentan al desafío de múltiples sistemas operativos móviles con características heterogéneas, por lo cual los servicios web son considerados como el soporte más idóneo de la interoperabilidad, sin embargo su potencial no ha sido explotado en su totalidad en aplicaciones con datos espaciales. (Díaz, Villamil, Ramírez, Cruz, & Sánchez, 2018).

Realizada una búsqueda en plataformas de aplicaciones móviles como Google Play y App Store se evidenció que actualmente no existe una aplicación móvil multiplataforma para la geolocalización de farmacias en el cantón Riobamba, que permita el acceso a la información en tiempo real de servicios como: ubicación de farmacias cercanas en relación a la localización del usuario, horarios de atención, calendario de turnos de farmacias que sea interoperable con servicios web de tipo REST.

ARCOSA es la institución que regula y publica los calendarios de las farmacias de turno con una periodicidad mensual, información que se encuentra en formato PDF, la información es estática y no permite analizar de forma intuitiva las farmacias que se encuentra cercana a la ubicación geográfica del usuario.

1.2 JUSTIFICACIÓN.

En la actualidad las aplicaciones móviles multiplataforma que consumen servicios web RESTFUL han tomado un papel importante en la vida de las empresas, negocios, personas, existen aplicaciones que permiten facilitar y/o mejorar la gestión de las actividades diarias de los usuarios.

Una alternativa de servicios web que ha tomado popularidad en los últimos años ha sido REST, la cual se ha ido implementando incluso en proveedores de web como: Google, Yahoo, Facebook, etc. Haciendo más simple la transmisión y consumo de datos. (Haro, Guarda, Peñaherrera, & Quiña, 2019).

La interoperabilidad entre servicio web de tipo REST y aplicaciones móviles de plataformas Android y IOS ha tomado un papel importante para el desarrollo de aplicaciones, ya que para funcionar estos son independientes del hardware, lenguaje de programación, o sistema operativo. Haciendo que las aplicaciones consuman menos cantidad de memoria en los dispositivos y convirtiéndolas en aplicaciones ligeras. (Haro, Guarda, Peñaherrera, & Quiña, 2019).

En la actualidad la información de farmacias del cantón Riobamba es proporcionada a través de la página web de ARCSA, esta información es estática y no está adecuadamente difundida, lo cual ocasiona dificultades cuando los ciudadanos requieren información de las farmacias de turno.

La presente investigación se basa en el estudio de la interoperabilidad de una aplicación multiplataforma para la geolocalización de farmacias del cantón Riobamba y servicios web de tipo REST, utilizando criterios y subcriterios de la norma de calidad ISO/IEC 25010, se evaluará la métrica interna de interoperabilidad “Nivel de servicio”.

La aplicación multiplataforma se puede utilizar en sistemas móviles Android y IOS y permite la gestión de la información de los turnos de farmacias, la geolocalización de las farmacias considerando los siguientes aspectos: distancia y horarios.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Analizar la interoperabilidad de una aplicación multiplataforma para la geolocalización de farmacias del cantón Riobamba, utilizando servicios web tipo REST.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Analizar normas de interoperabilidad de aplicaciones multiplataforma y servicios web tipo REST.
- Desarrollar una aplicación multiplataforma para la geolocalización de farmacias del cantón Riobamba, integrando servicios web de tipo REST.
- Evaluar la interoperabilidad de la aplicación multiplataforma para la geolocalización de farmacias en el cantón Riobamba, utilizando la norma definida.

CAPÍTULO II:

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Dispositivo Móvil

Los dispositivos móviles, como smartphones y tablets, son los principales impulsores del cambio en la manera de relacionarse entre las personas y las organizaciones en las últimas décadas (Gonzales & Salcines, 2018), se define como un aparato portátil de pequeño tamaño y peso, el cual posee un sinnúmero de funciones, entre las cuales se encuentran el procesamiento e intercambio de información, conexión a redes, todo esto a través de una memoria interna y limitada. (Cedeño, 2017).

2.2 Aplicaciones Móviles

Son pequeños programas informáticos con funcionalidades diversas como localización mediante GPS, realidad aumentada, etc. Pueden descargarse e instalarse en dispositivos móviles como smartphones y tablets y que permiten a los usuarios ejecutar diferentes tareas, en su mayoría se encuentran alojadas en tiendas virtuales y pueden ser de pago o gratuitas dependiendo del sistema operativo. (Vásquez, 2015).

2.3 Aplicaciones Multiplataforma

El desarrollo de aplicaciones multiplataforma a diferencia del desarrollo de aplicaciones nativas, permite la reutilización del código con funcionalidad en diferentes plataformas. La construcción de aplicaciones móviles web es un ejemplo representativo de este enfoque. Sin embargo, debido a limitaciones inherentes de tener que ejecutar este tipo de aplicaciones dentro de un navegador, los ingenieros en sistemas han recurrido a las aplicaciones multiplataforma que producen similares resultados a aplicaciones nativas. Para el desarrollo de este tipo de aplicaciones se utiliza tecnología web (HTML, CSS y Javascript) pero no están a cargo de un navegador web y presentan varias características favorables: reutilización del código, el acceso al hardware del dispositivo y distribución a través de tiendas virtuales. (Delia & Galdamez, 2015).

2.4 Servicio Web

Con los servicios web, las empresas pueden realizar transacciones con los consumidores u otras empresas. Un proveedor de servicios puede publicar los servicios disponibles en internet utilizando los servicios web para que un usuario final lo consuma. Por ejemplo, un cliente puede suscribirse para obtener stock o cotizaciones de una institución financiera utilizando servicios web. Los servicios web se proporcionan a través de una serie de normas. Un ejemplo de un estándar de servicios web es Web Services Description Language (WSDL). WSDL, es un estándar publicado por el World WideWeb Consortium (W3C), el cual permite proveer servicios web descritos en formato de lenguaje de marcado extensible (XML). Otro estándar de servicios web es Web Services Invocation Framework (WSIF). (Chen, 2015).

2.5 Servicios web REST

Es un estilo de arquitectura de software para sistemas distribuidos tal cómo la web. A diferencia de SOAP, se centra en el uso de los estándares HTTP y XML para la transmisión de datos sin la necesidad de contar con una capa adicional. REST utiliza casi siempre HTTP como método de comunicación y XML o JSON para intercambiar datos. Cada URL va a representar un objeto sobre el que se pueden utilizar los métodos POST, GET, PUT y DELETE que nos sirven para gestionar la información, es decir, REST utiliza el idioma de la web. (Enciso, Quichimbo, & Zelaya, 2017).

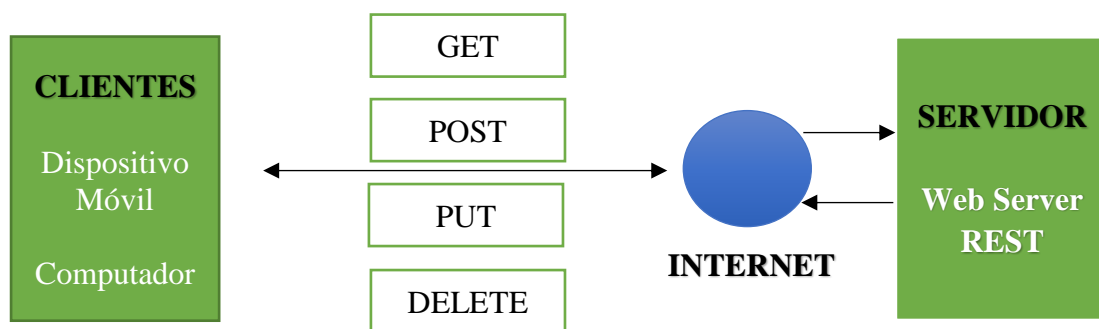


Figura 1: Interacción Servicio Web REST
Elaborado por: Fernando Basantes.

El desarrollo de servicios web basados en REST (Representational State Transfer), estándar de la arquitectura de comunicación basada en web, es deseable dada su capacidad de ser consumido por diferentes clientes tales como aplicaciones móviles Android o iOS

y aplicaciones web por medio de su protocolo de transferencia de hipertexto (HTTP) para la comunicación de datos. Sin embargo, el proceso de verificación funcional de este tipo de servicios no es trivial, y aún es necesario desarrollar más conocimiento y estudios que ayuden a que el proceso de pruebas sea más eficiente. (Aymerich & Solano, 2018).

2.6 ISO/IEC 9126-2

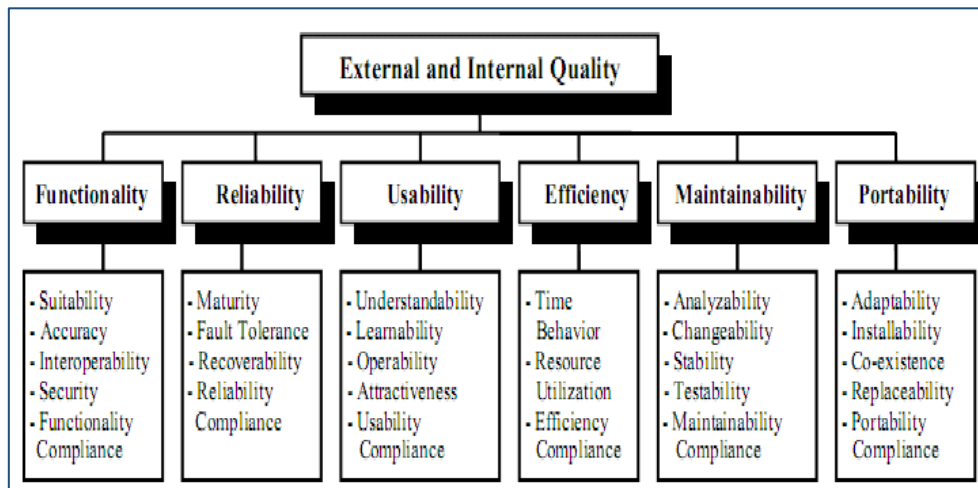


Figura 2: ISO/IEC 9126

Fuente: ISO/IEC 9126

Son métricas externas que proveen ciertos factores para cuantificar mediante sus atributos: funcionalidad, fiabilidad, usabilidad, eficiencia, mantenibilidad, portabilidad; El comportamiento de un sistema basado en un computador por medio de software. Con la ayuda de estos factores permite a los evaluadores, desarrolladores y usuarios determinar la calidad del software cuando este se encuentra en funcionamiento. Los parámetros los pueden definir los evaluadores con el fin de obtener parámetros básicos para aplicarlos en los productos. (Acosta, Espinel, & García, 2017).

2.7 ISO/IEC 9126-3

Son métricas internas que permiten evaluar la calidad del software a través de los inconvenientes que se presentan antes de la puesta en producción del software. Además utiliza parámetros cuantificables que son parte de la arquitectura del software como: líneas de código, flujos de proceso, gráficos, etc. (Acosta, Espinel, & García, 2017).

2.8 Funcionalidad

Según la norma ISO 9126 de la calidad interna y externa del software, funcionalidad se refiere a la capacidad del software para brindar un conjunto de funciones que cumpla las necesidades explícitas e implícitas de los usuarios, al ser utilizado bajo condiciones específicas. Evalúa el cumplimiento de requerimientos, la exactitud de los resultados, la seguridad del producto y la interacción con otros sistemas. (Satterfield, 2017).

Se divide en 5 subsistemas que abarcan la funcionalidad del software:

- **Apropiabilidad:** Es la capacidad del software para suministrar un conjunto apropiado de funciones que cumplan tareas específicas y objetivos del usuario. (Satterfield, 2017).
- **Exactitud:** Capacidad del software para proveer los resultados correctos y los efectos pactados, con un adecuado grado de precisión. (Satterfield, 2017).
- **Interoperabilidad:** Capacidad del software para interactuar con uno o más sistemas específicos. Esto depende, en gran parte, de la necesidad de interacción con los demás sistemas. (Satterfield, 2017).
- **Seguridad:** Hace referencia a la capacidad del software para proteger los datos y la información, con el fin de que personas no autorizadas nunca puedan ingresar al sistema, leer o modificar los datos. (Satterfield, 2017).
- **Conformidad en la funcionalidad:** Capacidad del software para ajustarse a los estándares, convenciones y regulaciones relacionadas con la correcta implementación de especificaciones durante todo el proceso de análisis y construcción. (Satterfield, 2017).

2.9 ISO/IEC 25010

Abordan los aspectos de calidad relacionados a requisitos de calidad y evaluación del producto de software (SQuaRE), que forman una serie de normas basadas en la ISO/IEC 9126. El objetivo de SQuaRE es ayudar a la práctica de los principales conceptos y modelos proporcionados por las ISO 25010, hacen distinción entre tres tipos principales de calidad por parte de los desarrolladores y usuarios los cuales son:

- Calidad en Uso
- Calidad Externa
- Calidad Interna

Su principal objetivo es guiar el desarrollo de software con especificación y evaluación de requisitos de calidad. (Basson, y otros, 2016).



Figura 3: ISO/IEC 25010
Fuente: ISO/IEC 25010

2.10 Compatibilidad

Según la ISO 25010, la compatibilidad se refiere a la capacidad de dos o más sistemas para intercambiar información y/o llevar a cabo sus funciones requeridas cuando comparten el mismo entorno de hardware o software. (Sánchez, 2016).

Se divide en dos subsistemas:

- **Coexistencia:** Capacidad del producto para coexistir con otro software en un entorno común y compartiendo recursos sin pérdidas. (Beleño, Palencia, & Rincón, 2018).
- **Interoperabilidad:** Capacidad de dos o más sistemas para intercambiar información y utilizar la información intercambiada. (Beleño, Palencia, & Rincón, 2018).

2.11 Interoperabilidad

La interoperabilidad es la capacidad de dos o más sistemas o componentes para intercambiar información y utilizar la información que se ha cambiado. (Agarwal, 2016).

El concepto de interoperabilidad ha cambiado dramáticamente de datos electrónicos estandarizados intercambio (EDI) basado en la representación de datos a nivel de la aplicación. Mientras tanto, se consideran los datos compartidos, así como la interoperabilidad a nivel de servicio, lo que trae consigo problemas de terminología y ontología, pero también desafíos de implementación tales como servicios web y REST. (Blobe, 2016).

La interoperabilidad entre sistemas no incluye solamente la habilidad de los sistemas para intercambiar información, sino también la capacidad de interacción y la ejecución de tareas conjuntas. (Zapata, 2015).

2.12 Calidad de Servicio y Nivel de Servicio

La calidad del servicio es la combinación entre el nivel de servicio y la probabilidad de cumplir un requerimiento en un determinado periodo de tiempo. El nivel de servicio de un servicio web se controla debido a varios factores que pueden afectar la funcionalidad de estos. (Moreno, 2007).

Tabla 1 - Factores que pueden afectar el nivel de servicio

Factores Generales	Factores Específicos
Implementación poco optima del servicio web	Algoritmo ineficiente
	Malas prácticas de programación
Sobrecarga del servidor	Servicios web con alto consumo
	Consumo de servicios web repetitivos
Conexión de Internet inestable	Subida y bajada de ancho de banda
Fallas en el servidor	Fallas de Hardware
	Sabotaje
	Servidor no optimizado
Creación de servicios web utilizando tecnologías no óptimas.	Métodos y tecnologías anticuadas.

Elaborado por: Fernando Basantes.

2.13 Comparación de Métricas de Interoperabilidad según ISO/IEC 9126 y 25010

A continuación se realiza una comparativa en relación a las métricas de calidad en base a la interoperabilidad de sistemas informáticos relacionados a las normas de calidad ISO/IEC 9126 y ISO/IEC 25010.

Tabla 2: Comparación Métricas ISO/IEC 9126 Y 25010

MÉTRICAS DE INTEROPERABILIDAD		
	ISO/IEC 9126	ISO/IEC 25010
Externas	<ul style="list-style-type: none">• Intercambio de Datos (Datos reseteados de la base).• Intercambio de Datos (Intento de acceso de los usuarios a la base).	<ul style="list-style-type: none">• Conectividad con Sistemas Externos.• Capacidad de intercambiar datos.
Internas	<ul style="list-style-type: none">• Intercambiabilidad de datos (Formato de datos basada).• Consistencia Interface (protocolo).	<ul style="list-style-type: none">• Nivel de servicio. (Tiempo de respuesta, Tiempo exigido en base a número de peticiones).

Elaborado por: Fernando Basantes.

Se concluye que la métrica de calidad idónea para la investigación que trata de medir la interoperabilidad entre una aplicación multiplataforma para la geolocalización de farmacias del cantón Riobamba utilizando servicios web de tipo REST es la métrica interna de la ISO/IEC 25010 en donde se evalúa el nivel de servicio, tomando en cuenta las variables: tiempo de respuesta, tiempo exigido y el número de peticiones realizado al servicio web.

2.14 Métrica de Calidad de Interoperabilidad ISO/IEC 25010

Se entiende como la combinación entre el nivel de servicio (probabilidad de satisfacer un requerimiento en un tiempo determinado) y atributos de servicio establecidos. Para determinar la probabilidad de cumplir un tiempo exigido se presenta la siguiente métrica. (Moreno, 2007).

En la ISO/IEC 25010 se establece que el cociente entre el número de veces que el tiempo de respuesta es menor al tiempo exigido sobre todas las peticiones al servicio.

Nivel de Servicio = w

Tiempo de Respuesta = T^w

Tiempo Exigido = T_0

$$w = \frac{\text{Nro de veces que } (T^w < T_0)}{\text{Nro de Peticiones}}$$

La métrica Nivel de Servicio mide la probabilidad que un servicio web cumpla con un tiempo exigido T_0 . Si esta probabilidad es menor a la probabilidad mínima establecida; entonces no está cumpliendo con el nivel de servicio deseado. (Moreno, 2007).

