

Maestría en Ingeniería Electrónica

**Metodología de investigación exploratoria y descriptiva para el desarrollo
de una aplicación móvil *Android* para ciclousuarios en Bogotá, D.C.**

Andrea Nayibe Castañeda Roncancio

Bogotá, D.C., 18 de noviembre de 2016



Metodología de investigación exploratoria y descriptiva para el desarrollo de una aplicación móvil *Android* para ciclousuarios en Bogotá, D.C.

**Trabajo de grado para optar el título de:
Magíster en Ingeniería Electrónica con énfasis en Telecomunicaciones**

**Ing. Msc. PhD. Hernán Paz Penagos
Director**

Bogotá, D.C., 18 de noviembre de 2016



Nota de Aceptación

El trabajo de grado titulado “Desarrollo de una aplicación móvil *Android* para ciclistas de la ciudad de Bogotá, D.C.”, presentado por Andrea Nayibe Castañeda Roncancio, cumple con los requisitos establecidos para optar el título de Magister en Ingeniería Electrónica con énfasis en Telecomunicaciones.

Jurado

Jurado

Director

Bogotá, D.C., 18 de noviembre de 2016

A mis padres Yolanda y Reinerio:

Quienes siempre me han apoyado y motivado constantemente, en cada uno de mis proyectos y me han alentado para asumir los retos personales y profesionales que se me han presentado en mi vida.

A mi hermano Hernán David:

Por acompañarme, por estar conmigo y de quien he aprendido que siempre existe una solución para todo. Su ayuda en el periodo de desarrollo de este trabajo con sus aportes y comentarios, ha sido de gran apoyo.

A mis Abuelos Josefa Sarmiento (QEPD) y Siervo Castañeda (QEPD):

Por el cariño y amor que me brindaron, y el legado de enseñanzas que dejaron en mí.

A mi prima y amigos:

Liliam, Samanda Tatiana, Lina, Geraldine y Oscar por la motivación constante y estar pendientes de mí en la realización de este trabajo. Y sobre todo, por ser incondicionales en diferentes momentos de mi vida.

Agradecimientos

A Dios, por darme la vida, por las bendiciones que día a día me trae, por permitirme finalizar este objetivo, por ser mi guía y por poner en mi camino a personas que me brindaron su apoyo incondicional y desinteresado, con su tiempo, experiencia y conocimientos, ya que no hubiese sido posible el desarrollo y ejecución de este trabajo.

Al ingeniero PhD. Hernán Paz Penagos, director y asesor de este trabajo final de maestría por su apoyo, esfuerzo y dedicación, quien, con sus conocimientos, consejos, paciencia, y su constante motivación, me fortalecieron y sirvieron de guía para culminar este proceso.

A los colectivos de bicicleta de la ciudad de Bogotá (BiciEscuela y FontiRueda) y al BikeLab por el espacio que me brindaron para la toma y recolección de la información. Al señor Bernardo Valbuena por sus sugerencias para el diseño final de la encuesta. A la Mesa de la Bicicleta por permitirme aplicar la encuesta en su grupo de la red social de Facebook. Sin ellos no hubiese sido posible saber las funcionalidades a incluir dentro de la aplicación.

Al ingeniero magister Cristian Felipe Ríos por la información suministrada, sus aportes, tiempo, comentarios y sugerencias en el desarrollo de este proyecto, quien desde del planteamiento de la propuesta siempre puso su granito de arena, alentándome y motivándome para culminar este trabajo.

A los profesores e ingenieros que hacen parte del programa de la maestría de Ingeniería Electrónica por la transmisión de conocimientos, porque todos aportaron en mi crecimiento profesional.

A la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito por darme la oportunidad de estudiar y brindarme los espacios para seguirme capacitando a nivel profesional.

Resumen

El presente trabajo de grado consistió en aplicar la metodología de investigación exploratoria y descriptiva para el desarrollo de una aplicación móvil para teléfonos *smartphone* con sistema operativo *Android* para ciclistas de la ciudad de Bogotá, D.C. Para lograrlo se siguió un diseño metodológico que se estructuró en cuatro fases: en la primera, se revisó la situación actual sobre aplicaciones desarrolladas para *Android* en los contextos nacional e internacional; con la información recaudada se identificaron falencias de las aplicaciones existentes, las mismas eran oportunidades de mejora que podían incluirse en el diseño de la aplicación propuesta. En la fase dos se aplicó una encuesta por cuestionario para recolectar información primaria sobre las necesidades de los ciclistas en Bogotá. Los resultados obtenidos de las fases uno y dos se convirtieron en insumo para el inicio de la fase tres, que consistió en integrar las necesidades de los ciclistas y el estado del arte como requerimientos para el diseño, programación e implementación de la aplicación móvil. La última fase consistió en pruebas, validación de resultados y ajustes de la misma.

La metodología resultante se validó mediante el desarrollo de una aplicación diseñada acorde con las necesidades de la población objetivo de la ciudad de Bogotá, la cual contempla las siguientes funcionalidades: mapas georreferenciados de la red de ciclorutas y bicarriles de la ciudad de Bogotá, mediante la selección de un punto origen y un punto destino, de los cuales se genera una ruta, que es dibujada sobre un mapa, la cual tiene en cuenta el sistema de red de ciclorutas y bicarriles; la posibilidad que los usuarios tengan información sobre el estado de la cicloruta mediante la calificación del estado de la vía, iluminación y señalización; búsqueda de cicloparqueaderos; creación de puntos de interés públicos o privados como: almacenes de bicicletas, talleres de reparación, puntos de hidratación, entre otros; historial de la ruta realizada con información del tiempo gastado en hacer el recorrido y acceso a la información de eventos y comentarios y sugerencias.

Contenido

	Pág.
Resumen.....	6
Lista de Figuras.....	10
Lista de Tablas.....	13
Introducción.....	15
Capítulo 1.....	18
1. Contexto general de las aplicaciones desarrolladas en Android, para ciclousuarios.....	18
1.1. Movilidad en Bogotá.....	18
1.2. Aplicaciones móviles para ciclousuarios.....	22
1.2.1. Contexto internacional.....	23
1.2.2. Contexto nacional.....	27
1.2.3. Comparación de las aplicaciones móviles.....	33
1.3. Pregunta de Investigación.....	34
1.4. Planteamiento de la problemática.....	35
1.5. Objetivos.....	37
1.5.1. Objetivo general.....	37
1.5.2. Objetivos específicos.....	37
Capítulo 2.....	39
2. Metodología.....	39
2.1. Tipo de Investigación.....	39
2.2. Antecedentes metodológicos en el desarrollo de aplicaciones móviles.....	41
2.3. Fase uno.....	44
2.4. Fase dos.....	45
2.4.1. Diseño Muestral.....	45

2.4.2.	Diseño del instrumento de recolección de información	47
2.4.3.	Recolección de la Información.....	49
2.4.4.	Análisis de datos de la encuesta	57
2.5.	Fase tres.....	68
2.6.	Fase cuatro	71
Capítulo 3.....		73
3.	Diseño, programación e implementación de la aplicación móvil.....	73
3.1.	Diseño: Modelo 4+1 Vistas.....	73
3.1.1.	Vista lógica.....	75
3.1.2.	Vista de desarrollo o implementación	80
3.1.3.	Vista de procesos.....	82
3.1.4.	Vista física o despliegue.....	86
3.1.5.	Escenarios.....	88
3.2.	Programación: Entorno de desarrollo y Recursos	91
3.2.1.	Servidor: Base de Datos	94
3.2.2.	Puertos de comunicación.....	94
3.3.	Búsqueda de la ruta	95
3.4.	Implementación.....	104
Capítulo 4.....		107
4.	Resultados, validación, protocolo de pruebas y recomendaciones.....	107
4.1.	Resultados	107
4.2.	Validación	110
4.2.1.	Producto obtenido	110
4.3.	Protocolos de pruebas.....	119
4.3.1.	Requisitos para las pruebas	120
4.3.2.	Funcionalidades y resultados obtenidos	120

4.4. Recomendaciones.....	123
Conclusiones	124
Bibliografía	128
A. Anexo: Validación uno del instrumento.....	134
B. Anexo: Validación dos del instrumento	136
C. Anexo: Formato encuesta definitiva.....	138
D. Anexo: Escenarios.....	140
E. Anexo: Manual de usuario aplicación móvil.....	145
F. Anexo: Especificaciones Hardware y Software	146
G. Anexo: Instalación y configuración de <i>Android Studio</i>	147
H. Anexo: Sistema operativo Ubuntu	151
I. Anexo: Configuración instancia <i>Amazon</i>	152
J. Anexo: Protocolo de pruebas	153
K. Anexo: Carta autorización universidad	162
L. Anexo: Carta consentimiento	163
M. Anexo: Código fuente	164
N. Anexo: Registro de propiedad intelectual	165
O. Anexo: Constancia envío artículo revista DYNA	168
P. Anexo: Programación: Entorno de desarrollo y Recursos	170
Glosario de Términos	186

Lista de Figuras

Figura 1.1 Distribución de viajes por motivos de mayor frecuencia.....	19
Figura 1.2 Partición modal total de viajes.....	21
Figura 2.1. Fases de desarrollo.....	40
Figura 2.2. Fases de desarrollo.....	41
Figura 2.3 Etapas de metodología para el desarrollo de aplicaciones móviles	43
Figura 2.4. Diseño del instrumento de recolección.	49
Figura 2.5. Zonificación – Estudios 2013.	51
Figura 2.6. Zona 4. Estaciones de Aforo.....	52
Figura 2.7. Zona 3 Estaciones de Aforo.....	52
Figura 2.8. Zona 3 Estaciones de Aforo.....	53
Figura 2.9. Ubicación de los puntos de toma de información.....	54
Figura 2.10. Recolección de Información BiciEscuela Bogotá.....	56
Figura 2.11. Recolección de Información BikeLab.	56
Figura 2.12. Recolección de Información. Fuente: Elaboración propia.....	56
Figura 2.13. Recolección de Información ciclovía.....	56
Figura 2.14. Recolección de Información.	57
Figura 2.15. Recolección de Información FontiRueda.....	57
Figura 2.16. Recolección de la información.....	57
Figura 2.17. Distribución de la población por género.....	58
Figura 2.18. Distribución de la población por grupos de edad.....	59
Figura 2.19. Distribución de la población por nivel de estudio.	59
Figura 2.20. Distribución de la población por ocupación.	60
Figura 2.21. Distribución de la población por punto origen ruta.	61
Figura 2.22. Distribución de la población por punto destino ruta.	62
Figura 2.23. Uso de la cicloruta.	63
Figura 2.24. Uso teléfono aplicaciones <i>Android</i>	64
Figura 2.25. Conocimiento y/o uso de aplicaciones para usuarios de bicicleta.	65
Figura 2.26. Información de mayor interés para los usuarios de bicicleta.	65
Figura 2.27. Alimentar y mantener la aplicación actualizada.	66
Figura 2.28. Funcionalidades y/o características adicionales.....	67
Figura 2.29. Preocupaciones de los usuarios al momento de usar la aplicación.	67