2.15 Mobile D

Nació como parte de un proyecto finlandés, ICAROS, en el año 2004. (Gamboa & Larico, 2017). El enfoque está optimizado para trabajar en equipos de desarrolladores con menos de 10 personas que tiene como objetivo la entrega de una aplicación totalmente funcional en poco tiempo. Un proyecto desarrollado con la metodología Mobile-D se divide en 5 fases: exploración, inicialización, producción, estabilización y pruebas del sistema. (Abrahamsson, 2015).

2.16 Framework Ionic

El framework Ionic pertenece a los enfoques híbridos basados en la web y en Córdoba, en donde los componentes de la interfaz de usuario están estructurados y diseñados con tecnologías que incluyen HTML, CSS y Javascript. (Biørn-Hansen, Majchrzak, & Grønli, 2017).

Es la combinación de varias tecnologías que trabajan juntas para el desarrollo de aplicaciones móviles rápidas y fáciles. Además se extiende a varios servicios complementarios, esto incluye un generador de GUI en línea de para diseñar visualmente la interfaz de las aplicaciones Ionic y soluciones de empaquetado y actualización, además tiene el acceso de desarrollador gratuito para probar y desarrollar cualquier uso en producción. (Griffith, 2017).

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA.

3.1 METODOLOGÍA.

Para el desarrollo de la investigación se consideró desarrollar un aplicativo multiplataforma para la geolocalización de farmacias del cantón Riobamba utilizando servicios web de tipo REST basándose en la metodología Mobile D, esta investigación tiene un enfoque cuantitativo en donde la utilización de números, interpretación de tablas y gráficos estadísticos es su principal característica. En la toma de los datos necesarios para la investigación se utilizó la herramienta de simulación de carga de peticiones al sistema denominada JMeter configurado para dispositivos móviles, obteniendo resultados basados en la experimentación.

3.1.2 IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES.

- **Variable Independiente**

El desarrollo de una aplicación multiplataforma para la geolocalización de farmacias utilizando servicios web tipo REST.

- **Variable Dependiente**

La interoperabilidad de la aplicación para la geolocalización de farmacias.

3.1.3 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.

Tabla 3: Operacionalización de las variables

VARIABLE	DESCRIPCION	DIMENSION	INDICADORES
INDEPENDIENTE	El desarrollo de una aplicación multiplataforma para la geolocalización de farmacias utilizando servicios web tipo REST.	Metodología Mobile D	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Diagramas de caso de uso ▪ Componentes ▪ Prototipos
DEPENDIENTE	Interoperabilidad de la aplicación para la geolocalización de farmacias.	Normas de Calidad	<p>Testing de aseguramiento de la calidad de servicios web basados en interoperabilidad ISO/IEC 25010. (Nivel de Servicio).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pruebas de Carga <ul style="list-style-type: none"> ○ Número de peticiones ○ Tiempo de respuesta

Elaborado por: Fernando Basantes.

3.2 TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.

3.2.1 TIPO DE ESTUDIO.

SEGÚN LA FUENTE DE INVESTIGACIÓN

- **Investigación Bibliográfica:** Es el proceso investigativo, en las cuales están sustentada y apegada la fase teórica de este documento, la información es obtenida de libros, artículos científicos, publicaciones, revistas, etc.

SEGÚN EL NIVEL DE CONOCIMIENTOS:

- **Investigación Descriptiva:**
Se mide y evalúa diferentes parámetros, datos, componentes del fenómeno a investigar y de esta manera se detalla la información obtenida de las diferentes farmacias del cantón Riobamba.

SEGÚN EL MÉTODO A UTILIZAR

- **Método Deductivo:**
Se realiza la respectiva investigación, intervienen la observación y la verificación de los resultados obtenidos del criterio de interoperabilidad de la aplicación multiplataforma para la geolocalización de farmacias del cantón Riobamba.
- **Método Bibliográfico.**
Se determina las fuentes más importantes que proporcionen la información y documentación necesaria sobre la interoperabilidad de aplicaciones multiplataforma y servicios web de tipo REST.

3.3 UNIDAD DE ANÁLISIS.

Para unidad de análisis se estableció las 384 peticiones realizadas a la aplicación multiplataforma, en las diferentes plataformas: Android, IOS y Web para los métodos HTTP de tipo GET de los servicios web REST.

Las métricas de calidad utilizadas en la investigación fueron establecidas después de un estudio comparativo realizado previamente en base a la interoperabilidad entre las normas

de calidad ISO/IEC 9126 y ISO/IEC 25010, definiendo la idónea para analizar sistemas informáticos y servicios web.

3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.4.1 Población

Para la investigación se estableció como población al número de peticiones que los usuarios pueden realizar a la aplicación multiplataforma, siendo este un valor infinito.

3.4.2 Muestra

Considerando que se estableció una población infinita, la muestra se obtiene mediante la aplicación de la fórmula de muestreo en poblaciones infinitas. Esta muestra probabilística permite la inferencia de los valores muestrales a la población, disminuyendo el tiempo y utilización de recursos.

Fórmula

$$n = \frac{Z^2 * p * q}{e^2}$$

Dónde:

n = Muestra

Z = Nivel de confianza 95% (Igual a **1.96** según la tabla de la distribución Normal).

p = Probabilidad de éxito. (**0.5**)

q = Probabilidad de fracaso. (1-p) => **0.5**

e = Error de muestra 5% => **0.05**

Cálculo de Muestra:

$$n = \frac{Z^2 * p * q}{e^2}$$

$$n = \frac{1.96^2 * 0.5 * 0.5}{0.05^2}$$

$$n = \frac{0.9604}{0.0025}$$

$$n = 384.16$$

El número de peticiones que se realizó en la aplicación móvil multiplataforma fue 384, lo cual fue simulado con la herramienta JMeter en la aplicación multiplataforma.

3.5 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

Para la recolección de datos se utilizó la herramienta JMeter en las diferentes plataformas en donde funciona la aplicación de geolocalización de farmacias del cantón Riobamba, evidenciando los resultados en base a la muestra establecida y utilizando los métodos HTTP de tipo GET de los servicios web REST. Tomando en cuenta para el resultado la casilla denominada latencia lo cual representa al tiempo de respuesta que toma la aplicación en responder una petición.

3.6 TÉCNICAS DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.

3.6.1 HERRAMIENTAS UTILIZADAS.

- ISO/IEC 25010: Modelo de Calidad de Software.
- Servicio de host 000WebHost.com.
- Servicios web REST.
- Visual Studio Code.
- Software JMeter.
- WAMPSEVER.
- Software estadístico IBM SPSS.

3.6.2 DESARROLLO DE LA APLICACIÓN WEB DEL ADMINISTRADOR.

Para desarrollar la aplicación web que permite la administración de la información de las farmacias se utilizó el gestor de base de datos MySQL y el lenguaje de programación PHP utilizando el servidor wampserver para pruebas y posteriormente se publicó en un host denominado 000WebHost.com (Anexo 1).

3.6.3 DESARROLLO DE LA APLICACIÓN MULTIPLATAFORMA.

Para el desarrollo de la aplicación multiplataforma se utilizó la metodología Mobile-D, la cual tiene como objetivo la entrega de una aplicación totalmente funcional en poco tiempo.

Un proyecto desarrollado con la metodología Mobile-D se divide en 5 fases:

- **Fase I: Exploración:** En esta fase se realizó la planificación definiendo a los interesados y el alcance que tendría el proyecto, además se planteó los requisitos a utilizarse en el desarrollo de la misma (Anexo 2).
- **Fase II: Inicialización:** Mediante capacitaciones en la plataforma UdeMy acerca de desarrollo de aplicaciones móviles multiplataforma se inició con la configuración del proyecto instalando las herramientas necesarias para el desarrollo como: Node Js, Visual Studio Code, Ionic 3 y sus plugins. Además se definió la arquitectura a utilizar siendo la arquitectura orientada a servicios la idónea. Se desarrolló también prototipos mediante el software Balzamiq Mockups 3 para tener la idea clara del diseño de la misma (Anexo 3).
- **Fase III: Producción:** En esta etapa comienza el desarrollo de la aplicación, como fase preliminar se creó la base en MySQL y el desarrollo de la aplicación multiplataforma en Ionic 3 el cual utiliza HTML5, CSS3 y Javascript; se creó 4 paginas denominadas: pharmacies, pharmaciesList, Help y Settings para cada uno de los módulos de la aplicación (Anexo 4).

Además se creó los métodos GET de los servicios web REST para consumirlos desde la aplicación multiplataforma con el lenguaje PHP y la interacción con la base de datos MySQL (Anexo 5).

- **Fase IV: Estabilización**

En esta etapa se integra las funcionalidades implementadas y se realizan correcciones si existe algún problema con el funcionamiento de la aplicación multiplataforma basándose en opinión de expertos en desarrollo de aplicaciones móviles y en usuarios finales.

- **Fase V: Pruebas del sistema**

Se realizan las pruebas correspondientes a la aplicación navegando por cada uno de los módulos en la plataforma Android (Anexo 6) y en la plataforma IOS (Anexo 7). Para medir la interoperabilidad se realizó pruebas de carga con peticiones al sistema de manera simultánea utilizando el software Jmeter configurado para dispositivos móviles con sistema operativo Android y IOS, añadiendo los certificados de confianza en cada dispositivo (Anexo 8).

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Para el análisis de la interoperabilidad de una aplicación multiplataforma para la geolocalización de farmacias del cantón Riobamba, utilizando servicios web de tipo REST. Después de un estudio de las normas de calidad que facilitan medir la interoperabilidad de aplicaciones con servicios web, se estableció métricas basadas en las normas de calidad ISO/IEC 25010 (ver figura 3), referente al subcriterio de calidad interoperabilidad perteneciente a la característica compatibilidad.

En el estudio de la interoperabilidad acorde a lo que establece la norma ISO/IEC 25010, se deben considerar métricas internas y externas, en este estudio se considera la métrica interna denominada nivel de servicio. Para evaluar el nivel de servicio en la aplicación multiplataforma se realizó una simulación de carga, utilizando Jmeter configurado para aplicaciones móviles (Anexo 9).

En la presente investigación se estableció la utilización de la métrica de calidad denominada: Nivel de servicio, la cual es adquirida de la interacción entre la aplicación funcionando en Android e IOS y el servicio web de tipo REST.

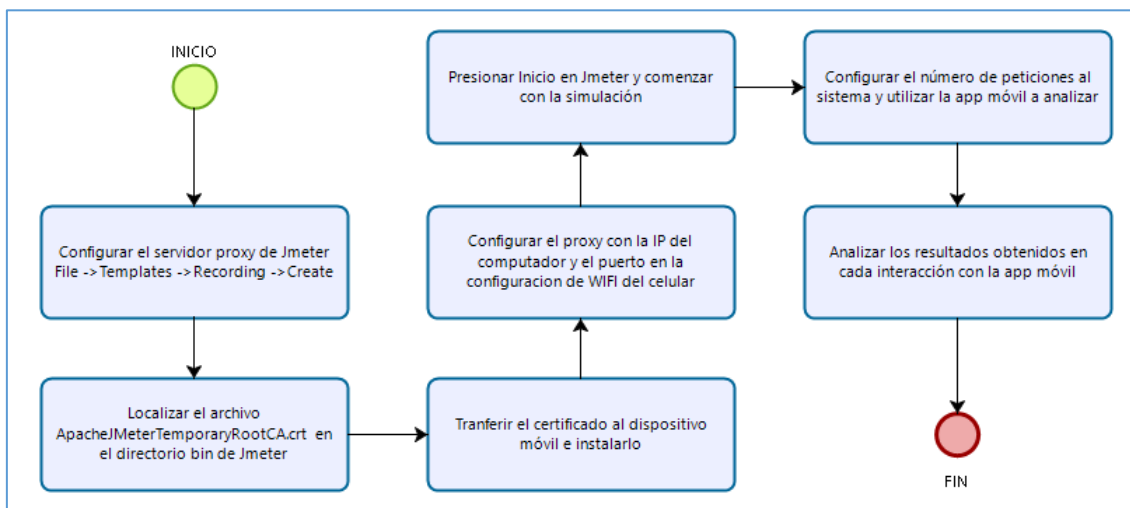


Figura 4: Flujograma de la obtención de resultados con Jmeter.
Elaborado por: Fernando Basantes

Dispositivos utilizados para realizar las pruebas.

Tabla 4: Características de los Dispositivos

	ANDROID	IOS
DISPOSITIVO MÓVIL	Huawei P20 lite	Iphone 7 Plus
RAM	4 Gb	3 Gb
Almacenamiento	32 Gb	32 Gb
Versión del S.O	Android 9 (Pie)	IOS 10
Procesador	Kirin 659 de 8 núcleos	Apple 10 Fusion

Elaborado por: Fernando Basantes.

4.1 RESULTADOS

Para las pruebas de simulación se utilizó el software Jmeter con 384 peticiones, considerando los siguientes aspectos:

- Farmacias con horarios de atención y turnos de la ARCSA.
- Distancia geográfica de las farmacias a partir de un punto de referencia.

La simulación se ejecutó en equipos con sistemas Android y IOS, se evaluó el nivel de servicio en las 384 peticiones y se aplicó la siguiente fórmula:

$$w = \frac{\text{Nro de veces que } (T^w < T_0)}{\text{Nro de Peticiones}}$$

En donde,

Nivel de Servicio = w

Tiempo de Respuesta = T^w

Tiempo Exigido = T_0

Para cada simulación se analizó el tiempo de respuesta “ T^w ”, se contabilizó aquellos casos en los que su valor es menor a 1000 milisegundos de acuerdo a lo que establece la métrica interna denominada nivel de servicio de la interoperabilidad. (Anexo 10).

4.1.1 Nivel de Servicio de las Farmacias Disponibles

Tabla 5: Porcentajes de Nivel de Servicio de Farmacias Disponibles en Android y IOS

Distancia	<i>Nro de veces que ($T^w < T_0$)</i>		Porcentaje Nivel de Servicio	
	Android	IOS	Android	IOS
1 Km	379	382	98.69%	99.47%
2 Km	372	379	96.87%	98.68%
3 Km	371	378	96.61%	98.43%
4 Km	369	375	96.09%	97.65%
5 Km	367	373	95.57%	97.13%
6 Km	365	372	95.05%	96.87%
7 Km	362	372	94.27%	96.87%
8 Km	360	371	93.75%	96.61%
9 Km	354	371	92.18%	96.61%
10 Km	352	370	91.66%	96.35%

Elaborado por: Fernando Basantes.

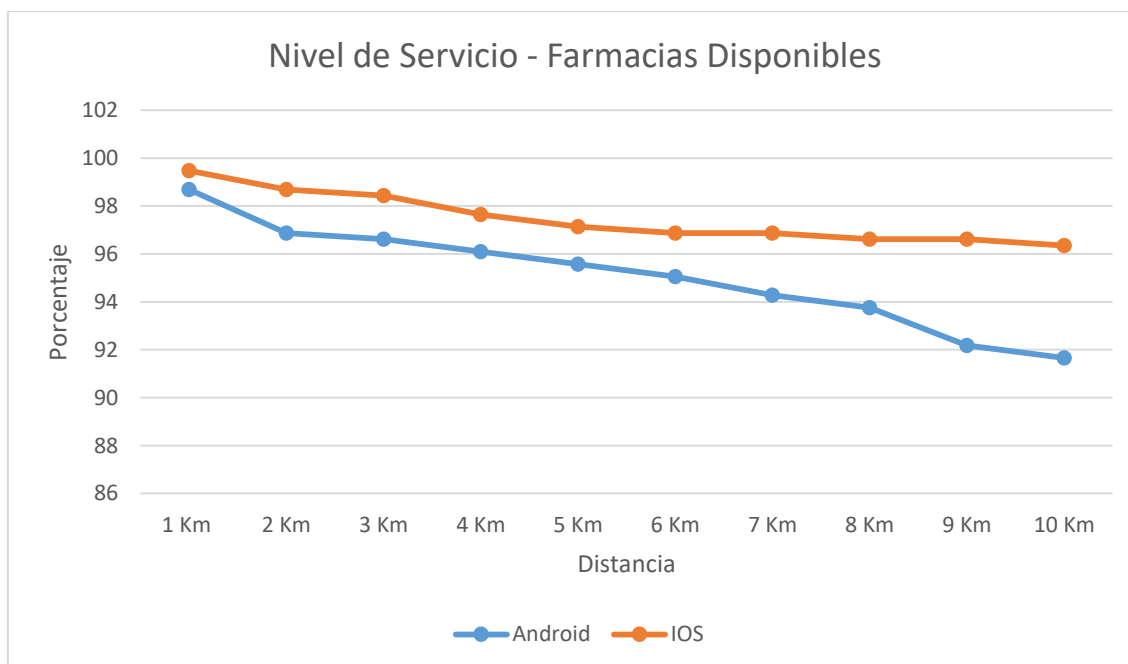


Figura 5: Comparación Gráfica de Nivel de Servicio de Android y IOS

Elaborado por: Fernando Basantes.

Los resultados se obtuvieron también del módulo Farmacias de turno para cada distancia utilizando el mismo procedimiento señalado en la Figura 13.

4.1.2 Nivel de Servicio de las Farmacias de Turno

Tabla 6: Porcentajes de Nivel de Servicio de Farmacias de Turno en Android y IOS

Distancia	<i>Nro de veces que ($T^w < T_0$)</i>		Porcentaje Nivel de Servicio	
	Android	IOS	Android	IOS
1 Km	381	383	99.21%	99.73%
2 Km	379	382	98.69%	99.47%
3 Km	375	382	96.65%	99.47%
4 Km	370	380	96.35%	98.95%
5 Km	369	379	96.09%	98.69%
6 Km	369	378	96.09%	98.43%
7 Km	365	375	95.05%	97.65%
8 Km	362	375	94.27%	97.65%
9 Km	361	374	94.01%	97.39%
10 Km	361	371	94.01%	96.61%

Elaborado por: Fernando Basantes.

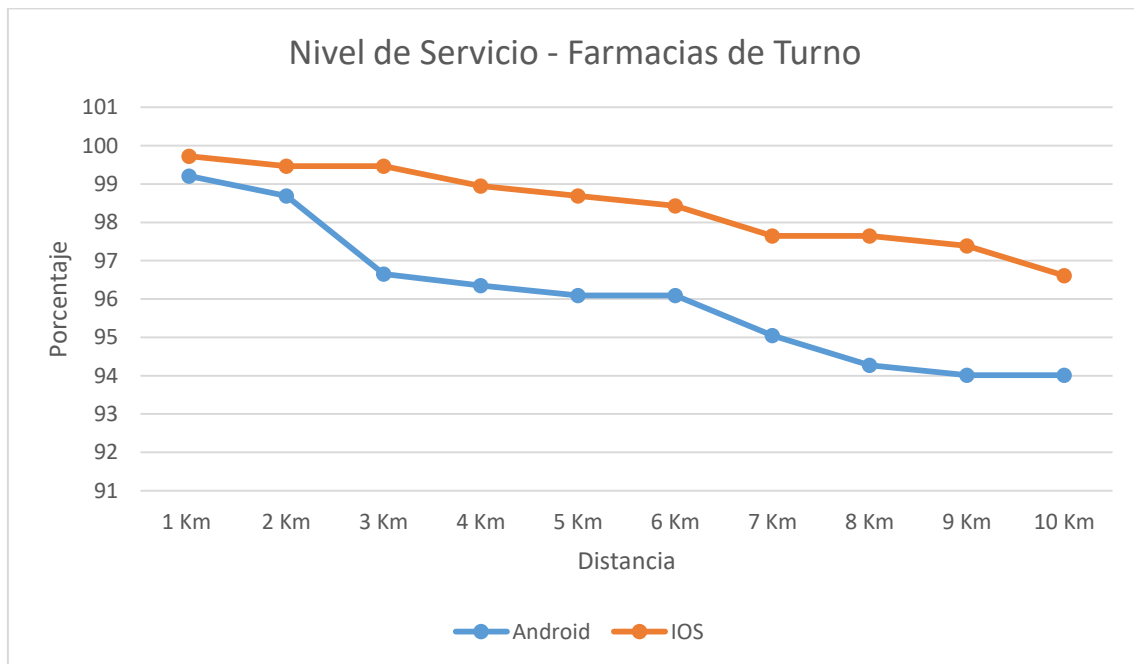


Figura 6: Comparación Gráfica de Nivel de Servicio de Android y IOS (Turno).

Elaborado por: Fernando Basantes.

4.1.3 Nivel de servicio en Farmacias Disponibles y de Turno – Android.

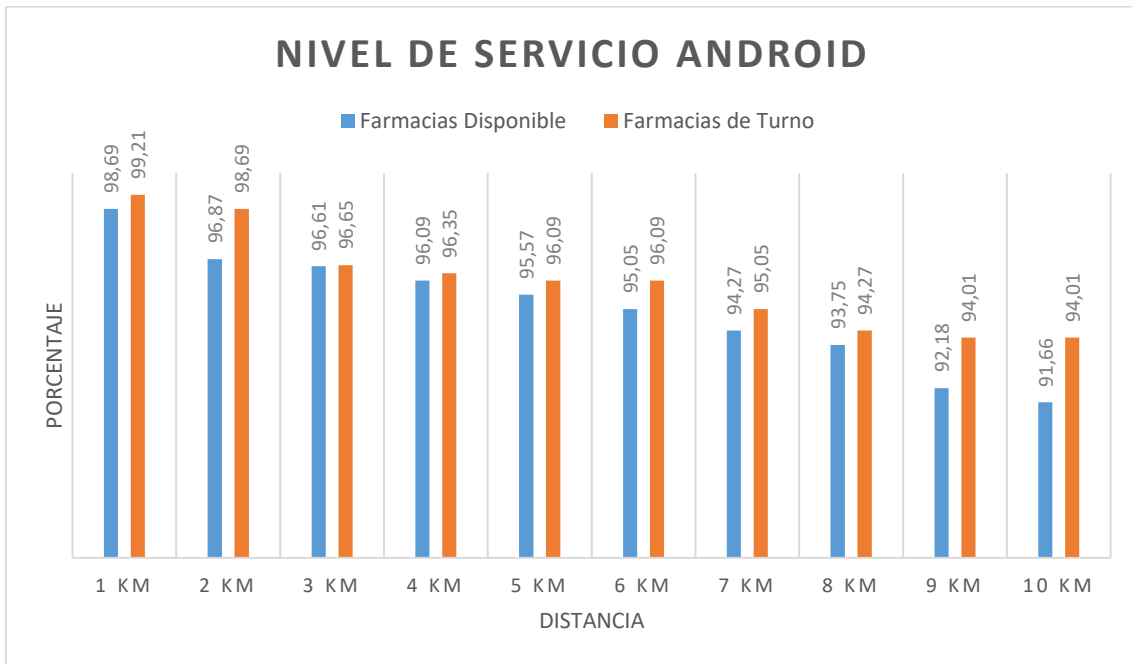


Figura 7: Porcentaje nivel de servicio Android
Elaborado por: Fernando Basantes.

4.1.3 Nivel de servicio en Farmacias Disponibles y de Turno – IOS.

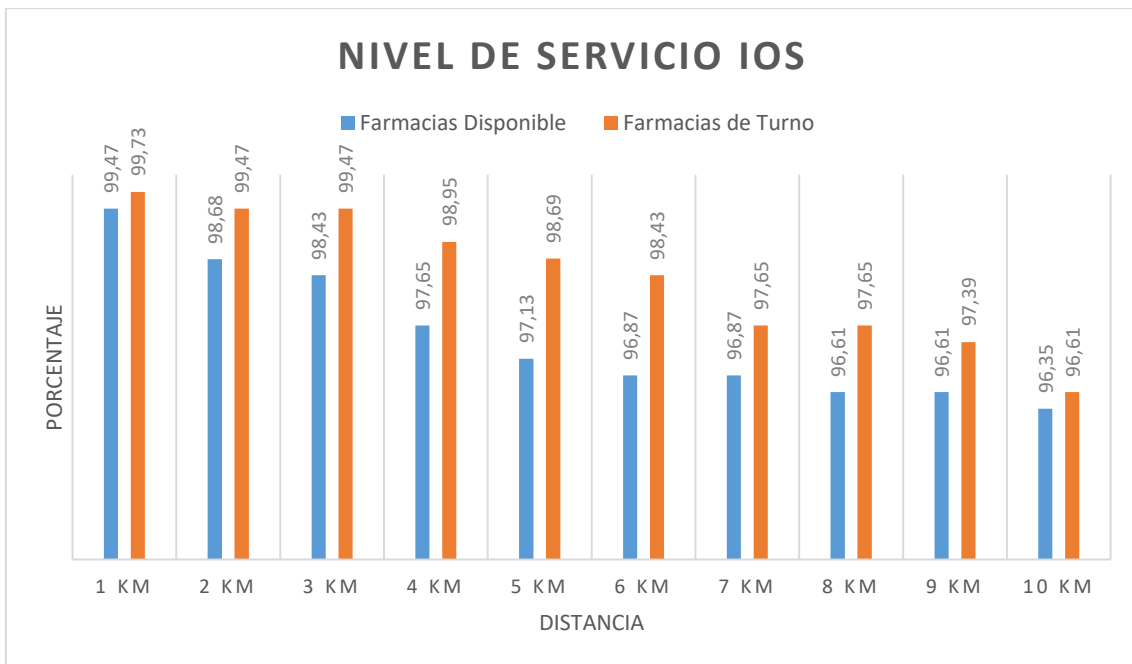


Figura 8: Porcentaje nivel de servicio IOS
Elaborado por: Fernando Basantes.

4.2 DISCUSIÓN

A partir de los resultados presentados en el apartado anterior, en la cual se analizó la interoperabilidad de una aplicación multiplataforma para geolocalización de farmacias del cantón Riobamba utilizando servicios web de tipo REST; considerando la norma de calidad ISO/IEC 25010 basado en el criterio de calidad compatibilidad y el subcriterio interoperabilidad, con la métrica interna denominada **nivel de servicio**, la cual considera como tiempos validos de la interacción de la aplicación multiplataforma con los servicios web, valores de tiempo de respuesta entre 0 y 1000 milisegundos.

Con los antecedentes descritos se obtienen los resultados para los siguientes escenarios:

- En el módulo de farmacias disponibles, considerando la distancia desde un punto de referencia, se obtiene un nivel de servicio superior al 91,66% en distancias que pueden variar entre 1 a 10 Km. A partir de las 384 peticiones se obtiene un promedio de nivel de servicio de 95,07% en la plataforma Android; a diferencia de la plataforma IOS donde obtuvo un porcentaje superior al 96.35% de en distancias variantes de 1 a 10 Km, y determinando un promedio de nivel de servicio de 97,46%.
- En el módulo de farmacias de turno, considerando la distancia desde un punto de referencia, se obtiene un porcentaje de nivel de servicio superior a 94.01% en distancias que pueden variar entre 1 a 10 Km. A partir de las 384 peticiones se obtiene un promedio de 96,04% en la plataforma Android.

Con las características descritas anteriormente se obtuvo un porcentaje superior al 96,61% en distancias variantes de 1 a 10 Km y calculando un promedio de 98,40% en la plataforma IOS.

Los resultados de la interoperabilidad considerando la métrica interna nivel de servicio; guardan relación con lo que sostienen Reyes & Yopasa(2016), quienes afirman que las aplicaciones móviles que consumen servicios web de tipo REST desarrolladas para la plataforma IOS son superiores a las desarrolladas para la plataforma Android. Estos autores expresan además que el tipo de tecnología incide en el nivel de interoperabilidad de aplicaciones y servicios web.

CONCLUSIONES

- Se determinó que la norma de calidad ISO/IEC 25010 con el criterio de calidad compatibilidad y subcriterio interoperabilidad determinan a la métrica de calidad interna denominada nivel de servicio, como la idónea para evaluar la interoperabilidad de aplicaciones geográficas multiplataforma utilizando servicios web de tipo REST.
- En el desarrollo de la aplicación multiplataforma para la geolocalización de farmacias del cantón Riobamba, integrando servicios web de tipo REST se utilizó la metodología Mobile D la cual permite obtener ciclos cortos para el desarrollo de aplicaciones móviles, además es funcional para el desarrollo de aplicaciones móviles multiplataforma permitiendo utilizar herramientas open source sin importar la plataforma de los dispositivos móviles e integrando servicios web independiente del lenguaje en el que está desarrollado. La metodología Mobile D permitió llevar a cabo el desarrollo de la aplicación multiplataforma aplicando revisiones periódicas por parte de los involucrados, lo que ayuda a tener un índice de errores y correcciones mínimo.
- La norma de calidad ISO/IEC 25010 con el criterio compatibilidad y subcriterio interoperabilidad tiene la métrica de calidad interna denominada *nivel de servicio*, utiliza pruebas de carga, lo que permite obtener el tiempo de respuesta de la aplicación multiplataforma para evaluar la interoperabilidad, siendo los valores entre 0 y 1000 milisegundos los tomados en cuenta para obtener un nivel de servicio aceptable; la métrica de calidad indicada anteriormente integra la fórmula descrita en el capítulo IV para determinar el porcentaje de nivel de servicio. Obteniendo los resultados de la interoperabilidad para las diferentes plataformas móviles que utilizan servicios web de tipo REST en donde se evidencia que la plataforma IOS (Nivel de servicio superior a 96,35% en el módulo farmacias disponibles y 96,61% en el módulo farmacias de turno) tiene una mejor respuesta sobre la plataforma Android (Nivel de servicio superior a 91,66% en el módulo farmacias disponibles y 94,01% en el módulo farmacias de turno). Esta variante es dependiente del tipo de tecnología.

RECOMENDACIONES

- Para analizar y evaluar la interoperabilidad entre aplicaciones multiplataforma y servicios web de tipo REST, de acuerdo a la literatura revisada se recomienda la norma de calidad ISO/IEC 25010 con el criterio compatibilidad y subcriterio interoperabilidad la cual utiliza la métrica de calidad interna **Nivel de Servicio**, ya que evalúa el tiempo de respuesta con respecto al tiempo estimado en responder la petición del servicio web desde la aplicación.
- Para el desarrollo de la aplicación multiplataforma de geolocalización de farmacias del cantón Riobamba es recomendable utilizar la API de Google Maps ya que cuenta con funcionalidades fáciles de utilizar como: marcación de rutas más rápidas. A diferencia de otras opciones de Mapas.
- Para la simulación de carga a la aplicación multiplataforma se recomienda el software Jmeter configurado para dispositivos móviles Andorid y IOS lo cual permite obtener los resultados de tiempo de respuesta de la interacción de la aplicación multiplataforma con los servicio web, además permite exportar al tipo de archivo CSV los resultados encontrados para un realizar un análisis de forma rápida.

BIBLIOGRAFÍA.

- Abrahamsson, P. (2015). Mobile-D: an agile approach for mobile application development. *Companion to the 19th annual ACM SIGPLAN conference on Object-oriented programming systems, languages, and applications*, 174-175.
- Acosta, N. J., Espinel, L. A., & García, J. L. (2017). Estándares para la calidad de software. *Tecnología Investigación y Academia*, 75 - 84. Obtenido de <https://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/tia/article/view/8388/pdf>
- Agarwal, R. (2016). Unified IoT ontology to enable interoperability and federation of testbeds. *In 2016 IEEE 3rd World Forum on Internet of Things (WF-IoT)*, 70 - 75.
- Arsaute, A., & Zorzan, F. (2018). Generación automática de API REST a partir de API Java, basada en transformación de Modelos (MDD). *XX Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación*, 629 - 633.
- Aymerich, B., & Solano, A. (2018). Incorporando pruebas basadas en modelos para servicios web en un proceso de desarrollo ágil: Un caso de estudio en la industria. *Revista Ibérica de Sistemas y Tecnologías de Información*, 526–537.
- Basson, H., Bouneffa, M., Matsuda, M., Ahmad, A., Chung, D., & Arai, E. (2016). Qualitative Evaluation of Manufacturing Software Units Interoperability Using ISO 25000 Quality Model. *Enterprise Interoperability VII*, 199-209.
- Beleño, K., Palencia, R., & Rincón, M. (2018). Propuesta de indicadores para medir el estado de la calidad interna de las aplicaciones de escritorio, desarrolladas como proyectos de grado en la Universidad Popular del Cesar Seccional Aguachica aplicando la norma ISO/IEC 25000. *C. DESARROLLO E INNOVACIÓN EN INGENIERÍA*, 112.
- Biørn-Hansen, A., Majchrzak, T. A., & Grønli, T.-M. (2017). Progressive Web Apps: The Possible Web-native Unifier for Mobile Development. *WEBIST*, 344-351.
- Blobe, B. (2016). Interoperability is more than just technology. *European Journal of Biomedical Informatics*, 1-2.
- Castillo, A. (2016). La geolocalización: Oportunidades de marketing para el hotel del futuro. *XI Congreso internacional de Turismo y Tecnologías de la Información y la Comunicación*, 375 - 378.
- Cedeño, R. (2017). Observaciones acerca de los dispositivos móviles. *Dominio de las Ciencias*, 89 - 103.
- Chen, P. M. (2015). MANAGING DATA CENTER USING WEB SERVICES. *U.S. Patent No 8990262*, 1 - 15.
- Delia, L., & Galdamez, N. (2015). Multi-Platform Mobile Application Development Analysis. *2015 IEEE 9th International Conference on Research Challenges in Information Science (RCIS)*, 181 - 186.
- Enciso, L., Quichimbo, J., & Zelaya, E. (2017). Arquitectura REST en la Implementación de un Aplicación Web y Móvil para el Estacionamiento Rotativo Tarifado Vehicular. *2017 12th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)*, 1 - 6.
- Gamboa, J., & Larico, G. R. (2017). APLICACIÓN MÓVIL DE REALIDAD AUMENTADA, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA MOBILE-D, PARA EL ENTRENAMIENTO DE TÉCNICOS DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA PESADA EN LA EMPRESA ZAMINE SERVICE PERU SAC. *CEPROSIMAD*, 39 - 51.
- Gonzales, N., & Salcines, I. (2018). DISPOSITIVOS MÓVILES - SMARTPHONES & TABLETS Y COMUNICACIÓN EN FAMILIA. *Prisma Social*, 22 - 39.