Figura 2.30. Estructura de programación aplicación móvil.	70
Figura 2.31. Estructura de validación.....	71
Figura 3.1. Modelo más “4+1” vistas.....	74
Figura 3.2 Estructura general de la aplicación.	75
Figura 3.3 Arquitectura de la aplicación.	76
Figura 3.4. Diagrama del modelo entidad – relación servidor.	77
Figura 3.5. Diagrama del modelo entidad – relación aplicación móvil.....	79
Figura 3.6. Vista de desarrollo.	81
Figura 3.7. Calcular la ruta entre dos puntos.....	83
Figura 3.8 Registrar punto de interés.	84
Figura 3.9 Reporte del estado de la cicloruta.	85
Figura 3.10. Vista física o de despliegue.	87
Figura 3.11. Notación casos de uso aplicación.	88
Figura 3.12. Casos de uso aplicación.	89
Figura 3.13. Casos de uso administrador <i>web</i>	91
Figura 3.14 Funcionamiento repositorio Git.	92
Figura 3.15. Puntos A y B.....	99
Figura 3.16. Punto cercano al punto inicial.....	99
Figura 3.17. Armado ruta hasta B.	99
Figura 3.18. Armado ruta hasta B.	100
Figura 3.19. Ruta final hasta B.....	100
Figura 3.20. Diagrama de flujo cálculo de la ruta.	101
Figura 3.21. Cálculo de la ruta.	102
Figura 3.22. Cálculo de la ruta desde <i>Google Maps</i> opción automóvil.	103
Figura 3.23. Cálculo de la ruta desde <i>Google Maps</i> opción caminata.	103
Figura 3.24. Opción bicicleta no disponible.	104
Figura 4.1 Ciclorutas y bicicarriles.	111
Figura 4.2 Listado de cicloparqueaderos.....	111
Figura 4.3 Listado de ciclorutas.	112
Figura 4.4 Cálculo de ruta.	112
Figura 4.5 Usuarios registrados.....	113
Figura 4.6 Registro de un usuario.	113
Figura 4.7 Inicio de sesión.	114

Figura 4.8 Red de ciclorutas y/o biciarriales.....	114
Figura 4.9 Cálculo de la ruta.	115
Figura 4.10 Calificación estado cicloruta.....	115
Figura 4.11 Agregar punto de interés público y/o privado.....	116
Figura 4.12 Historial de recorridos.	116
Figura 4.13 Menú principal.....	117
Figura 4.14 Funcionalidades principales.....	117
Figura 4.15 Funcionalidades principales.....	118
Figura 4.16 Ubicación actual.	118
Figura G.1 Página de http://developer.Android.com/	147
Figura G.2 Sección Develop/Tools.	148
Figura G.3 Términos y condiciones.	148
Figura G.4 Inicio de descarga.	149
Figura G.5 Inicio <i>Android</i> Studio.....	149
Figura G.6 SDK Manager.	150
Figura G.7 SDK Manager plataformas y paquetes disponibles instalados en el SDK.	150
Figura H.1. Descarga Ubuntu 15.10.....	151
Figura I.1. Tipo de Instancia.	152
Figura I.2. Capacidad de almacenamiento.	152
Figura I.3. Crear llave pública.....	152
Figura P.1. Flujo comunicación <i>Django</i>	175
Figura P.2. Modelo ORM.....	176
Figura P.3. Consulta ORM.....	176
Figura P.4.Sistema de base relacional orientada a objetos (ORDBMS).	177
Figura P.5 Clave API <i>Google</i>	180
Figura P.6. Transacción HTTP.....	183

Lista de Tablas

Tabla 1.1: Puntuación de las aplicaciones a nivel internacional.	23
Tabla 1.2. Descripción general aplicaciones en <i>Android</i> a nivel internacional.....	24
Tabla 1.3. Descripción general aplicaciones en <i>Android</i> a nivel nacional.	28
Tabla 1.4. Funcionamiento de las aplicaciones a nivel nacional.....	31
Tabla 1.5. Puntuación y cantidad de descargas.	32
Tabla 1.6. Evaluación de las funcionalidades aplicaciones.....	33
Tabla 2.1. Volúmenes de bicicletas – Bogotá DC año 2013, zona 4.	51
Tabla 2.2. Volúmenes de bicicletas – Bogotá DC año 2013, zona 2.	53
Tabla 2.3. Relación de puntos de recolección de información.....	54
Tabla 2.4. Aspectos de la aplicación.	68
Tabla 2.5. Requerimientos Identificados.....	69
Tabla 2.6. Funcionalidades de la aplicación.....	69
Tabla 3.1. Descripción de la notación	88
Tabla 3.2. Caso de uso administrador <i>web</i>	90
Tabla 3.3. Software de desarrollo.....	94
Tabla 3.4. Estrategias métodos heurísticos	97
Tabla 3.5. Algoritmo cálculo trazado de la ruta.	99
Tabla 4.1. Resultados del diseño y desarrollo del software	113
Tabla 4.2. Formato para las pruebas.	120
Tabla 4.3. Resultado de pruebas de las funcionalidades.	121
Tabla D.1. Caso de uso: registrarse en el sistema.	140
Tabla D.2. Caso de uso: agregar punto de interés público o privado.....	140
Tabla D.3. Caso de uso: eliminar punto de interés público o privado.....	141
Tabla D.4. Caso de uso: ver puntos de interés públicos.....	142
Tabla D.5. Caso de uso: seleccionar punto de inicio y fin de ruta.	142
Tabla D.6. Caso de uso: ver historial de rutas recorrida.	143
Tabla D.7. Caso de uso: buscar biciparqueadero.	143
Tabla D.8. Caso de uso: salir del sistema.....	144
Tabla P.1. Comandos usados para la instalación de librerías geoespaciales.....	170
Tabla P.2. Crear base de datos	171
Tabla P.3. Gestores de paquetes <i>Django</i>	172

Tabla P.4. Gestores de paquetes *Django* 172

Introducción

En el presente documento, se consolida la información relacionada al proyecto de grado, y la motivación principal fue diseñar y desarrollar una herramienta para dispositivos móviles con sistema operativo *Android* mediante una metodología de investigación exploratoria y descriptiva, que ayude y sirva de guía a ciclousuarios a ser orientados dentro de la red de ciclorutas y bicirrailes de la ciudad de Bogotá e incrementar así la participación de los habitantes del Distrito Capital en el uso de la bicicleta y promover el uso adecuado y responsable de las ciclorutas, esto de acuerdo al artículo 28 del Plan Maestro de Movilidad de Bogotá (Decreto 319, 2006). Además de reducir los tiempos de desplazamiento y mejorar la movilidad, la calidad de vida, el bienestar y la salud, generando ventajas económicas, sociales y ambientales para estos.

El objetivo general planteado en el proyecto fue aplicar la metodología de investigación exploratoria y descriptiva para el desarrollo de una aplicación móvil para teléfonos *smartphone*, con sistema operativo *Android* para ciclousuarios de la ciudad de Bogotá, D.C, para cumplirlo se realizó la revisión de encuestas sobre movilidad en Bogotá.

Por otra parte, se investigaron las aplicaciones móviles en *Android* enfocadas a ciclousuarios referentes a enrutamiento, esto se contextualizó a nivel internacional y a nivel nacional para el caso específico de Bogotá, identificando las características principales de cada una. Con esta información se compararon las aplicaciones móviles para conocer las falencias y fortalezas e integrar todas las funcionalidades en una sola aplicación. La recolección de la información se realizó a través de encuesta por cuestionario para identificar las necesidades de los ciclousuarios, se diseñó el instrumento mediante el pilotaje del mismo y se aplicó en campo en ocho puntos específicos de las tres zonas de mayor tránsito de ciclistas, seleccionadas a partir del Informe Especial 14: Ciclorutas Bogotá (Secretaría de Movilidad, 2013).

El resultado de comparar las aplicaciones existentes, el análisis de los datos recolectados y las encuestas sobre movilidad, sirvieron de insumo para el diseño de la arquitectura y programación de la aplicación móvil para *smartphone* con sistema operativo *Android*, destacando el trazado de la ruta

entre dos puntos incluyendo el sistema de ciclorutas y bicicarriles, mediante el diseño de un algoritmo basado en el método heurístico de estrategia voraz complementado con el algoritmo de *backtracking*, lo cual corresponde a uno de los aportes realizados en el trabajo como elemento diferenciador de las aplicaciones existentes. Adicional se usó *google maps* con el fin de optimizar y hacer más eficiente la proyección de las ciclorutas sobre un mapa digitalmente preparado para ser consumido por un dispositivo móvil.

Adicional a la búsqueda de la ruta, se programaron funcionalidades acordes con las necesidades de la población objetivo de la ciudad de Bogotá, las cuales incluyen agregar y ver puntos de interés públicos o privados (talleres de reparación de bicicleta), buscar el cicloparqueadero más cercano, ver el historial de recorridos, consultar eventos y tips, calificar el estado de la vía (iluminación y señalización), registro e inicio de sesión, configuración y cierre de la sesión. El incluir dentro de las utilidades de la aplicación la opción de guardar el historial de recorridos (incluye la distancia y tiempo gastado en recorrer una ruta determinada) y el trazado de la ruta, fue motivado no solamente por la información recolectada, sino porque en las encuestas de movilidad 2007 (Velandia Durán, 2008) y 2015 (Alcaldía Mayor de Bogotá, TPD Ingeniería, & Consorcio Transconsult, 2015), una de las razones para el NO uso de la bicicleta es la creencia que la distancia de viaje es muy larga, y los usuarios al tener la información de los recorridos logren cambiar esta percepción.

Siguiendo lo anterior se validó el funcionamiento, implementando el protocolo de pruebas establecido a partir de casos de uso definidos, los cuales incluyen las condiciones, flujo a seguir, resultado esperado y resultado obtenido, a partir de lo cual se depuró el código programado e inicio el registro de propiedad intelectual de forma virtual ante la entidad nacional de derechos de autor.

El contenido del proyecto se estructura en cinco capítulos: el primero presenta una descripción general sobre la movilidad en Bogotá y la comparación de aplicaciones usadas por ciclousuarios que se encuentran disponibles actualmente en la tienda oficial de *Android (Play Store)*; esto en el contexto internacional y nacional. Con lo anterior, se plantea la problemática que motivó al desarrollo de una aplicación para usuarios de la bicicleta de la ciudad de Bogotá D.C mediante una metodología de investigación exploratoria y descriptiva.

El segundo capítulo corresponde a la metodología implementada en el desarrollo del proyecto; se identificó el tipo de investigación, las fases para la ejecución del proyecto, el diseño muestral, el

diseño del instrumento de recolección de información primaria y el análisis de datos, para integrar las necesidades de los ciclousuarios como para el diseño de la arquitectura y programación de las funcionalidades de la aplicación móvil.

En el tercer capítulo se documentaron las herramientas usadas para la programación de la aplicación tanto del lado del cliente como el servidor, para ello se usó el modelo 4+1 vistas, que permite describir el sistema mediante la vista lógica, vista de implementación, vista de procesos y vista física, que contemplan la arquitectura, el modelo entidad – relación, componentes usados en el desarrollo y el lógica implementada en el desarrollo para trazar la ruta teniendo en cuenta las ciclorutas y/o bicicarriles de la ciudad.

En el capítulo cuatro se documenta, el resultado obtenido del diseño de la aplicación móvil, se explica el protocolo de pruebas implementado y se califica el funcionamiento, a partir de las pruebas ejecutadas a nivel usuario en campo. También se formulan una serie de recomendaciones para la mejora de la aplicación e implementación de futuras funcionalidades dentro de la misma.

Por último, se presentan las conclusiones, a partir de los resultados obtenidos en cuanto a las pruebas realizadas en campo de la aplicación móvil para ciclousuarios y de cada uno de los objetivos planteados para llevar a cabo la finalización de este trabajo.

Capítulo 1

1. Contexto general de las aplicaciones desarrolladas en Android, para ciclousuarios

En este capítulo se pretende realizar una descripción sobre la movilidad en Bogotá, seguido de una comparación de aplicaciones para dispositivos móviles con sistema operativo *Android*, que actualmente están siendo usadas por ciclousuarios; esto tanto en el contexto internacional como en el nacional, aplicando los principios teóricos – prácticos de la investigación exploratoria. Para hacerlo, se describen las características, funcionalidades y posibles falencias a tener en cuenta en el desarrollo de una herramienta tecnológica para ser usada por ciclousuarios en la ciudad de Bogotá.