- González, B., & Duarte, H. (2016). Interoperabilidad en el proceso de autorización de servicios de salud basado en HL7-FHIR. *2016: Inteligencia Ambiental, Ingeniería de Software y Salud Electrónica & Móvil (AmISEmeH)*, 23 - 30.
- Griffith, C. (2017). *Mobile App Development with Ionic, Revised Edition: Cross-Platform Apps with Ionic, Angular, and Cordova*. Boston: O'Reilly Media, Inc.
- Haro, E., Guarda, T., Peñaherrera, A. O., & Quiña, G. N. (2019). Desarrollo backend para aplicaciones web, Servicios Web Restful: Node.js vs Spring Boot. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*, 309-321.
- Moreno, M. M. (2007). *Métricas para la Interoperabilidad de la Información en el Gobierno Electrónico*. Santiago de Chile.
- Reyes, Y., & Yopasa, J. (2016). Evaluación comparativa de accesibilidad para sistemas Android, iOS y Windows Phone. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, 295 - 315.
- Sánchez, M. (2016). Assessing the Quality of MOOC using ISO/IEC 25010 . *2016 XI Latin American Conference on Learning Objects and Technology (LACLO)*, 1 - 4.
- Satterfield, J. C. (2017). User interface for displaying selectable software functionality controls that are relevant to a selected object. *U.S. Patent No. 9,690,448. Washington, DC*.
- Thomas, P., & Federico, C. (2017). Desarrollo de aplicaciones móviles 3D. *XIX Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación*, 480 - 483.
- Thomas, P., & Pesado, P. (2016). Dispositivos Móviles: Desarrollo y Análisis de Rendimiento de Aplicaciones Multiplataforma. *XVIII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación*, 572 - 575.
- Vásquez, E. (2015). *Dispositivos digitales móviles en educación*. Madrid: Narcea, S.A de Ediciones.
- Zapata, C. M. (2015). Revisión de la literatura en interoperabilidad entre sistemas heterogéneos de software. *REVISTA INGENIERÍA E INVESTIGACIÓN* , 42 - 47.

ANEXOS.

ANEXO 1. Aplicación web para el administrador creada con PHP y MYSQL

Alojada con el nombre de dominio: <http://farmaciappriobamba.000webhostapp.com/>.

Página de LOGIN para la app.



Figura 9: Página de Login FarmaciAPP
Elaborado por: Fernando Basantes.

Cuenta con validación de campos.



Figura 10: Validación de campos Nombre de Usuario
Elaborado por: Fernando Basantes.

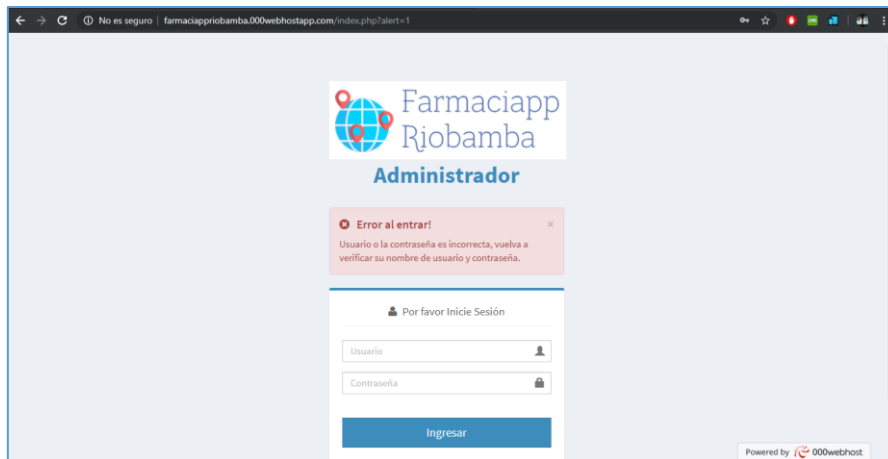


Figura 11: Mensaje de error por contraseña
Elaborado por: Fernando Basantes.

La página tiene 3 módulos que son

- Farmacias
- Horarios
- Turnos

Y además contiene cuentas de usuarios con roles.

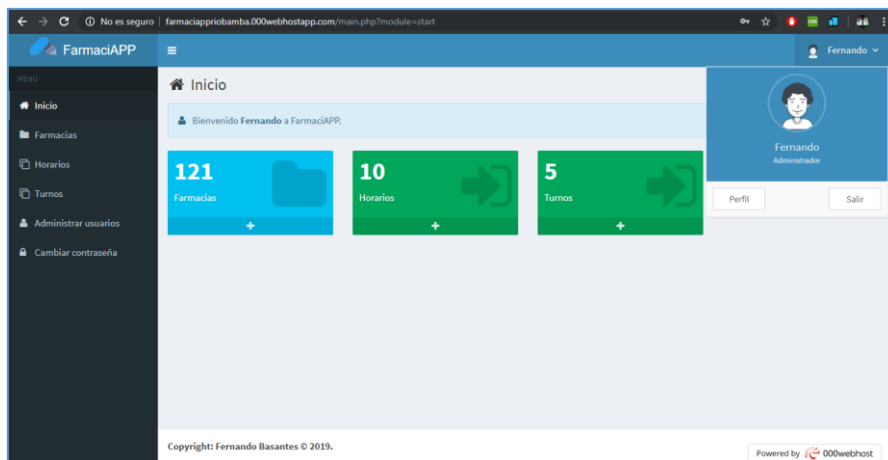


Figura 12: Roles de Usuarios
Elaborado por: Fernando Basantes.

En el módulo de Farmacias se encuentran las farmacias ingresadas en la base de datos y tiene las operaciones CRUD. Crear, Leer, Actualizar y Eliminar.

No.	Foto	Nombre	Dirección	Latitud	Longitud	Teléfono	Horario
1		Pharmacs	Av. A. J. de Sucre (Paseo Shopping)	-1.654943	-78.646381	S/N	Lunes a Domingo de 10H00 a 21H00
2		Las Acacias	Avenida Panamericana y RíoCoca	-1.638843	-78.678602	032374273	Lunes a Domingo de 08H00 a 22H00
3		Farmacia Heider	Av. La Prensa y Rey Cacha	-1.66527771949768	-78.6652755737304	S/N	Lunes a Domingo de 08H30 a 23H00
4		Farmacia Santa Isabel	Av. La Prensa y Rey Cacha	-1.66361105442047	-78.6641693115224	032306417	Lunes a Domingo de 08H30 a 23H00
5		Farmacías Económicas(Puruha)	Av. Leon Borja	-1.66190528869628	-78.6623153686523	N/A	Lunes a Domingo de 08H00 a 21H00
6		Farmacia Perpetuo Socorro	Av. Leon Borja y Princesa Carl	-1.66421556472778	-78.6596450805664	02940808	Lunes a Domingo de 08H00 a 21H00

Figura 13: Módulo Farmacias
Elaborado por: Fernando Basantes.

Página de ingreso de nuevas farmacias.

Formulario de Ingreso de Nueva Farmacia:

- Código: 000122
- Nombre:
- Dirección:
- Latitud:
- Longitud:
- Teléfono:
- Foto: Ningún archivo seleccionado
- Horario:

Botones:

Figura 14: Panel de ingreso de Farmacias
Elaborado por: Fernando Basantes.

Página de actualización de farmacias.

Formulario de Actualización de Farmacia:

- Código: 121
- Nombre: Pharmacs
- Dirección: Av. A. J. de Sucre (Paseo Shopping)
- Latitud: -1.654943
- Longitud: -78.646381
- Teléfono: S/N
- Foto: Ningún archivo seleccionado
- Horario: Lunes a Domingo de 10H00 a 21H00

Botón:

Figura 15: Panel de actualización de Farmacias
Elaborado por: Fernando Basantes.

Ventana de diálogo para la opción de eliminar farmacias.

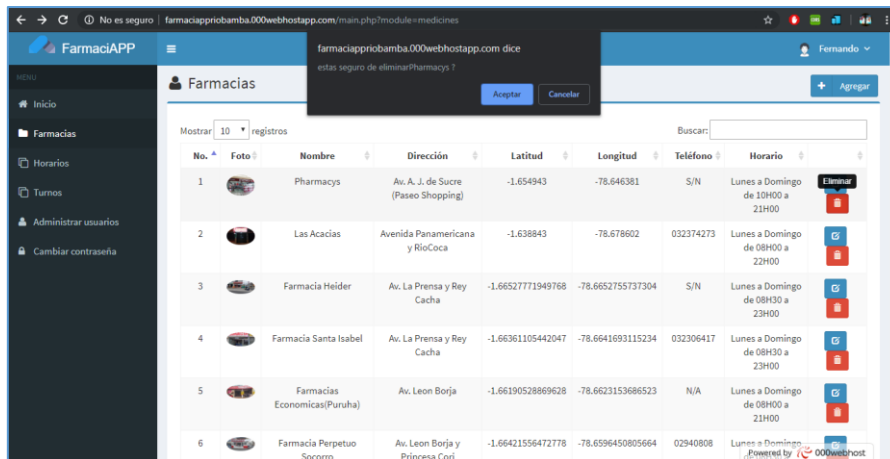


Figura 16: Cuadro de diálogo de Eliminar
Elaborado por: Fernando Basantes.

Opción para buscar farmacias en la base de datos.

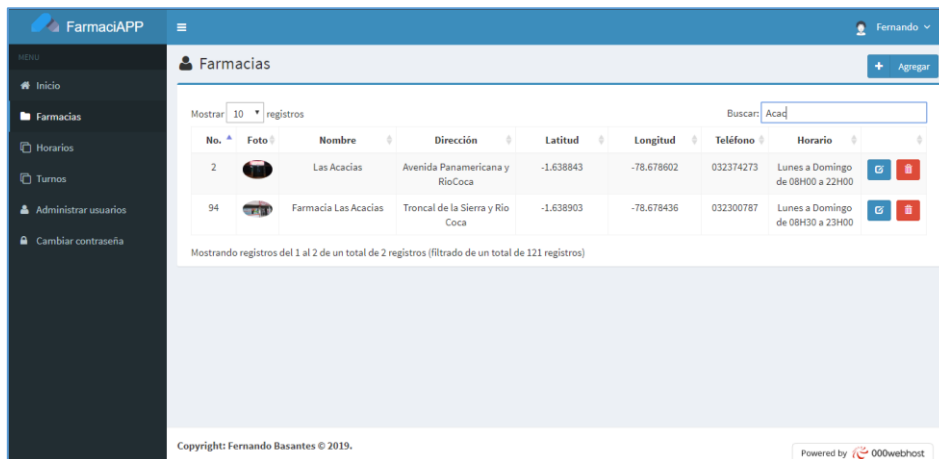


Figura 17: Búsqueda de Farmacias
Elaborado por: Fernando Basantes.

Página de administración de usuarios con sus respectivos roles.

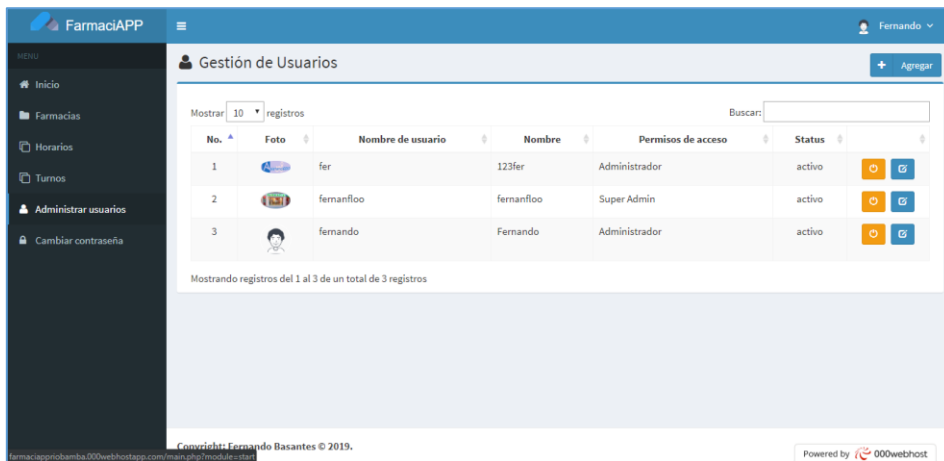


Figura 18: Módulo de Administración de Usuarios
Elaborado por: Fernando Basantes.

Página de cambio de contraseña.

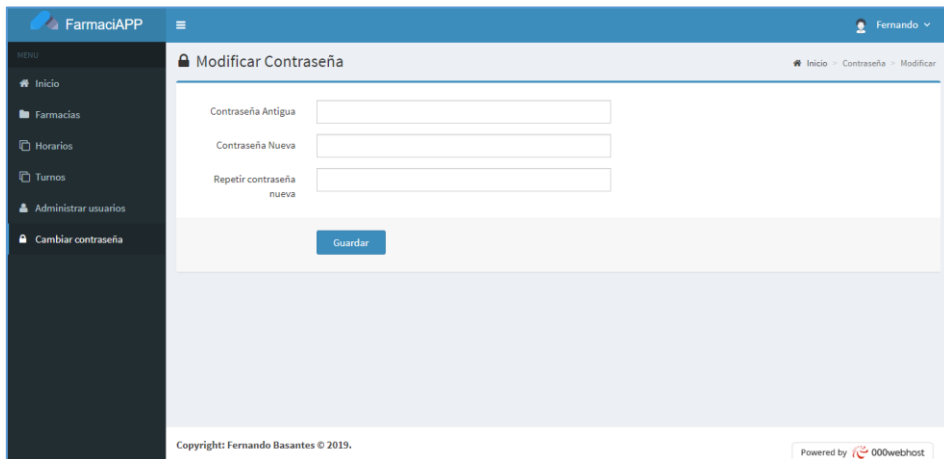


Figura 19: Panel de cambio de contraseña
Elaborado por: Fernando Basantes.

Página de Horarios de las farmacias la cual también cuenta con operaciones CRUD Crear, Leer, Actualizar y Borrar.

No.	Descripción	Hora Inicio	Hora Fin
1	Lunes a Domingo de 09H30 a 21H30	09:30:00	21:30:00
2	Lunes a Domingo de 08H00 a 22H00	08:00:00	22:00:00
3	Lunes a Domingo de 08H30 a 23H00	08:30:00	23:00:00
4	Lunes a Domingo de 10H00 a 22H00	10:00:00	22:00:00
5	Lunes a Domingo de 09H00 a 22H00	09:00:00	22:00:00
6	Lunes a Domingo de 10H00 a 22H00	10:00:00	22:00:00
7	Lunes a Domingo de 10H00 a 21H00	10:00:00	21:00:00
8	Lunes a Domingo de 09H00 a 21H00	09:00:00	21:00:00
9	Lunes a Domingo de 08H00 a 21H00	08:00:00	21:00:00

Figura 20: Panel de horarios de Farmacias
Elaborado por: Fernando Basantes.

Página de Turnos de farmacias la cual cuenta con operaciones CRUD Crear, Leer, Actualiza y Borrar.

No.	Fecha Inicio	Fecha Fin	Hora Inicio	Hora Fin	Farmacia
1	2019-08-03	2019-08-10	06:00:00	06:00:00	Farmacia Sana Sana
2	2019-08-03	2019-08-10	06:00:00	06:00:00	Farmacia Laurita
3	2019-08-03	2019-08-10	06:00:00	06:00:00	Farmacia Don Bosco
4	2019-08-03	2019-08-10	06:00:00	06:00:00	Farmacia FarmaRed Niño de Praga
5	2019-08-10	2019-08-17	06:00:00	06:00:00	Cruz Azul Rio del Sur

Figura 21: Panel de turnos de Farmacias
Elaborado por: Fernando Basantes.

Ventana de confirmación a la hora de cerrar sesión.

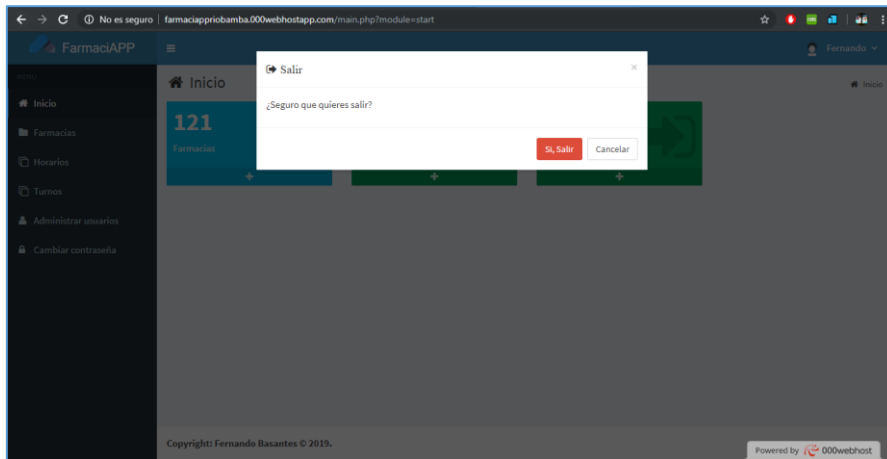


Figura 22: Confirmación de cierre de sesión
Elaborado por: Fernando Basantes.

ANEXO 2. Fase de Exploración - Metodología Mobile D.

Este proceso se realiza en tres etapas:

I. Establecimiento de interesados

Tabla 7: Establecimiento de interesados del proyecto.

Líder de Proyecto	Fernando Basantes
Equipo de desarrollo	Fernando Basantes
Usuarios de la Aplicación	Ciudadanía del cantón Riobamba

Elaborado por: Fernando Basantes.

II. Definición de Alcance

En esta actividad se estableció los requisitos previos., objetivos y alcance del proyecto basándose en la duración del mismo.

Requisitos

- Geolocalización del usuario
- Geolocalización de farmacias abiertas cercanas a la ubicación del usuario
- Geolocalización de farmacias de turno cercanas a la ubicación del usuario
- Mostrar la información de la farmacia al ser seleccionada como nombre, dirección, coordenadas, teléfono, foto, distancia.
- Mostrar rutas entre la ubicación del usuario y la farmacia seleccionada.

Alcance

Aplicación multiplataforma que consume servicios web REST para la geolocalización de farmacias del cantón Riobamba.

III. Establecimiento del proyecto

En esta fase se definió el entorno para el proyecto.