Para terminar, se plantea la pregunta de investigación, seguido se aborda la problemática para el diseño y desarrollo de una aplicación móvil para *Android* mediante la metodología de investigación exploratoria, que ayude a los ciclousuarios a emplear adecuadamente la infraestructura ciclista y les permita mejorar la movilidad dentro de la ciudad, orientándolos con respecto a la ubicación de las ciclorutas y bicarriles. Además, de herramientas adicionales como ubicación de cicloparqueaderos, puntos de interés, reporte del estado de la cicloruta, eventos para ciclistas y el historial del tiempo gastado en un recorrido; todo esto centralizado en una sola herramienta para uso desde un dispositivo móvil desde cualquier punto de la ciudad.

1.1. Movilidad en Bogotá

La ciudad de Bogotá al igual que en muchas ciudades de Latinoamérica, presenta congestión vehicular a cualquier hora del día y en cualquier lugar de la ciudad, ya que prácticamente todas las vías permanecen atestadas de vehículos. En el año 2015 según estudios realizados por el Fondo de Población de Naciones Unidas (FNPU, 2015) más de la mitad de la población mundial vive en las ciudades, lo que ha generado crecimiento y densificación de las poblaciones urbanas; según la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL, 2013) esto trae consigo efectos negativos que generan incremento en los índices de contaminación, mayor demanda de recursos naturales, pérdida de la calidad de vida, entre otros.

Bogotá actualmente cuenta con una población mayor a los siete millones de habitantes (Secretaría Distrital de Planeación, 2015), que sumándole la población flotante proveniente de los municipios que integran la Sabana de Bogotá, representan el 15% de la población colombiana (Secretaría Distrital de Movilidad, 2011); está para su desplazamiento utiliza los diferentes medios de transporte motorizados o no motorizados disponibles que hay dentro de la ciudad (buses de Sistema Integrado de Transporte Público (SITP), Transmilenio, buses de transporte público, busetas, taxis, bicicletas, bicitaxis, carros particulares y transporte de carga), para movilizarse a lo largo y ancho de la ciudad, con el fin de cumplir sus actividades cotidianas, como lo son: trabajo, estudio, ocio, entretenimiento, salud, entre otras. En la Figura 1.1 se presentan los viajes de mayor demanda dentro de la ciudad, según estudio realizado por la Secretaría Distrital de Movilidad, estos se distribuyen así: el 72.6% de las personas efectúan sus viajes por motivos de trabajo, el 16.4% para estudio, 8% por otras actividades, el 2.5% para realizar compras y finalmente el 0.5% por recreación.



Figura 1.1 Distribución de viajes por motivos de mayor frecuencia.

Fuente: Secretaria Distrital de Movilidad.

El parque automotor de Bogotá para el año 2011, fue de 1.455.062 vehículos, lo que implica una tasa de 163 vehículos por cada 1000 habitantes. Así mismo se cuentan con 296.452 motocicletas y 13.351 vehículos oficiales. En el sector de transporte público se tienen 22 mil buses, distribuidos en 639 rutas y 51.624 taxis (Secretaria Distrital de Movilidad, Movilidad en cifras, 2011).

Debido al elevado volumen de vehículos y número de personas que se desplazan por las vías de la ciudad se generan altos niveles de congestión (principalmente en las horas pico). Según estudios realizados por Fondo de Población de Naciones Unidas (FNPU, 2015) un recorrido dentro de la ciudad de un punto a otro no debería tardarse más de media hora y en Bogotá se cuenta con un tiempo promedio por viaje de 56 minutos o más, dependiendo del medio de transporte utilizado. Los mayores tiempos de viaje se registran en medios motorizados (Alcaldía Mayor de Bogotá, TPD Ingeniería, &

Consortio Transconsult, 2015), además de los de accidentes por la constante interacción entre vehículos y peatones. Sin embargo, dicha problemática no es exclusiva de Bogotá, sino que corresponde a todas las grandes ciudades del mundo. Por ejemplo, la velocidad vehicular promedio en Manila (Filipinas) es de 10 kilómetros por hora. Un auto en Bangkok (Tailandia) pasa detenido en los trancones en promedio el equivalente a 44 días al año. A continuación, se listan algunas causas del problema de la congestión en Bogotá, según el Banco de la República (2008).

- ✓ Permanente crecimiento de la cantidad de vehículos que ruedan en la ciudad.
- ✓ Pésimo estado de la infraestructura vial.
- ✓ Semáforos mal programados, que funcionan con software desactualizado. Además, se tienen demasiados semáforos y cruces.
- ✓ Sobreoferta de taxis, buses, y busetas.
- ✓ El mismo Pico y placa, pues su implantación motivó a quienes tienen ingresos suficientes a adquirir uno o más vehículos para poder circular toda la semana.
- ✓ La tendencia personalista de movilizarse en vehículo particular. Esto afecta a la población que no tiene vehículo y genera costos al estado en materia de congestión, contaminación ambiental, acústica, visual y estrés.

La congestión también se refleja en el tiempo de espera en las estaciones de Transmilenio, donde en horas pico los articulados no dan abasto, especialmente en días atípicos como el día sin carro. Adicionalmente a la congestión y la accidentalidad, se generan altos niveles de contaminación atmosférica y auditiva por el constante desplazamiento de un gran número de vehículos.

Lo anterior, implica que los ciudadanos decidan cambiar radicalmente la forma de movilidad dentro de la ciudad y usar la bicicleta como medio de transporte. En las ciudades de Copenhague, Oslo, Estocolmo, Berlín y Holanda, pioneras del uso de la bicicleta, se ha reducido la presencia de tráfico, los índices de contaminación, el ruido, permitiendo mejorar la calidad de vida del individuo tanto para su salud física, como mental, también su economía ya que no se generan gastos de combustible.

Con respecto a la ciudad de Bogotá, esta se ha convertido en referencia a nivel mundial en cuanto al uso de la bicicleta que corresponde a uno de los íconos de transporte alternativo más importantes, convirtiéndose en un medio de transporte para la movilidad sostenible; entiéndase esta última expresión como un subsistema vial y peatonal que posee diseños y estándares que mitigan los niveles

de accidentalidad y permiten el desplazamiento adecuado de personas con movilidad reducida, de igual manera, prioriza la inversión para los modos no motorizados y utiliza instrumentos como la jerarquización vial para una mejor explotación de la infraestructura existente (Secretaria Distrital de Movilidad, Movilidad y Desarrollo Sostenible).

Según la encuesta de movilidad de Bogotá realizada en el año 2011 se efectúan diariamente 17.611.061 viajes. En la Figura 1.2 se muestra la distribución modal de los viajes en la ciudad, el medio más empleado es la caminata con el 46% de los viajes diarios, en segundo lugar aparece el transporte público que llega al 30% (20% transporte público colectivo, 9% Transmilenio y 1% transporte intermunicipal). El automóvil el 10% de los viajes y el taxi el 4%, entre los modos menos empleado cabe destacar a la Bicicleta que corresponde al 3%.

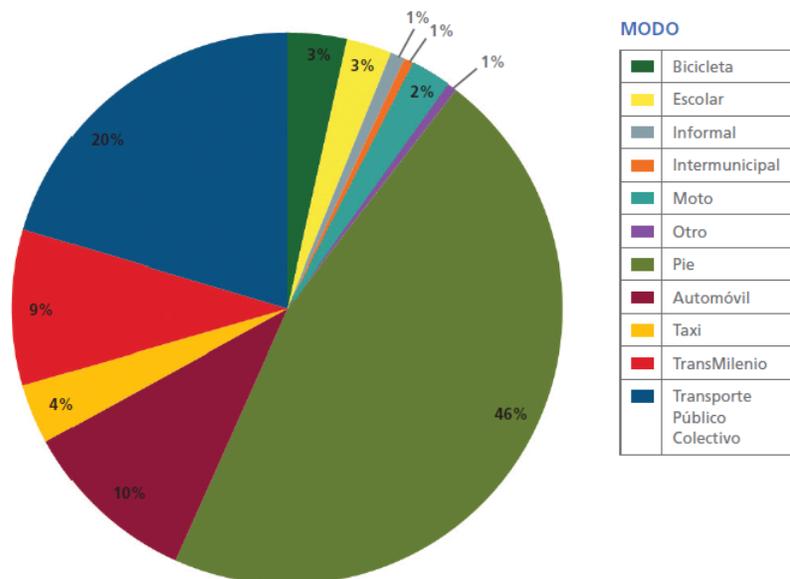


Figura 1.2 Partición modal total de viajes.

Fuente: Secretaria Distrital de Movilidad.

En los últimos cinco años se han construido alrededor de 350 km de ciclorutas y 5 km de bicicarriles, actualmente cuenta con alrededor de 600.000 ciclousuarios (Steer Davies Gleave, 2011), quienes encuentran limitantes como: la falta de mantenimiento de la infraestructura, circulación segura del ciclista, iluminación, señalización, información actualizada, la falta de conectividad de la

red de ciclorutas y bicarriles, largos tiempos en los trayectos, entre otros, que impiden que se imponga como medio de transporte masivo (Ortega, 2009).

1.2. Aplicaciones móviles para ciclousuarios

A nivel internacional el rápido crecimiento del servicio de telefonía móvil, ha generado el incremento en el número de líneas de telefonía celular. Para el año 2011 según cifras publicadas por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) el número de suscriptores móviles alcanzo los 46 millones de usuarios, teniendo un total de 98 suscripciones por cada 100 habitantes (UIT, 2011), dicho valor comparando con el año 2015 donde se llegó al total de 56 millones de abonados (MinTic, 2015).

En Colombia, existen más líneas móviles que habitantes mostrando una tendencia creciente donde en promedio hay 1.18 líneas móviles por (Comisión de Regulación de Comunicaciones, 2015), y se evidencia una alta penetración en el mercado con un valor agregado de oferta y acceso de nuevos servicios a los usuarios de teléfonos móviles, para buscar dar soluciones móviles mediante herramientas adicionales (correo electrónico, mensajería instantánea, reproductor de video, entre otros) a los canales de voz que permitan satisfacer las necesidades específicas de los usuarios. Por lo cual el diseño de aplicaciones móviles ha venido en aumento, según Enríquez y Casas (2013, pp. 27-35) se han convertido en un elemento principal para cualquier teléfono inteligente, dado que se puede realizar diferentes tipos de tareas en cualquier momento y desde cualquier lugar.

Para la descarga de aplicaciones, juegos, música, libros electrónicos y películas en un dispositivo móvil con sistema operativo *Android* se usa la tienda oficial de aplicaciones *Google Play Store* (Google, 2008) y allí están clasificadas por categorías algunas disponibles de forma gratuita o con algún valor económico para su instalación y descarga, ya sea desde el teléfono móvil o directamente de la página del navegador *web* <https://play.Google.com>.

Con respecto a las aplicaciones móviles para *Android* y de escritorio afines a los usuarios de la bicicleta, desarrolladas a nivel internacional y nacional están clasificadas dentro de las categorías de salud, deporte y nutrición, adicional se han identificado aplicaciones con las rutas para usuarios de bicicleta dentro de una ciudad, cálculo de ruta desde cualquier punto origen a un punto destino y

funciones adicionales que han permitido servir de guía e incentivar y promover el uso de la bicicleta, como medio de transporte enfocado a la movilidad sostenible. A continuación, se describe y comparan las aplicaciones para ciclousuarios para los dos contextos.

1.2.1. Contexto internacional

A nivel internacional se tuvo en cuenta las aplicaciones que además de incentivar el uso de la bicicleta, faciliten la orientación de los usuarios dentro del sistema red de ciclorutas de cada ciudad.