Tecnologías: Android, IOS y Web

Lenguaje de Programación: JavaScript

Herramientas de Diseño: HTML5, CSS3, Visual Studio Code.

Framework: IONIC 3

Equipos: 1 Laptop HP 1000 Core I5, 8Gb de RAM

Metodología de desarrollo: Mobile-D

ANEXO 3. Fase de Inicialización - Metodología Mobile D.

I. Configuración del proyecto

Preparación del ambiente:

Instalar las herramientas y frameworks necesarias para el desarrollo.

- Instalar NodeJS

Para instalar NodeJs se dirige a la dirección <https://nodejs.org/es/> para descargar el entorno de ejecución de JavaScript.

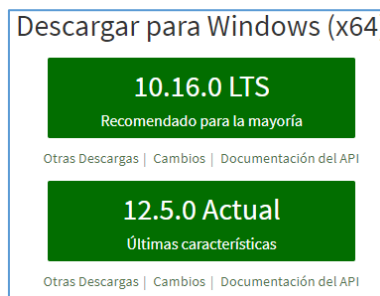


Figura 23: Descarga de Node JS
Elaborado por: Fernando Basantes.

Verificar si se encuentra instalado con el comando `node -v` desde la ventana de comandos.

```
C:\Windows\system32\cmd.exe
Microsoft Windows [Versión 10.0.18362.175]
(c) 2019 Microsoft Corporation. Todos los derechos reservados.

C:\Users\f_bas>node -v
v10.16.0

C:\Users\f_bas>
```

Figura 24: Código de versión de Node JS.
Elaborado por: Fernando Basantes.

- Instalar Visual Studio Code desde la web oficial: <https://code.visualstudio.com/download>
- Instalar el framework IONIC desde la ventana de comandos con el comando:
`npm install -g Ionic`

Capacitaciones

Se realizó capacitaciones al desarrollador por medio de cursos virtuales de Udemy y reuniones con personas que tienen conocimientos de desarrollo de aplicaciones móviles con el framework IONIC.

II. Análisis

○ Diagramas de Caso de Uso.

Proceso de usuario de FarmaciApp

A continuación se muestran las actividades que el usuario de aplicación multiplataforma de geolocalización de farmacias puede realizar.

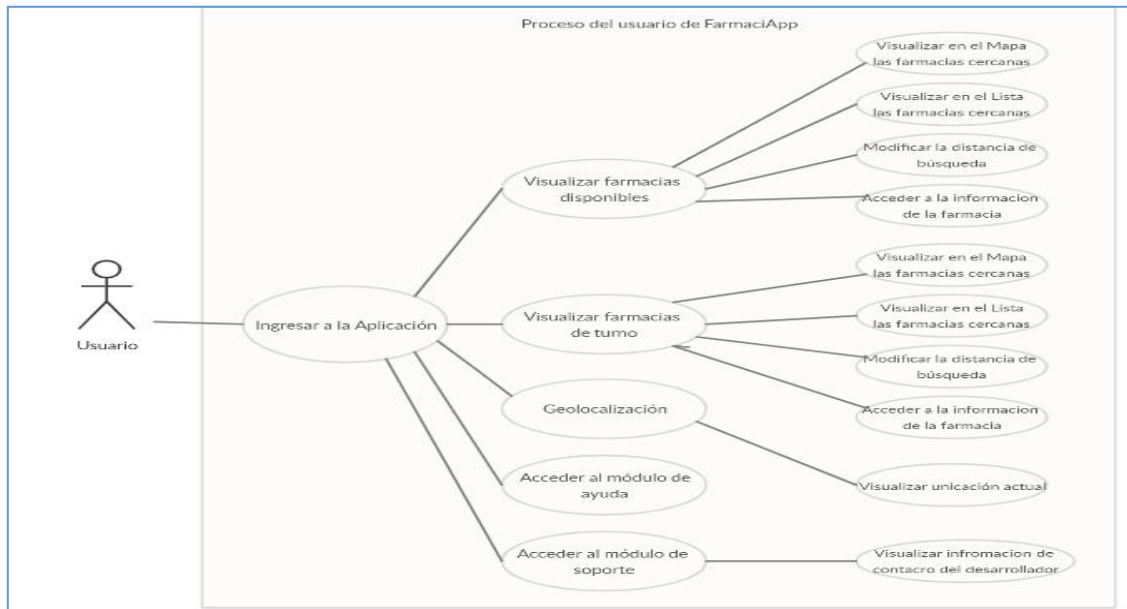


Figura 25: Proceso de Usuario
Elaborado por: Fernando Basantes.

Proceso del administrador de FarmaciApp

A continuación se muestra las actividades que realiza el administrador del sistema.

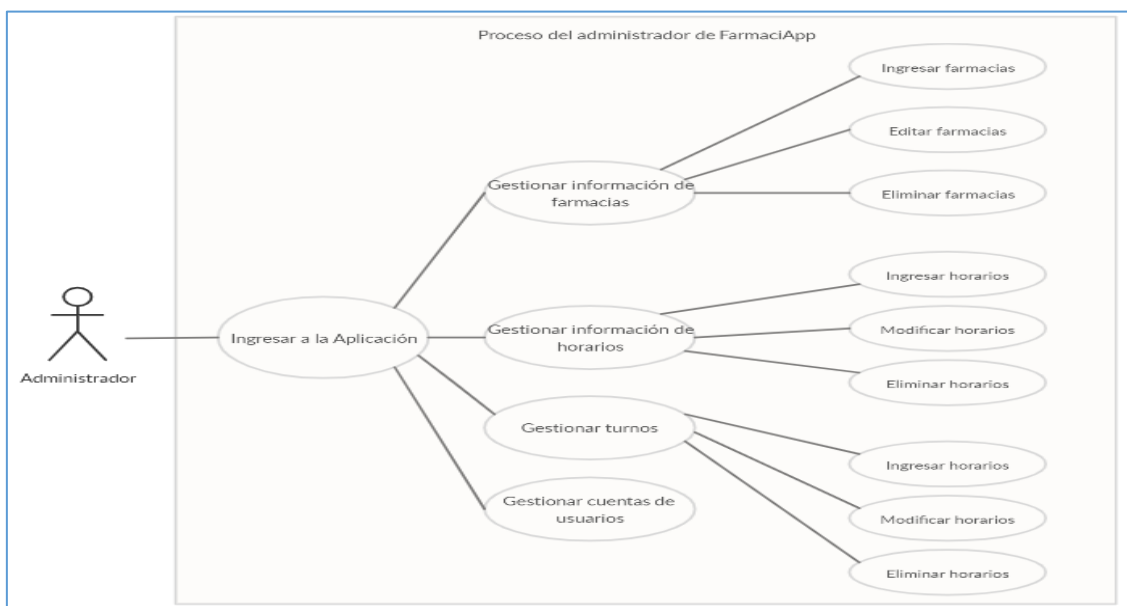


Figura 26: Proceso del administrador
Elaborado por: Fernando Basantes.

III. Planeamiento Inicial

La arquitectura está orientada a servicios basados en tres partes.

- Aplicación multiplataforma
- Internet
- Servicio Web

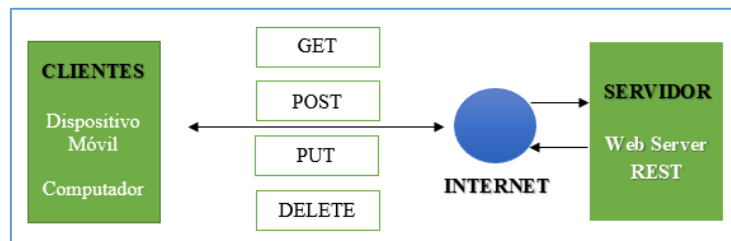


Figura 27: Arquitectura de la aplicación multiplataforma
Elaborado por: Fernando Basantes

IV. Elaboración de prototipos

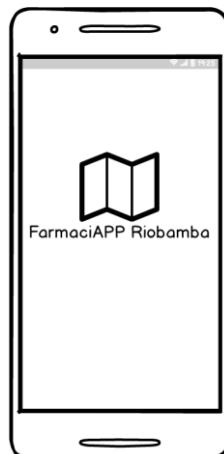


Figura 28: Prototipo Ventana Splash
Elaborado por: Fernando Basantes

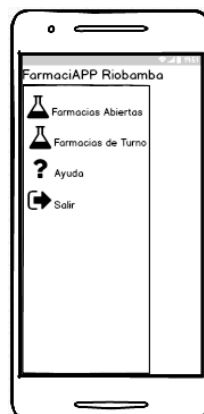


Figura 29: Prototipo Ventana Menú
Elaborado por: Fernando Basantes



Figura 30: Prototipo Ventana Farmacias Cercanas
Elaborado por: Fernando Basantes



Figura 31: Prototipo Ventana farmacia seleccionada
Elaborado por: Fernando Basantes



Figura 32: Prototipo Ventana Ver en Lista
Elaborado por: Fernando Basantes

ANEXO 4. Proyecto creado en IONIC 3.

Modelo de base de datos

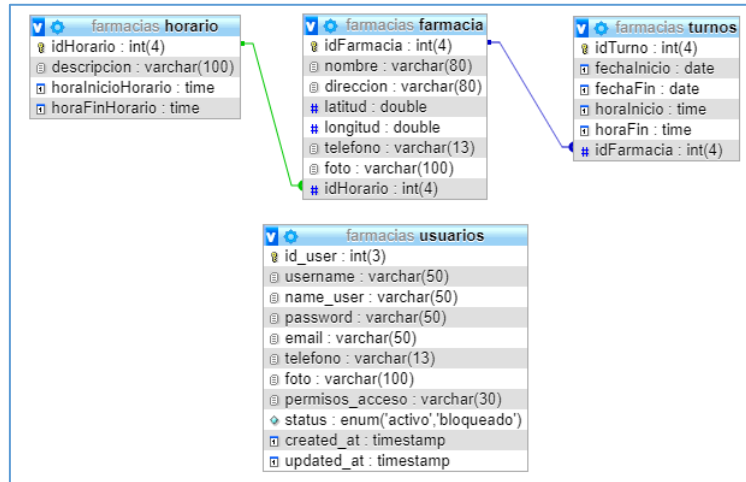


Figura 33: Modelo de base de datos
Elaborado por: Fernando Basantes

Directorios del proyecto en IONIC.

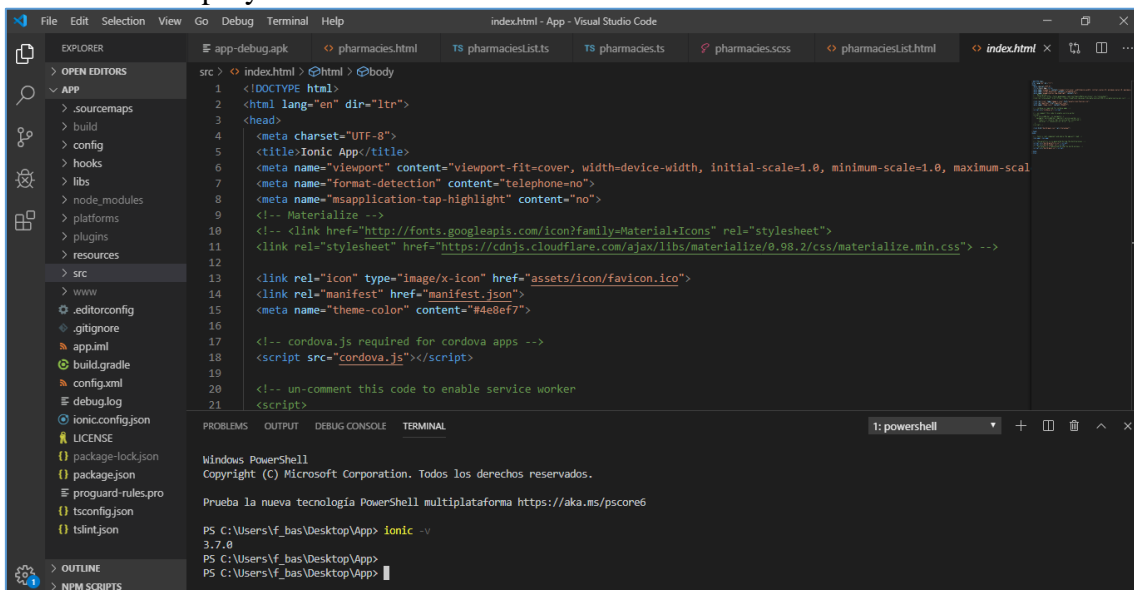


Figura 34: Directorios del proyecto en IONIC
Elaborado por: Fernando Basantes.

Directorio de las páginas creadas en la aplicación como: pharmacies, pharmaciesList, Help y Settings.

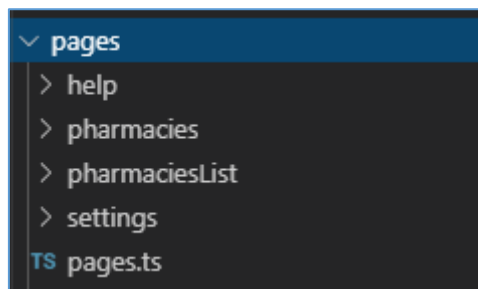
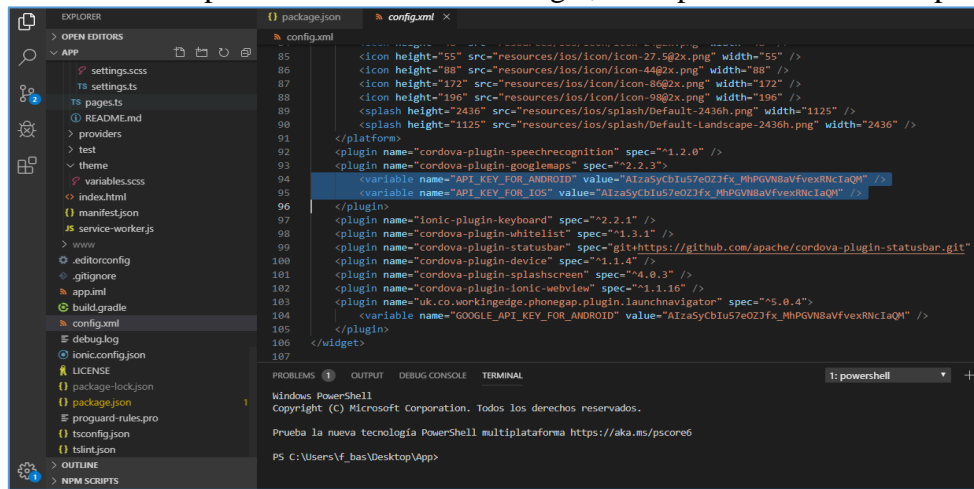


Figura 35: Directorio de páginas de la aplicación

Elaborado por: Fernando Basantes.

Variables de la KEY para utilizar la API de Google, tanto para Android como para IOS.

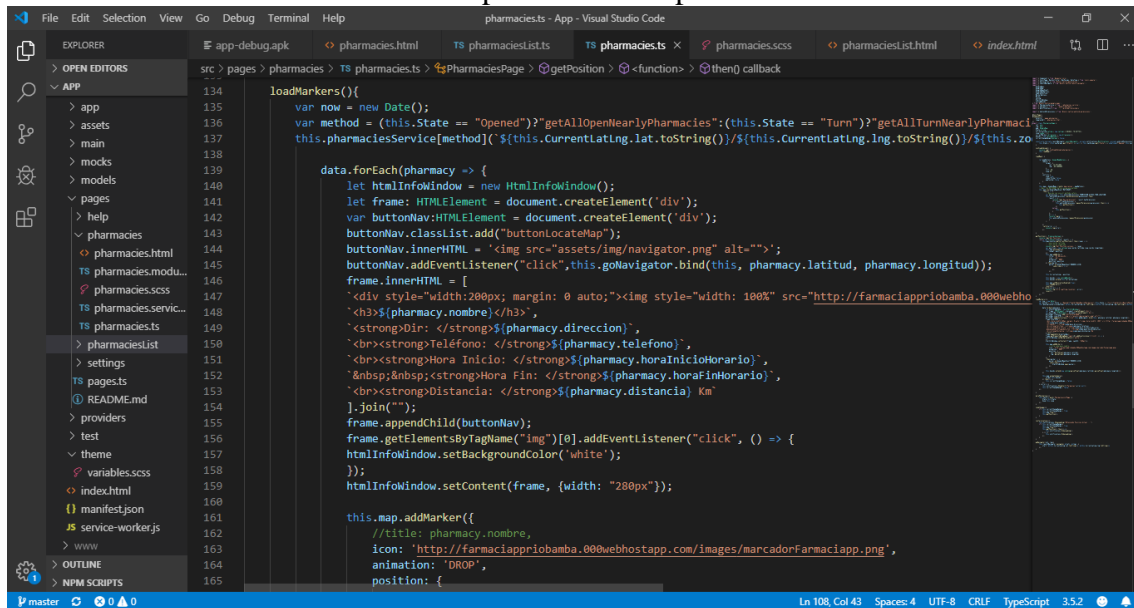


```
85 <icon height="55" src="resources/ios/icon/icon-27_5@2x.png" width="55" />
86 <icon height="88" src="resources/ios/icon/icon-44@2x.png" width="88" />
87 <icon height="172" src="resources/ios/icon/icon-8@2x.png" width="172" />
88 <icon height="196" src="resources/ios/icon/icon-98@2x.png" width="196" />
89 <splash height="2436" src="resources/ios/splash/Default-Landscape-2436h.png" width="1125" />
90 <splash height="1125" src="resources/ios/splash/Default-Landscape-2436h.png" width="2436" />
91 </platform>
92 <plugin name="cordova-plugin-speechrecognition" spec="1.2.0" />
93 <plugin name="cordova-plugin-googlemaps" spec="2.2.3">
94 |   <variable name="API_KEY_FOR_ANDROID" value="AIzaSyCbtU57eOZ3Fx_MhPGVN8aVfvexRncIaQM" />
95 |   <variable name="API_KEY_FOR_IOS" value="AIzaSyCbtU57eOZ3Fx_MhPGVN8aVfvexRncIaQM" />
96 </plugin>
97 <plugin name="ionic-plugin-keyboard" spec="2.2.1" />
98 <plugin name="cordova-plugin-whitelist" spec="1.3.4" />
99 <plugin name="cordova-plugin-statusbar" spec="git+https://github.com/apache/cordova-plugin-statusbar.git" />
100 <plugin name="cordova-plugin-device" spec="1.1.4" />
101 <plugin name="cordova-plugin-splashscreen" spec="4.0.3" />
102 <plugin name="cordova-plugin-ionic-webview" spec="1.1.16" />
103 <plugin name="uk.co.workingedge.phonegap.plugin.launchnavigator" spec="5.0.4">
104 |   <variable name="GOOGLE_API_KEY_FOR_ANDROID" value="AIzaSyCbtU57eOZ3Fx_MhPGVN8aVfvexRncIaQM" />
105 </plugin>
106 </widget>
107
```

Figura 36: Keys de la API de Google
Elaborado por: Fernando Basantes.

ANEXO 5: Consumo del servicio WEB desde la aplicación.

Consumo del servicio web desde la aplicación multiplataforma.

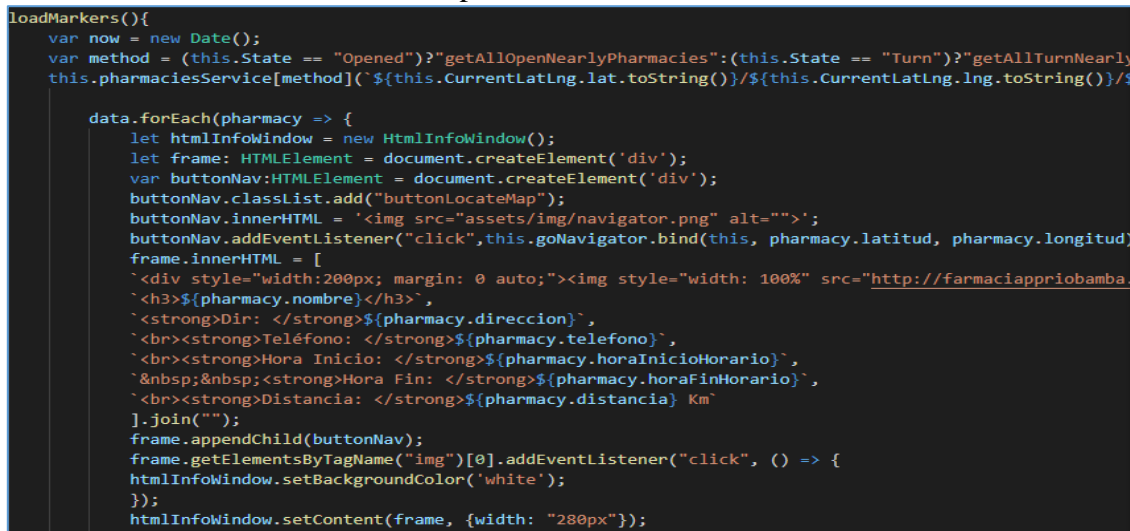


```
loadMarkers(){
    var now = new Date();
    var method = (this.State == "Opened")?"getAllOpenNearlyPharmacies":(this.State == "Turn")?"getAllTurnNearlyPharmacies":(this.State == "Closed")?"getAllClosedNearlyPharmacies":(this.State == "Turn")?"getAllTurnNearlyPharmacies";
    this.pharmaciesService[method](`${this.CurrentLatLng.lat.toString()}/${this.CurrentLatLng.lng.toString()}/${this.State}`)
        .subscribe((res) => {
            data.forEach(pharmacy => {
                let htmlInfoWindow = new HtmlInfoWindow();
                let frame: HTMLElement = document.createElement('div');
                var buttonNav: HTMLElement = document.createElement('div');
                buttonNav.classList.add("buttonLocateMap");
                buttonNav.innerHTML = '';
                buttonNav.addEventListener("click", this.goNavigator.bind(this, pharmacy.latitud, pharmacy.longitud));
                frame.innerHTML = [
                    `<div style="width:200px; margin: 0 auto;">`,
                    `<h3>${pharmacy.nombre}</h3>`,
                    `<strong>Dir: </strong>${pharmacy.direccion}`,
                    `<br><strong>Teléfono: </strong>${pharmacy.telefono}`,
                    `<br><strong>Hora Inicio: </strong>${pharmacy.horaInicioHorario}`,
                    `&nbsp;&nbsp;&nbsp;<strong>Hora Fin: </strong>${pharmacy.horaFinHorario}`,
                    `<br><strong>Distancia: </strong>${pharmacy.distancia} Km`
                ].join("");
                frame.appendChild(buttonNav);
                frame.getElementsByTagName("img")[0].addEventListener("click", () => {
                    htmlInfoWindow.setBackgroundColor('white');
                });
                htmlInfoWindow.setContent(frame, {width: "280px"});
            });
            this.map.addMarker({
                //title: pharmacy.nombre,
                icon: 'http://farmaciapriobamba.000webhostapp.com/images/marcadorFarmaciapp.png',
                animation: "DROP",
                position: {

```

Figura 37: Consumo del Servicio Web
Elaborado por: Fernando Basantes.

Colocación de marcadores en el mapa:



```
loadMarkers(){
    var now = new Date();
    var method = (this.State == "Opened")?"getAllOpenNearlyPharmacies":(this.State == "Turn")?"getAllTurnNearlyPharmacies":(this.State == "Closed")?"getAllClosedNearlyPharmacies":(this.State == "Turn")?"getAllTurnNearlyPharmacies";
    this.pharmaciesService[method](`${this.CurrentLatLng.lat.toString()}/${this.CurrentLatLng.lng.toString()}/${this.State}`)
        .subscribe((res) => {
            data.forEach(pharmacy => {
                let htmlInfoWindow = new HtmlInfoWindow();
                let frame: HTMLElement = document.createElement('div');
                var buttonNav: HTMLElement = document.createElement('div');
                buttonNav.classList.add("buttonLocateMap");
                buttonNav.innerHTML = '';
                buttonNav.addEventListener("click", this.goNavigator.bind(this, pharmacy.latitud, pharmacy.longitud));
                frame.innerHTML = [
                    `<div style="width:200px; margin: 0 auto;">`,
                    `<h3>${pharmacy.nombre}</h3>`,
                    `<strong>Dir: </strong>${pharmacy.direccion}`,
                    `<br><strong>Teléfono: </strong>${pharmacy.telefono}`,
                    `<br><strong>Hora Inicio: </strong>${pharmacy.horaInicioHorario}`,
                    `&nbsp;&nbsp;&nbsp;<strong>Hora Fin: </strong>${pharmacy.horaFinHorario}`,
                    `<br><strong>Distancia: </strong>${pharmacy.distancia} Km`
                ].join("");
                frame.appendChild(buttonNav);
                frame.getElementsByTagName("img")[0].addEventListener("click", () => {
                    htmlInfoWindow.setBackgroundColor('white');
                });
                htmlInfoWindow.setContent(frame, {width: "280px"});
            });
            this.map.addMarker({
                //title: pharmacy.nombre,
                icon: 'http://farmaciapriobamba.000webhostapp.com/images/marcadorFarmaciapp.png',
                animation: "DROP",
                position: {

```

Figura 38: Colocación de marcadores en el mapa.
Elaborado por: Fernando Basantes.

ANEXO 6. Ejecución y pruebas de la App en Android.

Para ejecutar la app en dispositivos Android, este se debe configurar en modo Desarrollador para lo cual en Ajustes->Sistema->Opciones de Desarrollador.

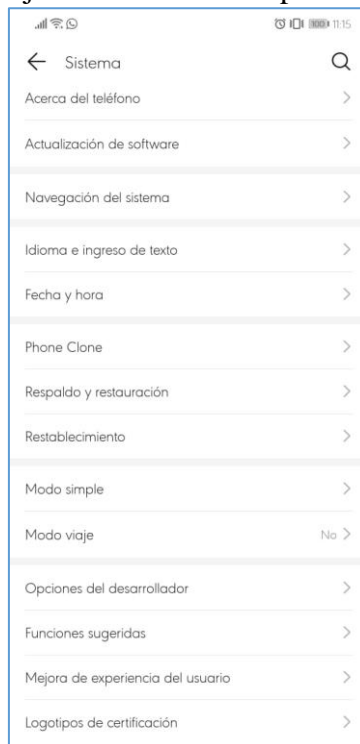


Figura 39: Opciones de desarrollador Android
Elaborado por: Fernando Basantes.

Dentro de opciones de desarrollador Activar la opción “Depuración USB”



Figura 40: Depuración USB
Elaborado por: Fernando Basantes.

Conectar el dispositivo al computador (debidamente instalado el ADB de android).

Ejecutar el comando: **ionic cordova run android** y el proyecto empezará a compilar.

```
PS C:\Users\fbas\Desktop\App> ionic cordova run android
Running app-scripts build: --address 0.0.0.0 --port 8100 --p 8100 --livereload-port 35729 --r 35729 --iscordovaserve --nobrowser

[10:13:50] build dev started ...
[10:13:51] clean started ...
[10:13:51] clean finished in 14 ms
[10:13:51] copy started ...
[10:13:51] copy finished in 765 ms
[10:13:51] deeplinks started ...
```

Figura 41: Compilar proyecto IONIC en Android
Elaborado por: Fernando Basantes.

Una vez compilado el proyecto muestra un mensaje en donde especifica que se realizó correctamente y que la APK se encuentra almacenada en un directorio.

```
PROBLEMS  OUTPUT  DEBUG CONSOLE  TERMINAL

JAVA_HOME=C:\Program Files\Java\jdk1.8.0_211
No target specified, deploying to device 'KPSDU18601001438'.

Skipping build...
Built the following apk(s):
  C:\Users\fbas\Desktop\App\platforms\android\app\build\outputs\apk\debug\app-debug.apk

Using apk: C:\Users\fbas\Desktop\App\platforms\android\app\build\outputs\apk\debug\app-debug.apk
Package name: com.inCloft.farmacIapp
LAUNCH SUCCESS
```

Figura 42: Resultado de la compilación en Android
Elaborado por: Fernando Basantes.

Se procede a revisar el funcionamiento de la aplicación en el dispositivo móvil.

Logo de la aplicación.

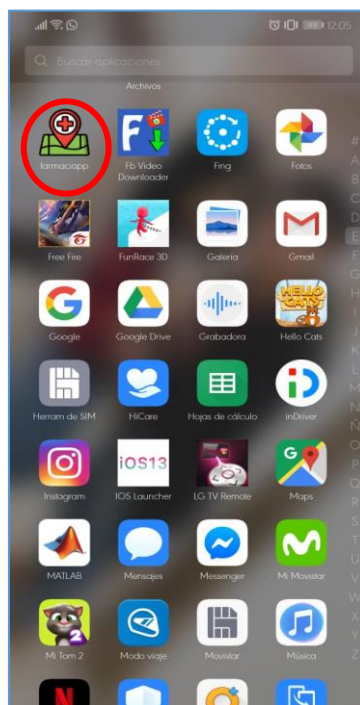


Figura 43: Logo de la aplicación
Elaborado por: Fernando Basantes.

Splash de la aplicación.

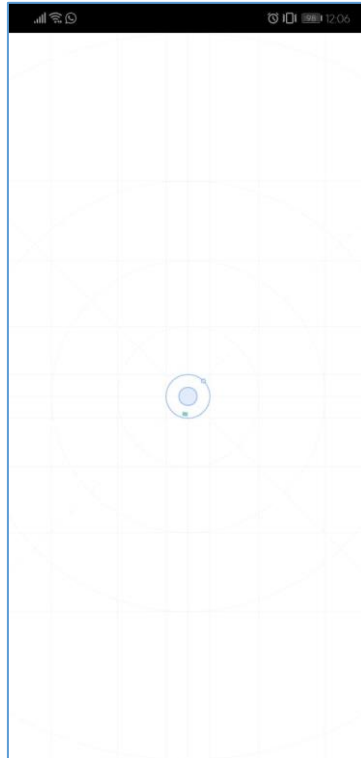


Figura 44: Splash de la aplicación
Elaborado por: Fernando Basantes.

Se muestra como distancia inicial de 1 Km de rango para buscar las farmacias cercanas



Figura 45: Pantalla inicial de la aplicación
Elaborado por: Fernando Basantes.

Cuenta con un menú lateral en donde se encuentran los diferentes módulos como son:

- Farmacias Abiertas
Ahí se encuentra un range para modificar la posición de la distancia para buscar farmacias cercanas especificando desde 1 hasta 10 Km.

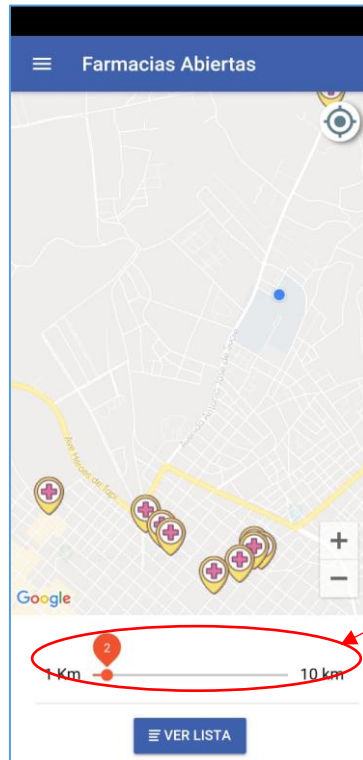


Figura 46: Range modificable para la distancia
Elaborado por: Fernando Basantes.

Un botón para la geolocalización del usuario.

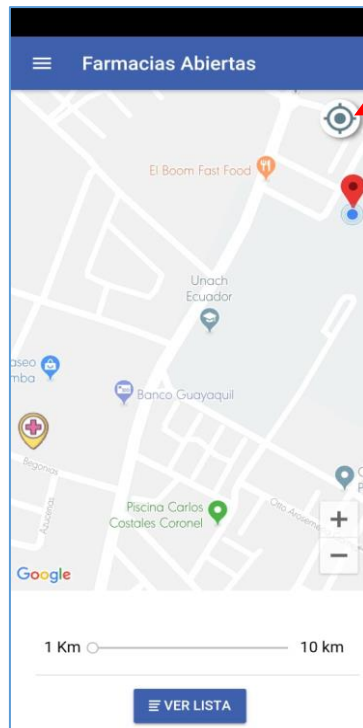


Figura 47: Botón de geolocalización
Elaborado por: Fernando Basantes.

Un botón para visualizar el listado de farmacias en orden de distancia desde la más corta.



Figura 48: Botón para visualizar las farmacias en lista
Elaborado por: Fernando Basantes.

Dos botones de + y - para el zoom nativos de Google Maps.



Figura 49: Botones de zoom para el mapa
Elaborado por: Fernando Basantes.

Al pulsar sobre la farmacia seleccionada esta se centra en la pantalla y permite visualizar la información como: Foto, Nombre de la farmacia, Dirección, Teléfono, Hora de inicio, Hora de Fin, Distancia que hay entre la ubicación del usuario y la farmacia y un botón denominado “Como llegar” el cual permite visualizar la ruta más corta utilizando una app de navegación instalada en el dispositivo.

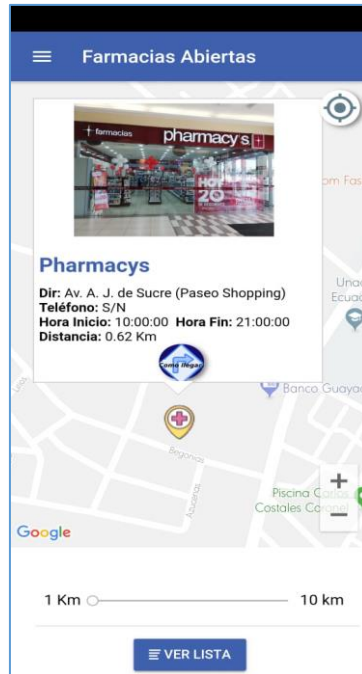


Figura 50: Selección de una farmacia
Elaborado por: Fernando Basantes.

Al pulsar sobre el botón de “Como llegar”, este abre un cuadro de dialogo que permite elegir la app de navegación instalada en el dispositivo.

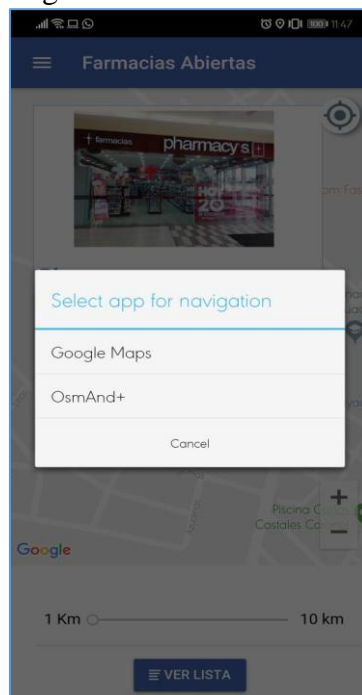


Figura 51: Opción "Como llegar"
Elaborado por: Fernando Basantes.

Al pulsar en cualquiera de ella pregunta si quiere recordar la elección para que no vuelva a preguntar en la próxima vez.