Como criterio para contextualizar la situación actual de las aplicaciones se tienen en cuenta, que estén enfocadas al enrutamiento, cantidad de descargas y puntuación dada por los usuarios en la tienda oficial de aplicaciones para *Android*, información consultada en la fecha 15 de enero del 2016 (*Google*, 2008) dicha información se resume en la en la Tabla 1.1 donde se observa que la aplicación de mayor puntuación es bikecityguide gps y rutas bici, seguida de me voy en bici, en bici y por último wikicleta, en ese mismo orden se presenta la puntuación más alta dada por los usuarios.

Tabla 1.1: Puntuación de las aplicaciones a nivel internacional.

Aplicación	Cantidad de descargas	Puntuación (<i>ranking</i>)	
		Usuarios	Calificación
En bici	5.000 a 10.000	86	3.6
Me voy en bici	10.000 a 50.000	60	3.8
Wikicleta	5.000 a 10.000	304	3.7
Bikecityguide gps y rutas bici	100.000 a 500.000	2.145	3.9

Fuente: Elaboración propia a partir de información de *Play Store*.

Las aplicaciones identificadas se muestran en la Tabla 1.2, dando una breve descripción de cada una de ellas respecto a la información de utilidad para los ciclousuarios como mapa de ciclovías, cicloparqueaderos, disponibilidad de bicicletas, entre otras características, el(los) país(es) donde se encuentra implementadas y en funcionamiento actualmente, además de su funcionamiento a nivel de usuario donde se lograron identificar las funcionalidades secundarias como talleres de reparación de bicicletas, rutas, puntuación de rutas, eventos sociales, entre otras, dichas características son ubicadas en un mapa respectivo siendo un elemento común para todas las aplicaciones.

Al comparar las aplicaciones además de contar con un desarrollo para la plataforma de *Android*, estas tienen una página *web* que se muestra información referente al objetivo, funcionalidad, descripción y características principales, además de ofrecer una opción para el ingreso de comentarios con respecto a las opiniones de los usuarios.

Por otro lado, se revisó en el *Play Store* la fecha de la última actualización con respecto a errores de software (en inglés, *bug*) o mejoras realizadas, encontrándose que la aplicación *bikecityguide gps* y rutas bici tiene la más reciente, esto permite que el usuario este a la expectativa de nuevas actualizaciones, donde se ofrezcan nuevas funcionalidades, optimización, mejora a la interfaz gráfica y seguridad, ya que en general el usuario tiende a cansarse de no ver cosas nuevas y dejar de usar la aplicación por este motivo (Zamora, 2015).

Tabla 1.2.Descripción general aplicaciones en *Android* a nivel internacional.

Aplicación	Ítem evaluado	Detalle
En bici (irpdevelop, 2016)	Descripción general	Aplicación que muestra la disponibilidad de bicicletas en las estaciones Ecobicis (estaciones de alquiler de bicicletas). Además, muestra información de parqueadero de bicicletas (bicicleteros) y rutas para el desplazamiento en la ciudad (bicisendas).
	País(es)	Argentina (Buenos Aires)
	Funcionamiento	El usuario desde su teléfono móvil, mediante un menú de opciones en la aplicación tiene la posibilidad de seleccionar uno o más elementos que son mostrados en el mapa, los cuales son identificados por iconos.
	Características	Localización de: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Estaciones de bicicletas públicas. ✓ Locales de ciclousuarios. ✓ Bicicleterías (talleres de reparación de bicicletas) ✓ Bicicleteros (estacionamientos para bicicleta) ✓ Ciclovías y bicisendas. ✓ Carriles preferenciales. ✓ Referencias en el mapa.
	Mapa	<i>Google Maps</i>
	Gratuita	Si
	Actualizada	27-feb-16
	Tamaño	4.3 Mbytes
	<i>Android</i> mínimo requerido	4.0.3
Página <i>web</i>	https://www.facebook.com/enbiciApp	

Aplicación	Ítem evaluado	Detalle
Me voy en bici (Vásquez, 2014)	Descripción general	Aplicación que muestra la disponibilidad de bicicletas en tiempo real, y ordena por la distancia usando GPS. Cuenta con mapa de ciclovías y tiendas para alquilar bicicletas para los turistas.
	País(es)	Argentina (Buenos Aires)
	Funcionamiento	El usuario desde su teléfono móvil puede consultar la disponibilidad de bicicletas (ordenadas por distancia usando el GPS) y el mapa de ciclovías.
	Características	Localización de: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Ciclovías. ✓ Locales para alquilar bicicletas para los turistas.
	Mapa	<i>Google Maps</i>
	Gratuita	Si
	Actualizada	06-dic-14
	Tamaño	3.2 Mbytes
	Android mínimo requerido	2.3
	Página web	https://www.facebook.com/Mevoyenbici
Wikicleta (Wickicleta Team, 2015)	Descripción general	Plataforma de información e interacción con los usuarios de bicicleta.
	País(es)	México
	Funcionamiento	El usuario desde su teléfono móvil se registra donde incluye su nombre, dirección de correo electrónico, nombre de usuario y contraseña. Dentro de la aplicación cuenta con un menú opciones donde puede ver los elementos marcados como favorito, trazar una ruta desde un punto inicial a un punto final y eventos enfocados a los usuarios de bicicleta. La aplicación muestra un mapa con las rutas para ciclousuarios y los cicloparqueaderos.
	Características	Localización de: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Mensajes informativos (Tips) sobre peligros. ✓ Recomendaciones. ✓ Lugares para visitar en bicicleta, que pueden ser marcados como favoritos. ✓ Ver rendimiento en una ruta. ✓ Puntuación de rutas. ✓ Estacionamientos para bicicletas.
	Mapa	<i>Google Maps</i>
	Gratuita	Si
	Actualizada	31-ago-15
	Tamaño	6.0 Mbytes

Aplicación	Ítem evaluado	Detalle
	Android mínimo requerido	2.3
	Página web	http://wikicleta.com/
Bikecitygui de gps y rutas bici (BikeCityGuide, 2014)	Descripción general	Cálculo de rutas para usuarios de la bicicleta.
	País(es)	Europa Alemania
	Funcionamiento	Encuentra la ruta de bicicleta más adecuada para el usuario con GPS, con indicaciones de audio. Tours predeterminados para explorar la ciudad. De acuerdo a la ciudad donde se use la aplicación se realiza la descarga del mapa.
	Características	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Cálculo de rutas desde un punto origen a un punto final. ✓ Muestra y registra: velocidad, tiempo y distancia. ✓ Funcionamiento offline. ✓ Listas con puntos de interés. ✓ Guía con indicaciones de voz.
	Mapa	<i>Open Street Maps</i> (OSM)
	Gratuita	Instalar función <i>cycle to free</i> , y después de 100 km recorridos en 30 días registrando la ruta el mapa es gratuito.
	Actualizada	22-jun-16
	Tamaño	Según el dispositivo
	Android mínimo requerido	Según el dispositivo
	Página web	http://www.bikecitizens.net/

Fuente: Elaboración propia.

El objetivo principal y común entre las aplicaciones es informar al usuario y en términos generales el enfoque para cada una de ellas, corresponde a:

- ✓ En Bici está enfocada a informar sobre el sistema público de bicicletas de la ciudad de Buenos Aires – Argentina, denominado Ecobicis (irpdevelop, 2016).
- ✓ Me voy en bici muestra información a los turistas sobre lugares para alquiler de bicicletas (Vásquez, 2014).
- ✓ Wikicleta funciona como una guía para orientar a los ciclistas para el desplazamiento dentro de la ciudad de forma segura (Wickicleta Team, 2015).

- ✓ Bikecityguide gps y rutas bici busca fomentar en la sociedad la idea de que la bicicleta no es solo un medio de transporte práctico, sano y ecológico, sino también un símbolo de libertad y la individualidad (BikeCityGuide, 2014).

De acuerdo con lo resumido en la Tabla 1.2 se puede concluir que con respecto al mapa usado por las aplicaciones el más común es *Google Maps* (Google, 2005) mediante el *Application Programming Interface* (API) *key* uno de los motivos de uso es la capacidad de realizar acercamientos y alejamientos para mostrar el mapa, además de su popularidad por mantener la información actualizada en los servidores, la diferencia con el API de *Open Street Map* (OpenStreet, 2006) mediante la página *web*: wiki.openstreetmap.org, corresponde a que los usuarios registrados suben trazas desde el GPS, participan, colaboran para crear mapas libres y editables mediante herramientas de edición creadas por la comunidad *Open Street Map*, lo cual no garantiza que la información siempre este actualizada.

1.2.2. Contexto nacional

A nivel nacional, más específico para la ciudad de Bogotá existen aplicaciones móviles para diferentes necesidades, ejemplos claro de estas son la búsqueda y consulta de inmuebles (venta y alquiler *trovit casas*, *BIINMO*: inmuebles colombianos, *FincaRaiz* - venta y arriendo), guía y uso del transporte público (*Moovit*, *Uber*, *Tappsi*, *Easy taxi*, *Taxis libres*), servicio de domicilio (*domicilios.com* –pide comida, *come ya*– comida a domicilio, *Rappi*, *Frisby*), medios de comunicación (*el tiempo*, *el espectador*, *TuneIn radio*, *radio FM*), uso del sistema de transporte *Transmilenio* (*Transmilenio* y *Sitp*, *Rutas Transmilenio* y *SITP*), entre otras, las aplicaciones mencionadas se pueden consultar en el *Play Store*.

En la tienda oficial de aplicaciones móviles para *Android* enfocadas a los usuarios de bicicleta de la ciudad capitalina hacen referencia al seguimiento de actividades deportivas en las modalidades de paseo, ruta y montaña, como: *runtastic*, *runkeeper*, *endomodo* y *my tracks*, además se cuenta con aplicaciones para enrutamiento, las que suministran información sobre la cicloruta y muestran la ubicación de cicloparqueaderos, talleres, tiendas de bicicleta y eventos sociales para los usuarios de este medio de transporte.

Se han identificado tres aplicaciones móviles y de escritorio que se relacionan en la Tabla 1.3, desarrolladas con elementos para enrutamiento o encaminamiento (establecer una ruta entre una dirección origen y una dirección destino) (Ablitas Muro J. G., 2013) y georreferenciación o geolocalización (referencia al posicionamiento con el que se define la localización de un objeto espacial ya sea mediante un punto, vector, área o volumen) (Ablitas Muro J. G., 2013), para usuarios de la bicicleta a nivel nacional (Colombia); se da una breve descripción en cuanto a su funcionamiento, sistema operativo, tipo de mapa usado, tipo de aplicación (de escritorio y/o móvil), características, versión mínima requerida de sistema operativo, fecha última actualización de acuerdo a la tienda de descargas, las aplicaciones son: Ride the city, Bicimapa y Mejor en bici®.

Dichas aplicaciones móviles están enfocadas hacia la población objetivo residente en la ciudad de Bogotá, ya que al igual que en otras ciudades de Latinoamérica, uno de los mayores desafíos es la movilidad de sus habitantes y el uso de la bicicleta es una solución económica – práctica para este problema, además de sus beneficios con respecto a la salud y mejoramiento de la calidad de vida (Mejor, 2008).

Tabla 1.3. Descripción general aplicaciones en *Android* a nivel nacional.