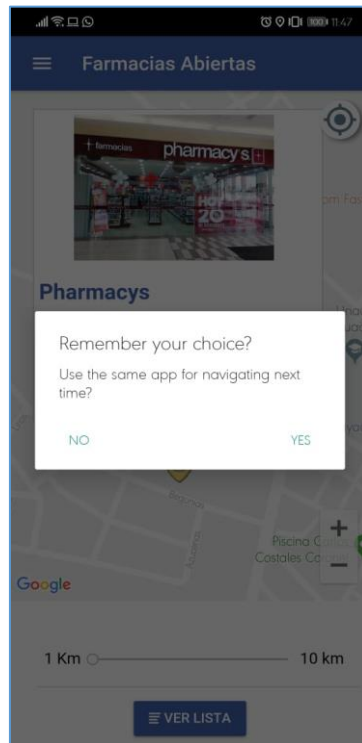


Figura 52: Cuadro de dialogo de recordar la selección
Elaborado por: Fernando Basantes.

En este caso se utilizó las dos aplicaciones de navegación para las pruebas, la una de google maps y la otra de openstreetmap.

En la de google maps calcula la ruta más corta de manera rápida, mientras que con osmand de openstreetmap primero muestra el punto geográfico en donde se encuentra la farmacia y al pulsar sobre “Indicaciones”, esta genera la ruta mas corta.

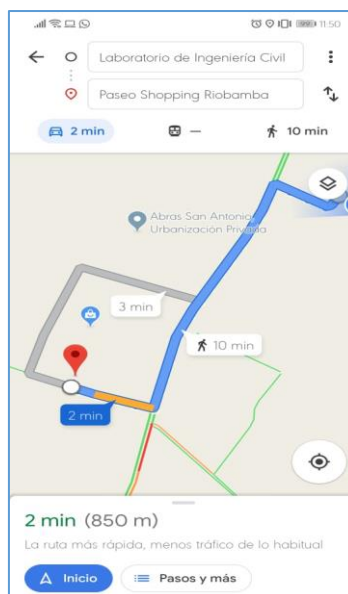


Figura 53: Ruta con Google Maps
Elaborado por: Fernando Basantes.

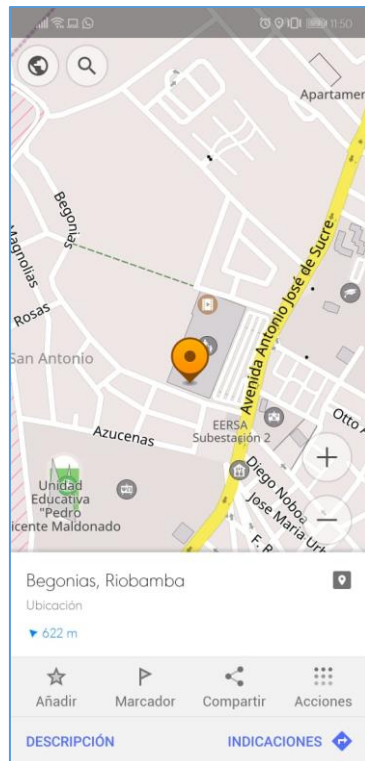


Figura 54: Marcador colocado en OsmAnd
Elaborado por: Fernando Basantes.

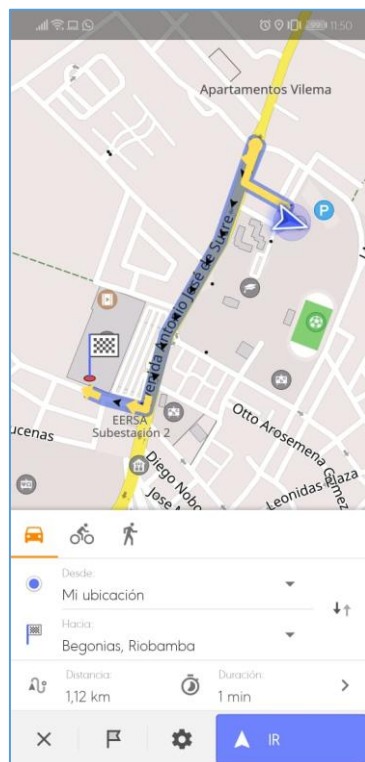


Figura 55: Ruta marcada en OsmAnd
Elaborado por: Fernando Basantes.

- **Farmacias de Turno**
 Este módulo se basa en el mismo funcionamiento que el anterior con el cambio de que solamente se muestran las farmacias de turno para esa fecha.

- **Ayuda**
En la opción de ayuda se encuentra un tutorial el cual permite conocer el funcionamiento de la aplicación.

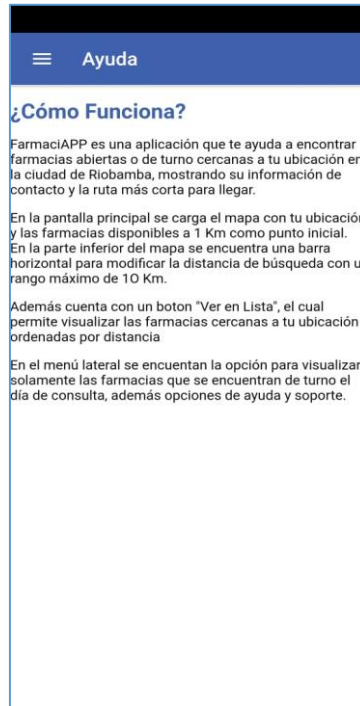


Figura 56: Pantalla de Ayuda
Elaborado por: Fernando Basantes.

- **Soporte**
En el módulo de soporte se encuentra el contacto para que los establecimientos que no se encuentran en la base de datos de la aplicación, puedan comunicarse con el desarrollador.

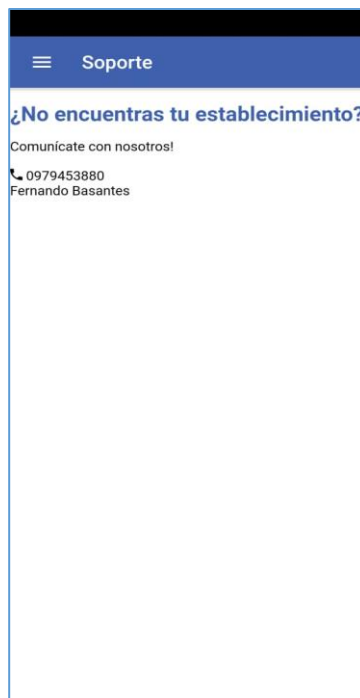


Figura 57: Pantalla Soporte
Elaborado por: Fernando Basantes.

ANEXO 7. Ejecución y pruebas de la App en IOS.

Para realizar pruebas de aplicaciones en IOS es necesario tener una MAC. Para el desarrollo de este proyecto se optó por crear una máquina virtual con el sistema operativo MacOs Sierra 10.13.

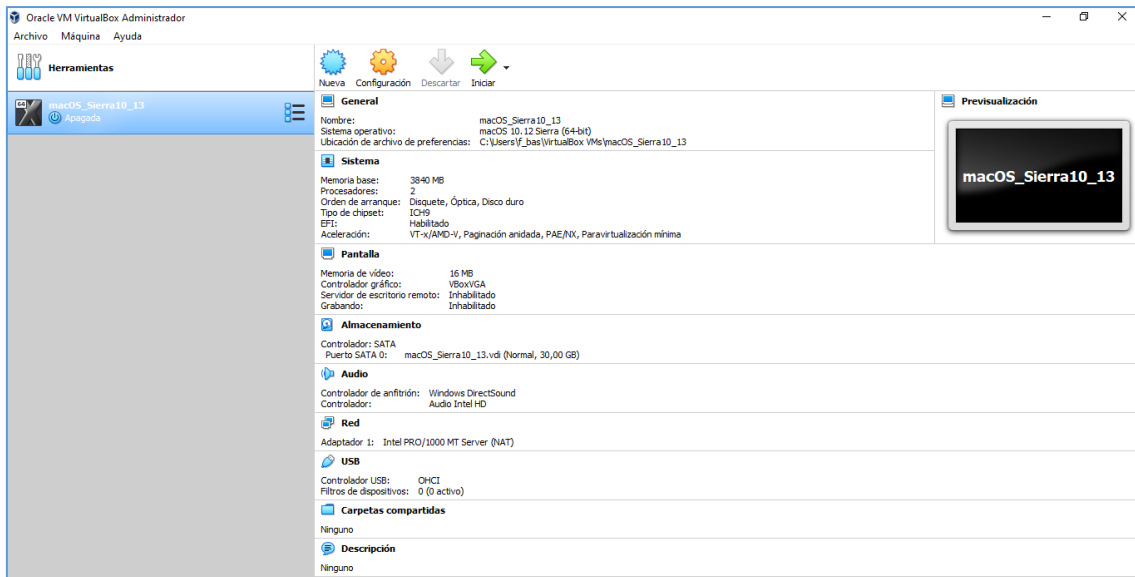


Figura 58: Máquina virtual de MacOs Sierra 10.13
Elaborado por: Fernando Basantes.

Una vez iniciada la máquina virtual ingresamos a la app store y buscamos la aplicación XCode y pulsamos GET para descargar e instalarla.



Figura 59: Pantalla inicial de IOS
Elaborado por: Fernando Basantes.



Figura 60: XCode en AppStore
Elaborado por: Fernando Basantes.

Después de la instalación de XCode abrir la aplicación en donde muestra la siguiente pantalla.



Figura 61: Ventana de XCode
Elaborado por: Fernando Basantes.

Como paso preliminar se debe hacer una compilación de IOS para lo cual se ejecuta el comando **Ionic cordova build IOS --prod**, lo cual genera un archivo **.xcodeproj**

En XCode abrir el proyecto generado y se puede probar la app en un dispositivo real, así como en el emulador de XCode.

Aplicación ejecutada en el dispositivo IOS.

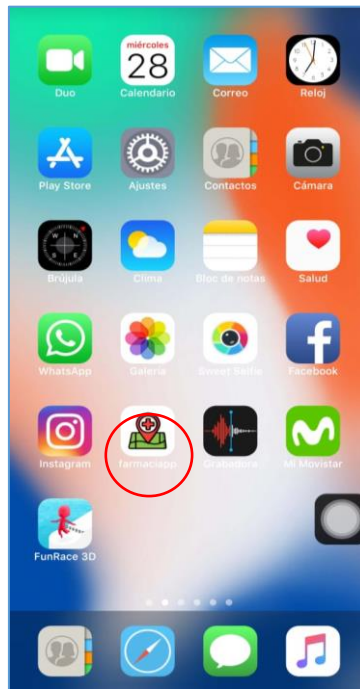


Figura 62: Logo de la aplicación en IOS
Elaborado por: Fernando Basantes.

Pantalla inicial de la aplicación

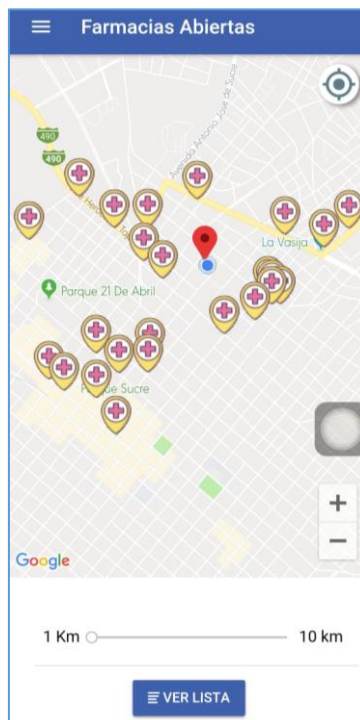


Figura 63: Pantalla principal aplicación en IOS
Elaborado por: Fernando Basantes.

ANEXO 8. Instalación del certificado de confianza en el dispositivo móvil.

Entrar en Ajustes



Ir a Conexiones Inalámbricas



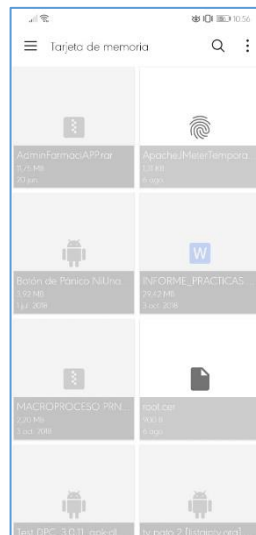
Ir a Ajustes de WI-FI



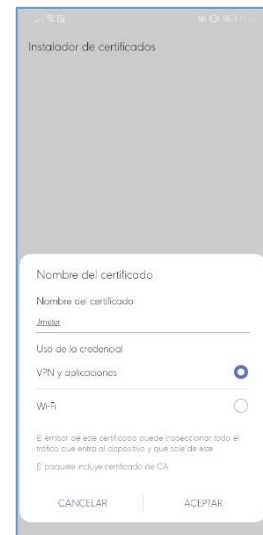
Ir a instalar certificados



Elegir el certificado



Darle un nombre



Modificar Red



Elegir Proxy Manual y Completar con la IP del computador



ANEXO 9. Configurar y simular la carga de datos para la aplicación.

Presionar **File** y elegir la opción templates.

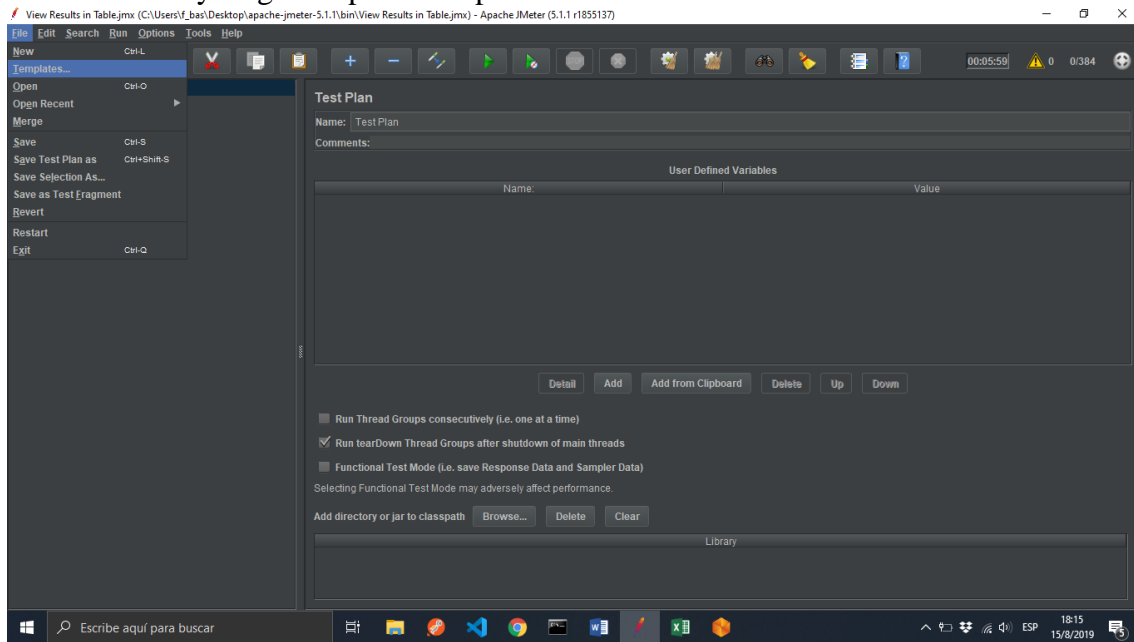


Figura 64: Ventana de inicio de Jmeter.
Elaborado por: Fernando Basantes.

Elegir la opción **Recording** y pulsar **Create**.

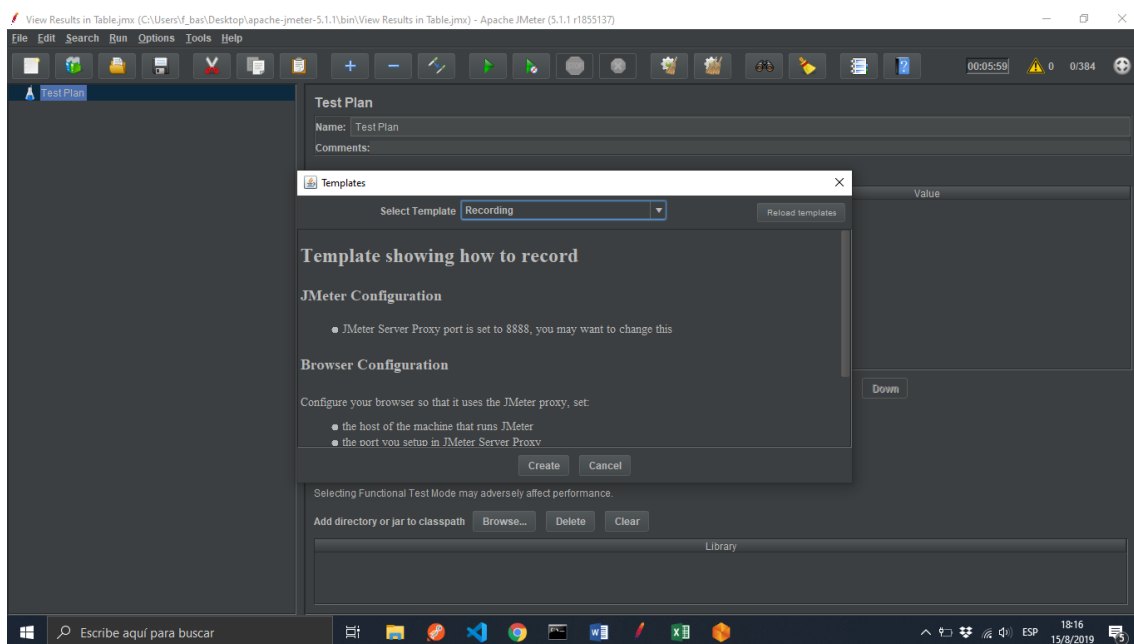


Figura 65: Creación de plantilla Recording.
Elaborado por: Fernando Basantes.