Aplicación	Ítem evaluado	Detalle
Ride the city (Ride the city, 2013)	Descripción general	Rutas seguras para andar en bicicleta en la ciudad mediante un sitio <i>web</i> que permite encontrar la distancia más corta entre dos puntos.
	País(es)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ España (Barcelona) ✓ Colombia (Bogotá) ✓ Estados Unidos (Chicago, San Francisco) ✓ Chile (Santiago de Chile)
	Funcionamiento	<p>Servicio <i>web</i> que traza una ruta desde un punto origen y punto final para los usuarios de la aplicación, con criterios como: la ruta más segura, la ruta segura y la ruta directa; teniendo en cuenta la distancia y el tiempo estimado para el recorrido.</p> <p>La ruta calculada mediante el consumo del servicio <i>web</i> puede ser calificada como: excelente (lo que el usuario hubiera hecho sin la aplicación), muy buena (parecida a la mejor ruta posible), buena (uso varias vueltas comunes), bastante mala (ruta incorrecta), terrible de principio a fin.</p>

Aplicación	Ítem evaluado	Detalle
	Características	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Trazado rutas ✓ Tiendas de Bicicleta ✓ Calificación de la ruta
	Mapa	<i>Open Street Map (OSM)</i>
	Gratuita	Gratuita para la versión escritorio.
	Tipo de aplicación	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Móvil (iOS) ✓ Escritorio (página <i>web</i>)
	Disponible	App Store
	Actualizada	07-jun-13
	Tamaño	4.4 Mbytes
	<i>Android</i> mínimo requerido	4.3
	Página <i>web</i>	http://es.ridethecity.com/bogota
Bicimapa (Bicimapa, 2014)	Descripción general	Permite a los usuarios de la aplicación compartir a los demás miembros, información relacionada con eventos, cicloparqueaderos, bicicletas públicas, entre otras. Mapa con información de las ciclorutas agrupándolas por vías exclusivas para ciclousuarios y vías recreativas para la ciudad de Bogotá (Colombia) que pretende incentivar el uso de la bicicleta.
	País(es)	Colombia
	Funcionamiento	Haciendo uso de la <i>Api Key</i> de <i>Google Maps</i> el usuario visualiza la información enviada por los usuarios sobre: eventos para ciclistas, bicicletas públicas, amigos ciclistas, tiendas, talleres de reparación de bicicleta, cicloparqueaderos y alquiler de bicicletas. Muestra las ciclorutas, ciclopaseos y reportes sobre peligros para los usuarios en un punto determinado.
	Características	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 247 parqueaderos. ✓ 184 tiendas para usuarios de bicicleta. ✓ 202 talleres. ✓ 14 advertencias de rutas en mal estado. ✓ Mapa con las principales ciclorutas de la ciudad.
	Mapa	<i>Google Maps</i>
	Gratuita	Si
	Tipo de aplicación	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Móvil (<i>Android</i>, iOS) ✓ Escritorio (página <i>web</i>)
	Disponible	<i>Play Store</i>
	Actualizada	12-jun-14
	Tamaño	2.1 Mbytes
<i>Android</i> mínimo requerido	2.2	
Página <i>web</i>	http://www.bicimapa.com/	

Aplicación	Ítem evaluado	Detalle
Mejor en bici® (Mejor en bici®, 2016)	Descripción general	Promover el uso de la bicicleta mediante estrategias en empresas y universidades.
	País(es)	Colombia
	Funcionamiento	Página <i>web</i> que contiene un blog (bitácora <i>web</i>) de las principales noticias sobre el uso de la bicicleta. Tiene la opción de mostrar sobre el mapa de la ciudad de Bogotá las ciclorutas, que al ser seleccionadas se indica la dirección donde está ubicada. Mediante el ingreso del correo electrónico y selección de una empresa o universidad a lo que pertenece el usuario, se le prestará una bicicleta que hace parte del Sistema de Bicicletas de Uso Compartido (SIBUC®).
	Características	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Información de interés para los usuarios de bicicleta y del SIBUC®. ✓ Cicloparqueaderos. ✓ Tiendas de compra de artículos de bicicleta.
	Mapa	<i>Google Maps</i>
	Gratuita	Si
	Tipo de aplicación	Escritorio (página <i>web</i>)
	Disponible	No aplica.
	Actualizada	No aplica.
	Tamaño	No aplica
	<i>Android</i> mínimo requerido	No aplica
	Página <i>web</i>	http://www.mejorenbici.com/

Fuente: Elaboración propia.

La aplicación *móvil* Ride the city permite el cálculo de rutas mediante la ubicación de marcadores sobre el mapa, pero no tiene en cuenta el sistema de red de ciclorutas; por su parte las otras dos aplicaciones (Bicimapa y Mejor en bici®) muestran información de interés para los usuarios de la aplicación.

Con respecto al tipo de mapa usado por las aplicaciones Bicimapa y mejor en bici se observa que usan el *Api Key* de *Google Maps*, mientras que Ride the city usa el mapa de OSM donde la información visualizada es incluida de manera voluntaria por parte de los usuarios.

Las aplicaciones móviles presentan ventajas y desventajas las cuales están detalladas en la Tabla 1.4, para ello se tiene en cuenta la percepción de los usuarios por medio de la sección de comentarios del *Play Store* para cada aplicación y además se verificó cada una de las aplicaciones ingresando al sitio *web* e instalándola en un dispositivo móvil.

Tabla 1.4. Funcionamiento de las aplicaciones a nivel nacional.

Aplicación	Ventajas	Desventajas
Ride the city	<ol style="list-style-type: none"> 1. Traza la ruta desde un punto inicial hasta un punto final. 2. Muestra las tiendas de bicicletas. 3. Agregar puntos de interés. 4. Contiene indicaciones de cómo llegar en bicicleta a un punto específico. 5. Enfocada a la seguridad del usuario mediante el cálculo de la ruta más segura. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. No reconoce muchas direcciones. 2. No se puede seleccionar un punto en el mapa. 3. No cuenta con aplicación para un dispositivo móvil con sistema operativo <i>Android</i>. 4. No reconoce la localización
Bicimapa	<ol style="list-style-type: none"> 1. Información de puntos de interés. 2. Tiene opción un calendario de eventos para los ciclousuarios. 3. Permite a los usuarios hacer reportes sobre peligros en un punto específico. 4. Selección de elementos de interés para los usuarios como cicloparqueaderos, eventos, bicicletas públicas. 5. Se pueden visualizar las ciclorutas sobre un mapa. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Solo muestra dos parqueaderos y están mal posicionado. 2. El mapa es lento. 3. Es mejor la aplicación <i>web</i> que la del teléfono móvil.
Mejor en Bici	<ol style="list-style-type: none"> 1. Muestra sobre <i>Google Maps</i> las principales ciclorutas de Bogotá. 2. Galería de fotos. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. No cuenta con aplicación para un dispositivo móvil.

Fuente: Elaboración propia.

De la comparación anterior la aplicación móvil denominada Bicimapa es conocido como el mapa que usan los ciclistas de Colombia, dicha aplicación pretende incentivar el uso de la bicicleta y funciona con información que incluyen los ciclistas (Bicimapa, 2014). Su objetivo principal corresponde a informar sobre ubicación de ciclorutas, tiendas, cicloparqueaderos gratis, rutas y advertencias, dicha aplicación no ha sido actualizada desde el año 2014, esto genera inconformidad en los usuarios de acuerdo a los comentarios realizados en el *Play Store*.

Por otro lado, esta Ride the city que es una aplicación que trabaja en 26 ciudades, funciona mediante el uso de un servicio *web* para el cálculo de ruta para andar en bicicleta que ayuda a

encontrar la ruta más segura desde un punto de inicio y finalización del viaje, encuentra la distancia más corta entre los puntos e indica las vías principales y vías arteriales. Está basado en Open Street Map (OSM) donde se busca que los datos geográficos (geodatos) públicos sean de libre uso (OpenStreet, 2006). Ofrece las siguientes ventajas:

- ✓ Incluye las rutas con prioridad para bicicletas.
- ✓ Muestra las tiendas de bicicletas a lo largo del camino.
- ✓ Ingresar al sitio *web* de forma gratuita, agregar puntos de interés y guardar rutas.
- ✓ Creación de una página especial con indicaciones para llegar a un punto específico.

Bicimapa y Ride the city están disponibles tanto para consulta desde una página *web* y para teléfonos con sistema operativo *Android* y *iOS*. Bicimapa es una aplicación de descarga gratuita para los teléfonos *smartphone* mientras que Ride the city tiene costo.

Con respecto al número de descargas al dispositivo móvil bicimapa está en primer lugar con un rango de 1.000 a 5.000, debido a que está desarrollada para el sistema operativo que está presente en el 81% de los terminales móviles (Sedano, 2014). Se observa en la Tabla 1.5. La relación de aplicación, descargas y puntuación dada por los usuarios en la tienda oficial de aplicaciones.

Tabla 1.5. Puntuación y cantidad de descargas.

Aplicación	Cantidad de descargas	Puntuación (<i>ranking</i>)	
		Usuarios	Calificación
Ride the city	1.000 a 5.000	No aplica	4
Bicimapa	10.000 a 50.000	444	4.1
Mejor en bici	No aplica.	No aplica	No aplica

Fuente: Elaboración propia.

Con respecto al contexto nacional se concluye que las aplicaciones disponibles para usuarios de bicicleta de la ciudad de Bogotá presentan funcionalidades únicas dentro de cada aplicación, destacando el trazado de una ruta, añadir puntos de interés, visualización de las ciclorutas, reportes sobre peligros en la cicloruta, eventos para ciclistas y tiendas de bicicleta, se observa que no existe una aplicación con estas características centralizadas, además no le permite al usuario identificar si la ruta trazada en el caso de la aplicación Ride the city pertenece a una vía de uso especial para ciclistas

y dar una calificación al estado de la cicloruta teniendo en cuenta la señalización, estado del pavimento e iluminación, estos elementos faltantes ayudan a complementar el diseño de la aplicación.

1.2.3. Comparación de las aplicaciones móviles

A continuación (Tabla 1.6) se realiza un análisis comparativo de las características para las aplicaciones en el contexto nacional e internacional, con respecto a los componentes visuales, lógica de la aplicación y funcionalidades a fin de identificar las falencias y fortalezas en pro del desarrollo de una aplicación con características existentes y con elementos adicionales que son integrados en una sola herramienta móvil.

Tabla 1.6. Evaluación de las funcionalidades aplicaciones.

Funcionalidad	Resultado
Interfaz gráfica	<p>La interfaz gráfica de las aplicaciones hacer referencia al control que tiene el usuario sobre la aplicación con respecto a la parte funcional e interacción que tiene el usuario con la aplicación.</p> <p>Dentro de las aplicaciones se destacan dos por la funcionalidad que presentan a la interacción con el usuario <i>Ride The City</i> y <i>Bikecityguide Gps</i> y <i>Rutas Bici</i> ya que son aplicaciones que tienen un enfoque definido al usuario destacando:</p> <ul style="list-style-type: none"> - El cálculo de las rutas en un punto origen y un punto destino. - Interacción del usuario con el mapa. - Usan el mapa base de <i>open street map</i>.
Lógica de la aplicación e interfaces	<p>Este ítem hacer referencia a la respuesta que tiene la aplicación frente a las demás funciones del teléfono como llamadas telefónicas, cámara, uso del Internet y demás características del sistema operativo de dispositivo.</p> <p>Las aplicaciones trabajan en segundo plano, esto indica que mientras son usadas se pueden recibir o hacer llamadas, es decir, usan tareas asíncronas.</p>
Aplicación multiplataforma	<p>Una aplicación multiplataforma corresponde a que una aplicación funciona en diferentes plataformas conservando las mismas funcionalidades.</p> <p>Dentro de las aplicaciones analizadas se observa que de las siete aplicaciones dos no cuentan con una aplicación para funcionar en un dispositivo móvil con sistema operativo <i>Android</i>.</p> <p>La principal ventaja sobre una aplicación este programadas en <i>Android</i>, corresponde a:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Plataforma de código abierto, esto indica que se pueden desarrollar aplicaciones basadas en Lenguaje C u otros lenguajes y compilarlas a código nativo de <i>Armi</i> (API de <i>Android</i>).