Al pulsar **Create** se muestra una ventana para colocar el nombre del proyecto y el archivo de salida para los resultados. En este caso se exportará en formato CSV y pulsar **Create** nuevamente.

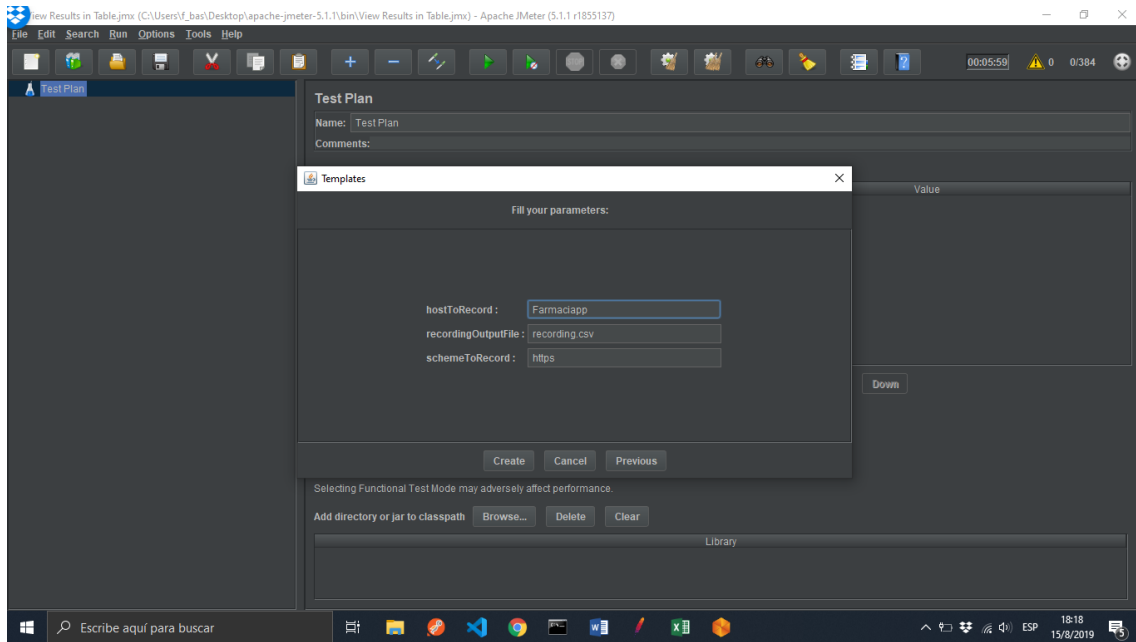


Figura 66: Configuración Jmeter
Elaborado por: Fernando Basantes.

Una vez creada la plantilla, muestra un escenario de trabajo con los diferentes componentes.

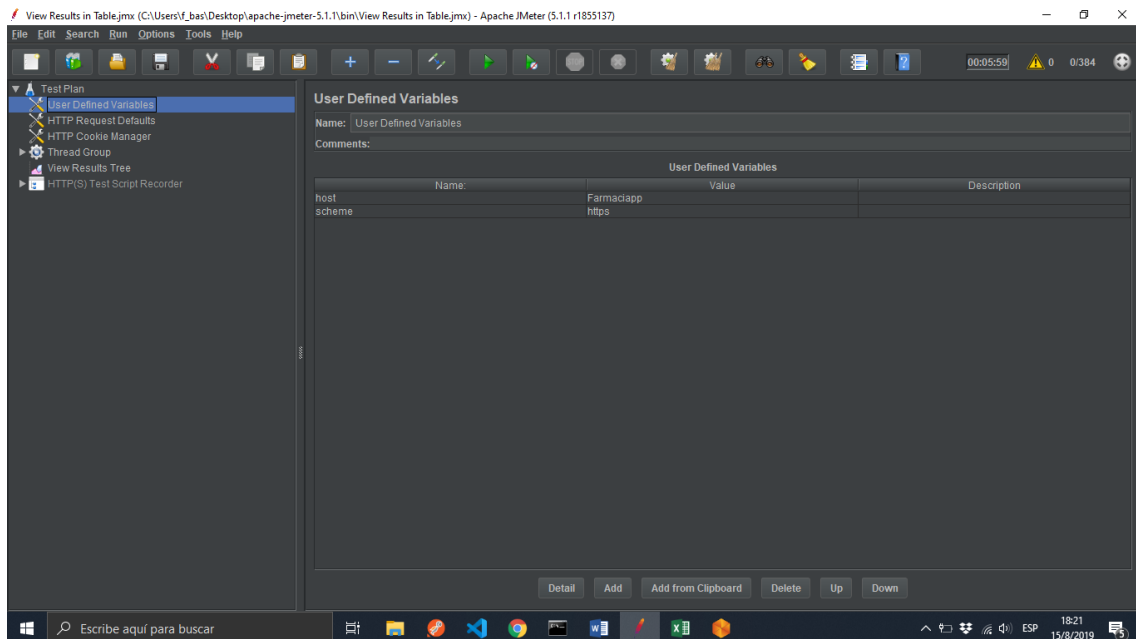


Figura 67: Escenario de trabajo Jmeter
Elaborado por: Fernando Basantes.

Presionar en la opción **HTTP(S) Test Script Recorder** y hacer click en **Inicio**.

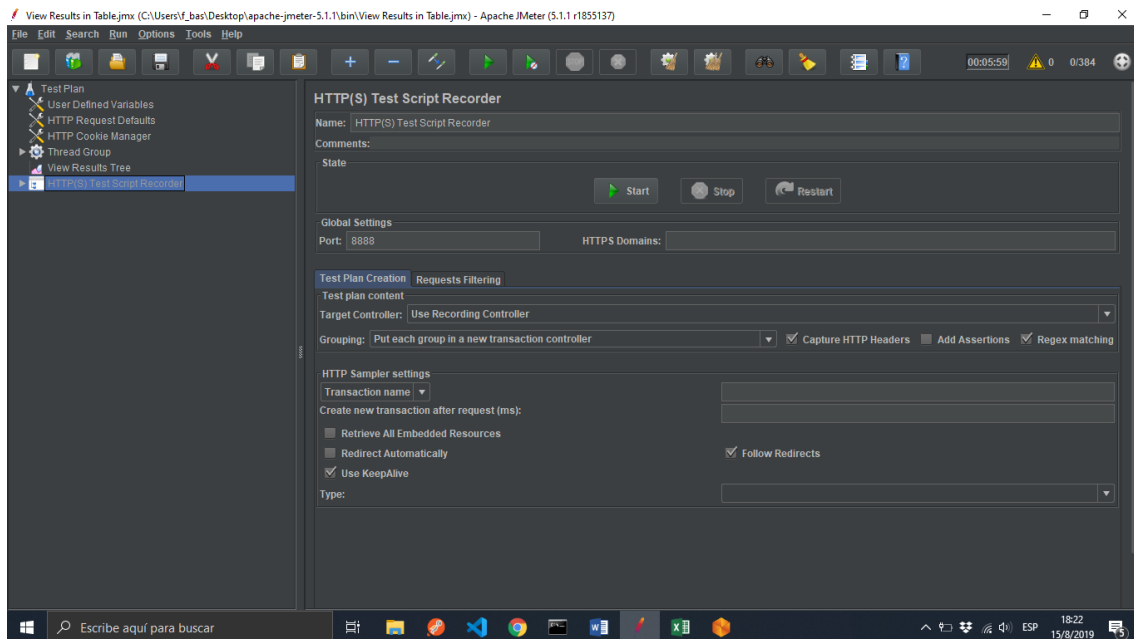


Figura 68: Opción HTTPS de Jmeter
Elaborado por: Fernando Basantes.

Localizar el archivo **ApacheJMeterTemporaryRootCA.crt** en el directorio bin de Jmeter y copiar en el dispositivo móvil.

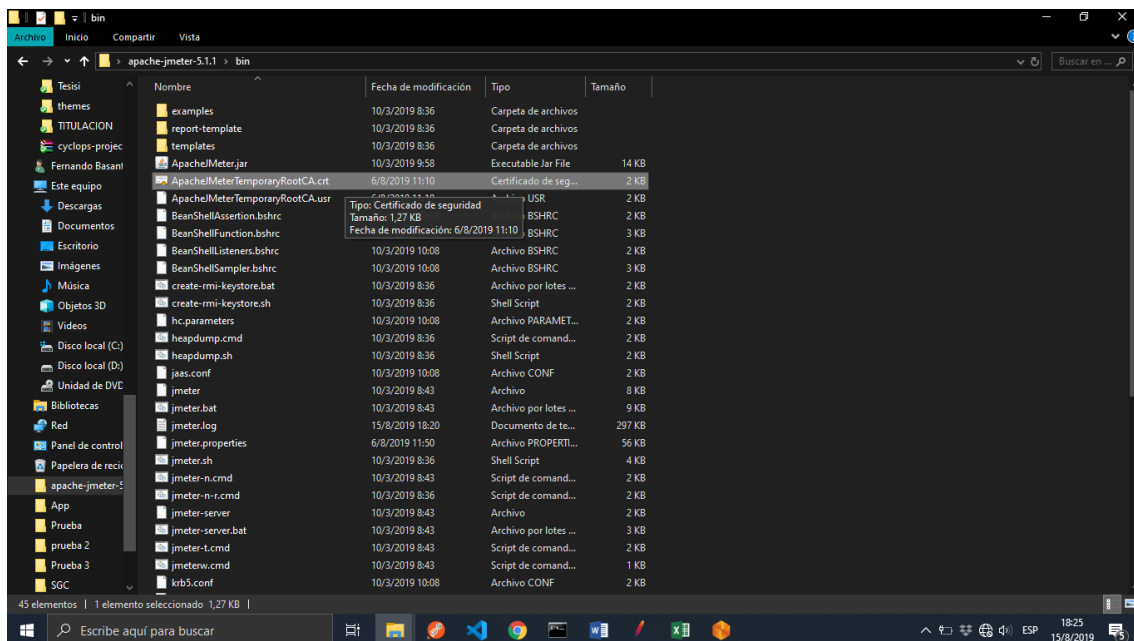


Figura 69: Selección del archivo ApacheJMeterTemporaryRootCA.crt
Elaborado por: Fernando Basantes.

ANEXO 10. Resultados obtenidos de Jmeter.

En la siguiente figura se muestra los resultados de la simulación de la carga a la aplicación en el dispositivo Android. Se visualiza 22 resultados de las 384 peticiones, además se muestra la fórmula para calcular los datos que son menores a 1000 ms.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1	timeStamp	elapsed	label	responseCoc	responseMe	threadName	dataType	success	bytes	sentBytes	grpThreads	allThreads	URL	Latency	IdleTime	Connect
2	1,57E+12	872	HTTP Request	200	OK	Thread Group	text	true	9099	191	2	2	https://farmac	864	0	483
3	1,57E+12	2214	HTTP Request	200	OK	Thread Group	text	true	9106	191	2	2	https://farmac	2213	0	824
4	1,57E+12	2329	HTTP Request	200	OK	Thread Group	text	true	9106	191	3	3	https://farmac	934	0	942
5	1,57E+12	1806	HTTP Request	200	OK	Thread Group	text	true	9099	191	2	2	https://farmac	895	0	1290
6	1,57E+12	1275	HTTP Request	200	OK	Thread Group	text	true	9106	191	2	2	https://farmac	450	0	762
7	1,57E+12	936	HTTP Request	200	OK	Thread Group	text	true	9106	191	1	1	https://farmac	932	0	369
369	1,57E+12	1326	HTTP Request	200	OK	Thread Group	text	true	9106	191	2	2	https://farmac	986	0	617
370	1,57E+12	636	HTTP Request	200	OK	Thread Group	text	true	9106	191	1	1	https://farmac	625	0	442
371	1,57E+12	625	HTTP Request	200	OK	Thread Group	text	true	9106	191	1	1	https://farmac	615	0	410
372	1,57E+12	1073	HTTP Request	200	OK	Thread Group	text	true	9106	191	2	2	https://farmac	875	0	517
373	1,57E+12	981	HTTP Request	200	OK	Thread Group	text	true	9106	191	2	2	https://farmac	971	0	527
374	1,57E+12	1569	HTTP Request	200	OK	Thread Group	text	true	9106	191	2	2	https://farmac	928	0	1149
375	1,57E+12	824	HTTP Request	200	OK	Thread Group	text	true	9106	191	1	1	https://farmac	820	0	513
376	1,57E+12	1169	HTTP Request	200	OK	Thread Group	text	true	9099	191	2	2	https://farmac	910	0	535
377	1,57E+12	807	HTTP Request	200	OK	Thread Group	text	true	9106	191	1	1	https://farmac	797	0	505
378	1,57E+12	1511	HTTP Request	200	OK	Thread Group	text	true	9106	191	2	2	https://farmac	911	0	474
379	1,57E+12	958	HTTP Request	200	OK	Thread Group	text	true	9099	191	2	2	https://farmac	932	0	557
380	1,57E+12	840	HTTP Request	200	OK	Thread Group	text	true	9106	191	1	1	https://farmac	817	0	488
381	1,57E+12	762	HTTP Request	200	OK	Thread Group	text	true	9106	191	1	1	https://farmac	752	0	454
382	1,57E+12	1058	HTTP Request	200	OK	Thread Group	text	true	9106	191	2	2	https://farmac	795	0	477
383	1,57E+12	1246	HTTP Request	200	OK	Thread Group	text	true	9106	191	2	2	https://farmac	800	0	422
384	1,57E+12	1596	HTTP Request	200	OK	Thread Group	text	true	9106	191	2	2	https://farmac	784	0	440
385	1,57E+12	809	HTTP Request	200	OK	Thread Group	text	true	9099	191	1	1	https://farmac	846	0	451
386														372	96,875	

Figura 70: Resultados y fórmula para contar los valores menores a 1000 ms
Elaborado por: Fernando Basantes.

A continuación se muestra la fórmula en Excel para obtener el porcentaje de nivel de servicio en la simulación de peticiones para 2 Km.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1	timeStamp	elapsed	label	responseCoc	responseMe	threadName	dataType	success	bytes	sentBytes	grpThreads	allThreads	URL	Latency	IdleTime	Connect
2	1,57E+12	872	HTTP Request	200	OK	Thread Group	text	true	9099	191	2	2	https://farmac	864	0	483
3	1,57E+12	2214	HTTP Request	200	OK	Thread Group	text	true	9106	191	2	2	https://farmac	2213	0	824
4	1,57E+12	2329	HTTP Request	200	OK	Thread Group	text	true	9106	191	3	3	https://farmac	934	0	942
5	1,57E+12	1806	HTTP Request	200	OK	Thread Group	text	true	9099	191	2	2	https://farmac	895	0	1290
6	1,57E+12	1275	HTTP Request	200	OK	Thread Group	text	true	9106	191	2	2	https://farmac	450	0	762
7	1,57E+12	936	HTTP Request	200	OK	Thread Group	text	true	9106	191	1	1	https://farmac	932	0	369
369	1,57E+12	1326	HTTP Request	200	OK	Thread Group	text	true	9106	191	2	2	https://farmac	986	0	617
370	1,57E+12	636	HTTP Request	200	OK	Thread Group	text	true	9106	191	1	1	https://farmac	625	0	442
371	1,57E+12	625	HTTP Request	200	OK	Thread Group	text	true	9106	191	1	1	https://farmac	615	0	410
372	1,57E+12	1073	HTTP Request	200	OK	Thread Group	text	true	9106	191	2	2	https://farmac	875	0	517
373	1,57E+12	981	HTTP Request	200	OK	Thread Group	text	true	9106	191	2	2	https://farmac	971	0	527
374	1,57E+12	1569	HTTP Request	200	OK	Thread Group	text	true	9106	191	2	2	https://farmac	928	0	1149
375	1,57E+12	824	HTTP Request	200	OK	Thread Group	text	true	9106	191	1	1	https://farmac	820	0	513
376	1,57E+12	1169	HTTP Request	200	OK	Thread Group	text	true	9099	191	2	2	https://farmac	910	0	535
377	1,57E+12	807	HTTP Request	200	OK	Thread Group	text	true	9106	191	1	1	https://farmac	797	0	505
378	1,57E+12	1511	HTTP Request	200	OK	Thread Group	text	true	9106	191	2	2	https://farmac	911	0	474
379	1,57E+12	958	HTTP Request	200	OK	Thread Group	text	true	9099	191	2	2	https://farmac	932	0	557
380	1,57E+12	840	HTTP Request	200	OK	Thread Group	text	true	9106	191	1	1	https://farmac	817	0	488
381	1,57E+12	762	HTTP Request	200	OK	Thread Group	text	true	9106	191	1	1	https://farmac	752	0	454
382	1,57E+12	1058	HTTP Request	200	OK	Thread Group	text	true	9106	191	2	2	https://farmac	795	0	477
383	1,57E+12	1246	HTTP Request	200	OK	Thread Group	text	true	9106	191	2	2	https://farmac	800	0	422
384	1,57E+12	1596	HTTP Request	200	OK	Thread Group	text	true	9106	191	2	2	https://farmac	784	0	440
385	1,57E+12	809	HTTP Request	200	OK	Thread Group	text	true	9099	191	1	1	https://farmac	846	0	451
386														372	96,875	

Figura 71: Resultados y fórmula para obtener el porcentaje
Elaborado por: Fernando Basantes.