Funcionalidad	Resultado
	<p>Ninguna de las aplicaciones está programada en <i>BlackBerry Os</i> y <i>Windows Phone</i>.</p> <p>La aplicación <i>Me voy en bici</i>, es la única que no cuenta con una página <i>web</i>, por ende, la única información que se encontró fue la relacionada en <i>Play Store</i>.</p>
<p>Funcionalidades principales y adicionales</p>	<p>A continuación, se resumen las funcionalidades de las aplicaciones, que serán integradas en el desarrollo:</p> <p>Funcionalidades Principales</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Visualización del Mapa. ✓ Visualización de ciclorutas. ✓ Cálculo de la ruta más segura, mediante el ingreso de punto origen y punto destino. <p>Funcionalidades Adicionales</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Cicloparqueaderos. ✓ Tiendas de compra de artículos de bicicleta. ✓ Puntos de interés. ✓ Cálculo de la distancia. ✓ Seguimiento en nutrición y ritmo cardíaco.

Fuente: Elaboración propia.

Una de las falencias de las aplicaciones corresponde a la falta de información sobre el estado de la red de ciclorutas, además que son de carácter informativo ya que muestran sobre el mapa la ubicación de ciclorutas, pero el usuario no puede interactuar con ellas. Con respecto al cálculo de la ruta no es intuitivo para saber si pertenece o no al sistema de ciclorutas, no dan opciones de guardar el historial de la ruta recorrida o buscar un cicloparqueaderos cercano. Lo anterior es una oportunidad para el desarrollo del trabajo de investigación porque hacen parte de las necesidades de los ciclousuarios y permite enfocar el diseño de las funcionalidades de la aplicación de acuerdo a esto.

1.3. Pregunta de Investigación

De acuerdo con lo anterior se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿Se podría diseñar y desarrollar una aplicación móvil para usuarios de bicicleta en la ciudad de Bogotá D.C. mediante una metodología de investigación exploratoria y descriptiva?

1.4. Planteamiento de la problemática

De acuerdo con la comparación de aplicaciones existentes para usuarios de bicicleta y la coyuntura por la que atraviesa la movilidad en Bogotá, con el fin de ayudar al uso eficiente de la infraestructura ciclista, se propone aplicar la metodología de investigación exploratoria y descriptiva para el desarrollo de una herramienta móvil para que los ciclousuarios se orienten dentro de la ciudad de Bogotá.

Una de las falencias de las aplicaciones móviles enfocadas a enrutamiento de los ciclousuarios dentro de la ciudad de Bogotá, es la falta de integración en una sola herramienta sobre información y ubicación de: cicloparqueaderos, talleres de reparación de bicicletas, ciclorutas, trazado de ruta desde un punto origen a un punto destino incluyendo la red de ciclorutas, además que los usuarios puedan dar una calificación acerca del estado de la misma y así mantener actualizada la información del lugar por donde transitan. Lo anterior, se evidencia a partir de la revisión realizada de las aplicaciones para ciclousuarios de la ciudad capitalina.

La aplicación debe contar con las funcionalidades secundarias, que son desarrolladas a partir de la comparación de aplicaciones móviles en el marco internacional y nacional, los resultados de la encuesta aplicada a los ciclousuarios de la ciudad de Bogotá y la encuesta de movilidad realizada por la Alcaldía Mayor de Bogotá. Con respecto al 1% de los usuarios encuestados en el 2015 (Alcaldía Mayor de Bogotá, TPD Ingeniería, & Consorcio Transconsult, 2015), estos han argumentado falta de información, para ello se indicará la ubicación de las ciclorutas y bicicarriles. En ese mismo año el 8% de los encuestados indican el no uso de la bicicleta por miedo a sufrir un accidente (Alcaldía Mayor de Bogotá, TPD Ingeniería, & Consorcio Transconsult, 2015), en la aplicación se dará la opción de calificar el estado de la cicloruta y/o bicicarril, el cual será alimentado por información suministrada y validada por los usuarios, convirtiéndolo en un mecanismo de prevención para estos.

En la encuesta de movilidad del 2007 (Secretaría de Movilidad Distrital, 2007), el 8% de los usuarios argumentaron problemas de parqueo, con la aplicación se mostrarán los principales cicloparqueaderos y le dará al usuario la posibilidad de alimentar con nuevos sitios de parqueo especializados en bicicletas, de modo la aplicación este actualizada y pueda ser consultada por cualquier usuario. Se evalúan algunos de los parámetros más representativos de las dos encuestas de movilidad para el año 2007 y 2015, porque contemplan elementos únicos que aportan al diseño de la aplicación.

En este contexto surge la necesidad del diseño y desarrollo de una aplicación móvil *Android* para usuarios de bicicleta en la ciudad de Bogotá D.C., mediante una metodología de investigación exploratoria y descriptiva, para que en un futuro se encuentre disponible en la tienda oficial de aplicaciones (*Play Store*), y así dar solución a algunas de las falencias encontradas en las aplicaciones disponibles y tomar elementos que la complementen; se tendrán en cuenta las necesidades identificadas de los usuarios a partir de la encuesta por cuestionario e indicadores del no uso de la bicicleta en las encuestas de movilidad. En términos generales la aplicación tendrá los siguientes beneficios:

- ✓ La información actualizada con mapas georreferenciados del sistema de red de ciclorutas de la ciudad de Bogotá, la cual es suministrada por las entidades del distrito Instituto de Desarrollo Urbano (IDU).
- ✓ Mejora de la movilidad dentro de la ciudad mediante el trazado de una ruta, teniendo en cuenta las ciclorutas y/o bicarriles para llegar desde un punto origen hasta un punto de destino.
- ✓ La posibilidad que los usuarios tengan información sobre el estado de la cicloruta mediante el envío de la calificación de esta a la aplicación.
- ✓ Búsqueda de cicloparqueaderos.
- ✓ Creación de puntos de interés para el usuario de carácter público o privado como: almacenes de bicicletas, talleres de reparación, puntos de hidratación, entre otros.
- ✓ Historial de la ruta realizada con información del tiempo gastado en hacer el recorrido.

La herramienta a desarrollar debe tener en cuenta en cuenta el grado de uso; esto es una característica principal de una aplicación móvil, ya que debe contar atributos como facilidad de aprendizaje (primera vez que un usuario usa una aplicación), efectividad (tareas resueltas en un tiempo limitado), contenido (información mostrada al usuario), portabilidad (paso de una plataforma a otra), eficiencia (tiempo empleado en completar una tarea) y contexto (variables o factores del entorno de uso de la aplicación), lo que le permite al usuario tener facilidad de interacción y uso de las funcionalidades respectivas (Enriquez & Casas, 2013), con el fin de diseñar y programar una interfaz tecnológica que la diferencie de las aplicaciones móviles actuales para usuarios de la bicicleta en la ciudad capitalina.

Al diseñar esta aplicación móvil se pretende seguir los lineamientos del Plan estratégico enmarcado en el Programa Nacional de Desarrollo Tecnológico, Industrial y Calidad 2005 – 2015 de Colciencias Colombia, que incluye líneas de investigación para tecnologías en telecomunicaciones destacando el desarrollo de aplicaciones específicas en diferentes campos como el transporte, educación, salud, etc. Por otro lado, el Ministerio de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MinTic) y su plan Vive Digital, con su iniciativa Apps.co promueve y potencializa el desarrollo de aplicaciones a partir de la generación de capacidades y conocimiento TIC de forma masiva entre colombianos. El desarrollo de esta investigación está alineado con la modalidad de profundización en el énfasis de telecomunicaciones, aplicada a los usos de las redes de nueva generación, con la posibilidad que los ciclousuarios accedan a la información de su interés desde cualquier punto de la ciudad y en una única herramienta.

1.5. Objetivos

De acuerdo con la pregunta de investigación y la problemática planteada, a continuación, se detallan los objetivos para cumplir en el desarrollo del trabajo de grado.

1.5.1. Objetivo general

Aplicar la metodología de investigación exploratoria y descriptiva para el desarrollo de una aplicación móvil en Android para ciclousuarios en Bogotá.

1.5.2. Objetivos específicos

- Revisar los principios teórico - prácticos de la investigación exploratoria, y aplicarlos en la revisión del estado del arte sobre casos internacionales y nacionales en los cuales se han diseñado aplicaciones para ciclousuarios.
- Revisar los principios teórico - prácticos de la investigación descriptiva, y aplicarlos en la identificación de necesidades de los ciclousuarios, mediante la recolección de información primaria a través de una encuesta por cuestionario.

- Integrar las necesidades de los ciclousuarios y el estado del arte como requerimientos para diseño de la arquitectura y programación de una aplicación móvil para smartphone.
- Validar la metodología resultante mediante el desarrollo de una aplicación móvil en Android para ciclousuarios de la ciudad de Bogotá.

Capítulo 2

2. Metodología

En el desarrollo del presente capítulo se muestra el tipo de investigación usada para el proyecto, con las cuatro fases que corresponden al análisis del contexto general, identificación de las necesidades de los ciclousuarios a partir de una encuesta realizada e implementación que incluye el diseño y desarrollo de lógica de programación para las funcionalidades, validación y resultados ejecutando pruebas en campo acerca de las funcionalidades programadas, con el fin de realizar los ajustes pertinentes, de acuerdo al resultado obtenido en el protocolo de pruebas. Aplicando la metodología ágil que muestra como resultado los requerimientos para el diseño y desarrollo de una aplicación móvil que apunta a una población específica, a partir de una investigación exploratoria y descriptiva.

2.1. Tipo de Investigación

El proyecto está enfocado en dos tipos de investigación: exploratoria y descriptiva. La fase uno y la fase dos hacen parte de la investigación de tipo exploratoria, que corresponde a cuando el objetivo es examinar un tema de investigación poco estudiado (Sampieri, Collado, & Baptista, 1991), en este caso, se realizó el estudio de la situación actual que incluye la comparación de aplicaciones móviles para ciclousuarios en el marco nacional e internacional, además de los indicadores para el NO uso de la bicicleta, que se encuentran en las encuestas realizadas por la Secretaría Distrital de Movilidad y por último se realizó recolección de información mediante el sondeo a los ciclousuarios usando la encuesta por cuestionario, para identificar las necesidades más relevantes en el diseño de la aplicación. Lo anterior, se realizó porque en la literatura revisada no se encontró información similar a esta o estudios enfocados con este tema.

Por otro lado, la fase tres y la fase cuatro hacen parte del componente descriptivo de la investigación porque se busca especificar las propiedades importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno sometido a análisis (Sampieri, Collado, & Baptista, 1991), para ello se realizó el diseño, programación e implementación de la aplicación como guía para orientación de los usuarios dentro del sistema de red de ciclorutas, además de la validación del funcionamiento mediante

pruebas en campo. La Figura 2.1 muestra un esquema global de las fases y del tipo de investigación al que pertenecen.

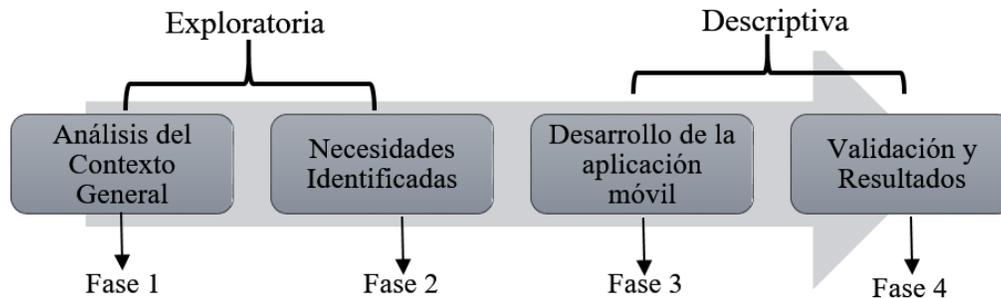


Figura 2.1. Fases de desarrollo.

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se resume la finalidad de cada fase implementada para el desarrollo del proyecto (Figura 2.2) :

1. *Fase 1:* se realiza una revisión del estado del arte, en la que se comparan las diferentes aplicaciones móviles que funcionan bajo el sistema operativo *Android* y disponibles en la tienda de aplicaciones *Play Store*, con el fin de contextualizar la situación actual referente al tema en casos nacionales e internacionales. Además del estudio de los indicadores acerca del NO uso de la bicicleta expuestos en las encuestas de movilidad; elementos que aportan para el diseño de las funcionalidades de la aplicación, a partir de las fortalezas y falencias identificadas.
2. *Fase 2:* mediante la recolección de información primaria a través de la encuesta por cuestionario, se identifican las necesidades de los ciclousuarios y se analizan los datos, los cuales son tabulados para definir los requerimientos y así diseñar las funcionalidades secundarias de la aplicación.
3. *Fase 3:* integrar los resultados obtenidos en la fase 1 y fase 2 como requerimientos para el diseño de la arquitectura, desarrollo, programación e implementación de la aplicación móvil, tanto para el cliente (dispositivo móvil y administrador *web*) como el servidor, teniendo en cuenta la parte funcional y la parte técnica, donde:

- ✓ Funcional: elementos que componen la interfaz desde el punto de vista del usuario.
 - ✓ Técnico: desarrollo de la lógica de programación, elementos de hardware y software que permiten el funcionamiento interno de la aplicación.
4. *Fase 4*: elaborar un protocolo de pruebas para validar el funcionamiento de la aplicación, mediante la ejecución de las mismas con cicλουςuarios en campo, y realizar los ajustes pertinentes evidenciando como resultado de la metodología el producto obtenido: aplicación móvil en Android para cicλουςuarios de la ciudad de Bogotá.

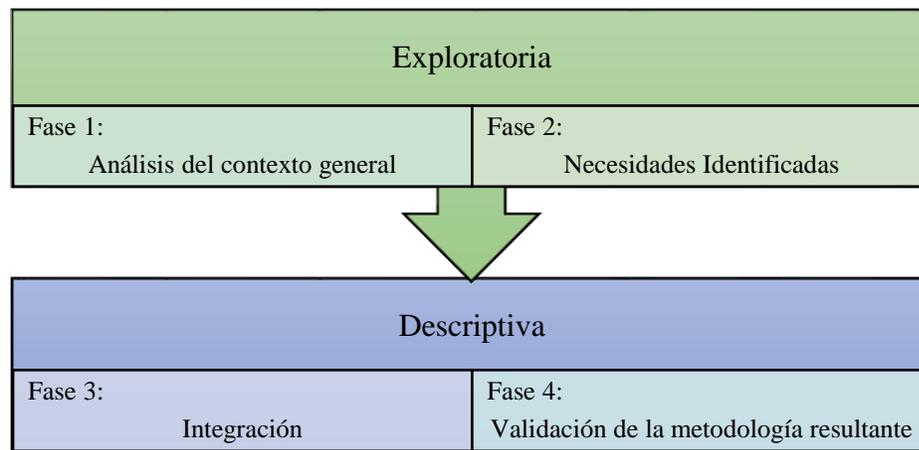


Figura 2.2. Fases de desarrollo.

Fuente: Elaboración propia.

2.2. Metodologías en el desarrollo de aplicaciones móviles

Las aplicaciones móviles corresponden a que pueden ser ejecutadas en diferentes tipos de dispositivos *smartphone*, *Tablet*, computador portátil, *Smart TV*, entre otros, (Ramírez Vique, 2014) que dependen de la infraestructura de la aplicación, el sistema operativo, los usuarios y canales de distribución, son características a tener en cuenta en el desarrollo de aplicaciones móviles, de acuerdo con las necesidades del segmento de usuarios. Se proponen metodologías enmarcadas para el

desarrollo ágil, rápido y efectivo para cumplir los requerimientos planteados, y en cuanto a desarrollo de software existen diversos métodos de desarrollo, cada uno con fortalezas y debilidades.

Los métodos más conocidos son los siguientes (Ramírez Vique, 2014):

- **Modelo *waterfall*:** Modelo estático y predictivo. Es aplicable en proyectos en los que los requisitos están fijados y no van a cambiar durante el ciclo de vida del desarrollo. Esta aproximación divide el proyecto en fases estancas totalmente secuenciales. En este modelo, el desarrollo se interpreta como el agua que va cayendo de un estanque al siguiente. Se le da mucho énfasis a la planificación, a los tiempos, a las fechas límite y al presupuesto.
- **Desarrollo rápido de aplicaciones:** método de desarrollo iterativo cuyo objetivo es conseguir prototipos lo antes posible para mejorarlos después, poco a poco. Se suele priorizar la implementación sobre la planificación, y se utilizan muchos patrones de diseño conocidos para poder adaptarse de la mejor manera a cambios en los requerimientos.
- **Desarrollo ágil:** desarrollo ágil es un modelo de desarrollo basado en iteraciones, donde en cada iteración se realizan todas las fases del ciclo de desarrollo.
- **Mobile-D:** conseguir ciclos de desarrollos muy rápidos en equipos muy pequeños (de no más de diez desarrolladores) trabajando en un mismo espacio físico. Según este método, trabajando de esa manera se deben conseguir productos totalmente funcionales en menos de diez semanas.

En el proyecto se desarrolló una metodología ágil, que es adaptable, predictiva y se centra en las personas más que en los procesos. Debido a que no existe una metodología específica para el desarrollo de aplicaciones móviles, surge la necesidad para el aplicar una la metodología de investigación exploratoria y descriptiva para el diseño y desarrollo de una aplicación móvil en Android para ciclousuarios en Bogotá.

La metodología contempla cinco fases como se muestra en la Figura 2.3 (Gasca Mantilla, Camargo Ariza, & Medina Delgado, 2013), denominadas: análisis, diseño, desarrollo, pruebas de

funcionamiento y entrega. A continuación, se describe en términos generales lo que comprende cada etapa.

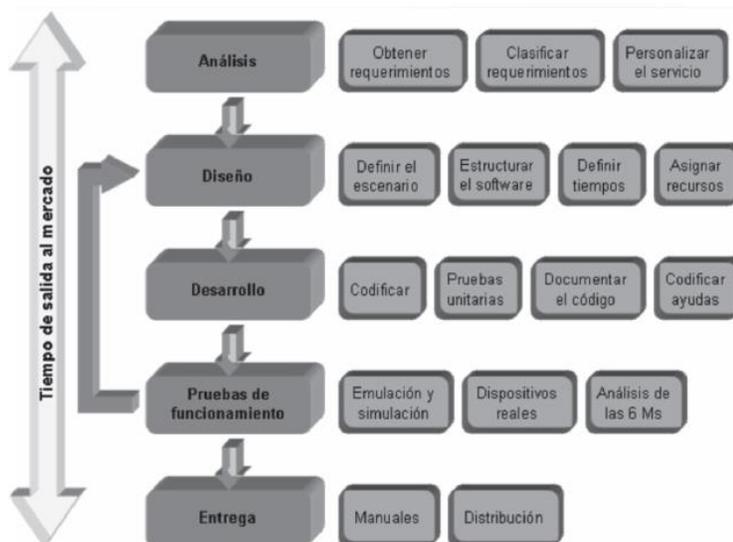


Figura 2.3 Etapas de metodología para el desarrollo de aplicaciones móviles

Fuente: Universidad del Magdalena.

- *Análisis*: se analizan las peticiones o requerimientos de las personas o entidad para la cual se desarrolla el servicio móvil “Cliente”, el propósito es definir las características del mundo o entorno de la aplicación. Las tareas que contempla esta etapa son: obtener requerimientos, clasificar los requerimientos y personalizar el servicio.
- *Diseño*: se diseñan los diagramas esquemas, considerando la mejor alternativa al integrar aspectos técnicos, funcionales, sociales y económicos. Si no se obtiene lo deseado en la etapa de funcionamiento se retorna a esta etapa. Las tareas que completa esta etapa son: definir el escenario, estructurar el software, definir tiempos y asignar recursos.
- *Desarrollo*: implementar el diseño en un producto del software. En esta etapa se contemplan las siguientes tareas: codificar, pruebas unitarias, documentar el código y codificar.
- *Pruebas de funcionamiento*: verificar el funcionamiento de la aplicación en diferentes escenarios y condiciones; para ello se realizan las siguientes tareas: simulación, dispositivos reales.

- *Entrega:* Terminada la depuración de la aplicación y atendidos los requerimientos del cliente se da por finalizada la aplicación y se procede a la entrega del ejecutable, el código fuente, la documentación y el manual del sistema

La implementación de esta metodología se realizó con el fin de evitar problemas por cambios en los requisitos al momento de ejecución y depuración de pruebas, porque de esta forma se mitigan los riesgos, y no afectar la calidad del producto conseguido, que es realmente importante en el proyectos de software de aplicaciones móviles.

La ventaja de usar metodologías ágiles corresponde a razones en el cambio en entornos de desarrollos y nuevas tecnologías, equipos de desarrollo pequeños, aplicaciones de bajo nivel de criticidad dado que son aplicaciones para entrenamiento o tener información al alcance de la mano y ciclos de desarrollo cortos para dar salida a las aplicaciones a tiempo.

En los siguientes ítems se describe el proceso realizado en cada de las fases de la investigación, contemplando las etapas que comprenden una metodología ágil para el desarrollo para el desarrollo de las aplicaciones móviles.

2.3. Fase uno

En esta fase se compararon las aplicaciones para usuarios de bicicleta en el marco internacional y nacional enfocadas al uso y promoción de la bicicleta, para ello se consultaron las tiendas oficiales de aplicaciones para *Android* y algunos artículos publicados por diferentes revistas de tecnología. La selección de la información se realizó de acuerdo a temas relacionados con enrutamiento, ciclovía, cicloruta, geolocalización, movilidad y lo referente al sistema operativo *Android*.

Una vez clasificada la información se procede a comparar cada una de las aplicaciones de acuerdo a sus funcionalidades identificando fortalezas y falencias que complementan el diseño de la aplicación. En el marco internacional se encontraron cinco aplicaciones y en el marco nacional tres aplicaciones, las cuales fueron instaladas en el teléfono móvil para validar las características que poseen, además se tuvieron en cuenta las opiniones y/o comentarios realizados por los usuarios.

Por otro lado, se identificaron otras necesidades a partir de las encuestas de movilidad realizadas por la Secretaría Distrital de Movilidad y la Alcaldía Mayor de Bogotá, teniendo en cuenta los indicadores más altos para el NO uso de la bicicleta. Las características de la aplicación se resumirán en el ítem de resultados en una tabla que indica las características que tendrá la aplicación.

2.4. Fase dos

Para determinar las funcionalidades secundarias de la aplicación se aplicó un instrumento de recolección de información primaria en campo. Para ello se realizó el diseño muestral que indica a cuantos usuarios se les debe aplicar el instrumento, luego se procede a la elaboración de la encuesta versión final, a partir de pruebas de validación realizadas mediante el uso de redes sociales y encuestas a transeúntes. Finalmente, se aplica en campo el instrumento versión final a grupos de usuarios miembros de los colectivos urbanos de ciclistas, transeúntes con bicicleta y personas asistentes a la ciclovía del día domingo.

Una vez recolectada la información se realizó el procesamiento y análisis de la misma, mediante el uso de bases de datos, para facilitar el manejo de los datos recolectados en campo. Con los datos obtenidos se definieron las funcionalidades involucradas para el diseño de la aplicación y satisfacer las necesidades de los ciclousuarios e incentivar el uso de la bicicleta.

2.4.1. Diseño Muestral

El diseño muestral se determinó mediante el uso de muestras probabilísticas, las cuales son indispensables en las investigaciones usando un instrumento de recolección de información, en este caso, la encuesta por cuestionario.

Según Sampieri y Baptista (1991) indican que cada miembro de la población tiene la misma probabilidad de ser seleccionado como sujeto, para ello se decide usar una muestra aleatoria simple, y así determinar la cantidad de encuestas a aplicar, esto es una forma sencilla el muestreo probabilístico, que consiste en seleccionar unidades de la población sin reponer elementos observados.

Lohr (Lohr, 2006) indica que cuando se desconoce el tamaño de la población, en este caso se toma de esta manera debido a que la población de ciclousuarios en la ciudad de Bogotá es difícil de determinar con exactitud, porque es una población flotante y no existen datos actualizados a la fecha, la única información encontrada fue respecto al número de viajes en bicicleta, los cuales se repiten en la mañana y en la tarde, esto según encuesta de Movilidad 2015 (Alcaldía Mayor de Bogotá, TPD Ingeniería, & Consorcio Transconsult, 2015), en el diseño muestral se trabajó con una población desconocida la ecuación que relaciona la precisión y el tamaño de la muestra proviene de los intervalos de confianza, para ello se emplea la siguiente ecuación:

$$n = \frac{Z_a^2 pq}{d^2} \quad (2.1)$$

En donde,

n = tamaño de la muestra

Z_a = nivel de confianza

pq = varianza de la muestra

d = precisión

De acuerdo con lo anterior, en el diseño muestral se tienen en cuenta los siguientes parámetros:

- El nivel de confianza o seguridad da lugar al coeficiente Z_a , para una seguridad del 95% de acuerdo a la tabla de distribución normal esta corresponde a 1.96

$$Z_a = 95\% = 1.96$$

- Se toma el caso más desfavorable como valor de la varianza.

$$pq = \frac{1}{4} = 0.25$$

- Error máximo admisible en términos de proporción

$$d = 5\% = 0.05$$

Sustituyendo los valores en la ecuación 2.1, se obtendrá el número de encuestas a realizar:

$$n = \frac{(1.96)^2 0.25}{(0.05)^2} = 384$$

Con el número representativo de encuestas obtenido para una población desconocida, en este caso 384, se busca obtener la información primaria con respecto a la opinión de los ciclousuarios para incluir las funcionalidades a la aplicación de acuerdo a sus necesidades.

2.4.2. Diseño del instrumento de recolección de información

Se analizaron instrumentos de recolección de información primaria como la entrevista, aforos y la encuesta. Se optó por usar la encuesta como instrumento de recolección para el análisis de las necesidades de los ciclousuarios en el diseño y aplicar los principios teóricos – prácticos de la investigación descriptiva e identificar las necesidades de los ciclousuarios, mediante un conjunto de preguntas para sondear un grupo de personas, normalmente seleccionadas al azar, y obtener datos sobre un tema en particular los cuales puedan ser procesados de modo sencillo.

2.4.2.1. *Pilotaje del Instrumento*

En el proceso para la validación del instrumento se aplicaron 28 encuestas a la población de ciclousuarios, evaluando la claridad en las preguntas, estructura del instrumento y la formulación en cuanto a lenguaje y planteamiento de las preguntas, con el fin de identificar las fallas para obtener el formato unificado de la encuesta definitiva. El pilotaje del instrumento se hizo por dos canales: presencial y virtual, los cuales se detallan a continuación:

- **Presencial:** se realizaron 20 encuestas aleatoriamente a usuarios de bicicleta, arrojando que siete son empleados, siete son estudiantes con nivel de estudio de bachillerato y seis son estudiantes de pregrado, además transitan por la cicloruta frecuentemente. Con esta primera prueba de validación, se concluyó que la estructura del formato no era de fácil diligenciamiento y con respecto a las preguntas: ruta más frecuentada y ¿conoce aplicativos para usuarios de bicicleta? no fueron respondidas de la manera esperada.

- Virtual: se rediseñó el instrumento de recolección, de acuerdo con lo concluido en el canal presencial, para ello, mediante un formulario elaborado en *Google* con las preguntas, se aplicó al grupo de la red social Facebook, denominado Mesa de la Bicicleta; obteniendo ocho encuestas respondidas, de las que se concluye que las preguntas estaban abiertas a múltiples respuestas; generando inconvenientes al momento de tabular, además en la sección de comentarios los encuestados indicaron que las preguntas no eran concretas o no sabían que respuesta dar.

Finalmente, para concluir la validación del instrumento se realizó una entrevista (Valbuena, 2016) al señor Bernardo Valbuena el día cinco de agosto 2016, quien es un ciclousuario frecuente perteneciente al grupo de la Mesa de la Bicicleta de Bogotá, quien indicó que es más sencillo para los ciclousuarios responder preguntas con opciones de respuesta. Del resultado de la entrevista se agregaron dos preguntas una con respecto a las preocupaciones al momento de usar una aplicación y si los usuarios usan aplicaciones en su teléfono móvil, ya que se puede dar el caso donde el usuario haga uso básico del teléfono, pero no use aplicaciones para *Android*.

De acuerdo a las dos pruebas de pilotaje y la entrevista realizada, para validar el instrumento se diseñó la versión final, que incluye un lenguaje amigable en la formulación de las preguntas con múltiples opciones de respuesta y un formato de fácil diligenciamiento. La versión final de la encuesta se muestra en el Anexo C. El proceso de pilotaje se resume en la Figura 2.4.

A continuación, se describe la estructura final correspondiente al instrumento de recolección de información, se divide en cuatro secciones así:

1. Generalidades: corresponde a la caracterización de los encuestados con respecto al nivel socio – demográfico y socio – económico. En esta sección se diligencia: Fecha, Sexo, Edad, Nivel de Estudios y Ocupación.
2. Información de viaje en bicicleta: indica la ruta más frecuentada por los usuarios en su bicicleta, para ello se cuenta con una tabla de dos columnas, donde en la columna uno se listan las 20 localidades de la ciudad y en la columna dos se debe diligenciar el barrio perteneciente a la localidad seleccionada.

3. Preguntas: esta sección contiene siete preguntas para validar el diseño de la aplicación teniendo en cuenta las funcionalidades principales y secundarias, además de identificar aquellas que pueden ser incorporadas en un futuro.
4. Comentarios: opiniones adicionales de los ciclousuarios.

Cabe anotar, que al momento de aplicar el instrumento de recolección de la información se presentó a los ciclousuarios lo siguiente:

- Carta de autorización emitida por el director de la Maestría en Ingeniería Electrónica de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, el Ingeniero PhD. Alexander Pérez Ruiz, (ver Anexo L), indicando que la información recolectada es netamente para fines académicos.
- Carta de consentimiento autorización por parte de los usuarios, para el diligenciamiento de la encuesta (ver Anexo H).

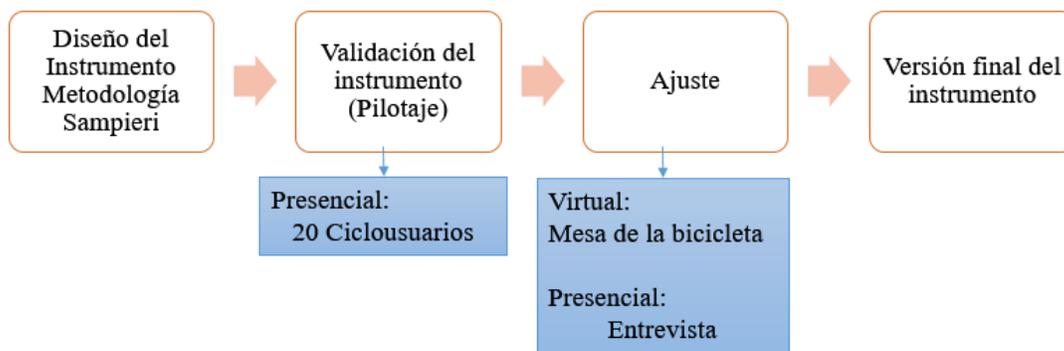


Figura 2.4. Diseño del instrumento de recolección.

Fuente: Elaboración propia.

2.4.3. Recolección de la Información

La recolección de la información se hizo mediante 384 encuestas que fueron calculadas en el diseño muestral, para identificar las necesidades de los ciclousuarios como requerimientos en el diseño de

las funcionalidades principales y secundarias de la aplicación móvil como resultado de la metodología de investigación descriptiva. Para la toma de información se seleccionan tres zonas aleatoriamente, encuestando a usuarios de bicicleta que transitan por la calle, ciclovía y colectivos urbanos de ciclistas (comunidades de ciclousuarios que se reúnen en diferentes localidades de Bogotá) (De Felipe, 2015). En este ítem se describen los puntos para aplicar las encuestas y el método para tomar la información en campo.

2.4.3.1. Zonas de recolección de la información

Las zonas para la recolección de información se seleccionaron a partir del Informe Especial 14: Ciclorutas Bogotá (Secretaría de Movilidad, 2013), es un estudio de aforo de volúmenes de bicicleta en horarios establecidos por la Secretaría Distrital de Movilidad, para el seguimiento de indicadores del uso del sistema de ciclorutas de la ciudad de Bogotá, elaborado por el Consorcio Monitoreo Tránsito y Transporte Urbano Bogotá. Con base a ese estudio se toman las mismas zonas para aplicar el instrumento de recolección de información, evaluando en las que se presenta mayor tránsito de ciclousuarios en la red de ciclorutas para el año 2013, de las seis definidas en dicho estudio realizado por la Universidad Nacional de Colombia para la Secretaría de Movilidad, se eligen las tres de mayor tránsito de ciclousuarios relacionadas en el aforo realizado, además que las zonas seleccionadas, corresponden a estratos donde el uso de la bicicleta en Bogotá es más cotidiano (Alcaldía Mayor de Bogotá, TPD Ingeniería, & Consorcio Transconsult, 2015).

La delimitación de cada zona seleccionada se observa en la Figura 2.5, estas son: Zona 4 – Suroccidente, Zona 3 – Noroccidente y Zona 2 – Norte, además permite tener una población heterogénea, esto de acuerdo con la Encuesta de Movilidad 2015 que indica que la tasa de viajes con respecto al uso de la bicicleta es diversa en al cuanto al estrato, nivel de ocupación destacando estudiantes, trabajadores y oficios varios.

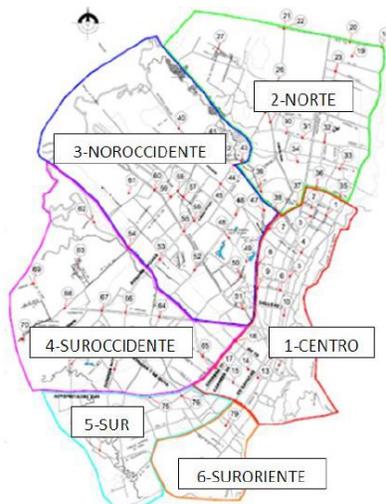


Figura 2.5. Zonificación – Estudios 2013.

Fuente: Informe Especial 14: Ciclorutas Bogotá.

Los puntos para la recolección de información, se detallan a continuación de acuerdo a las zonas seleccionadas:

Zona 4 – Suroccidente: esta zona estaba compuesta por 13 estaciones de aforo, para ello se eligieron las dos estaciones por donde transitaban la mayor cantidad de ciclousuarios de acuerdo con el informe, que corresponden a las zonas 68 y 69, donde se aplicaron un total de 128 encuestas, 64 por cada zona. En la Figura 2.6, se observa la ubicación de las estaciones y en la Tabla 2.1 se relacionan el volumen de ciclousuarios por cada zona.

Tabla 2.1. Volúmenes de bicicletas – Bogotá DC año 2013, zona 4.

Zona	Identificador en el mapa	Estación	Volumen Ciclousuarios año 2013
Zona 4	68	Estación 68 - Av. Carrera 86 por Calle 40 S	6297
Zona 4	69	Estación 69 - Carrera 96 por Av. Calle 43 S	5361

Fuente: Elaboración a partir del informe Especial 14.

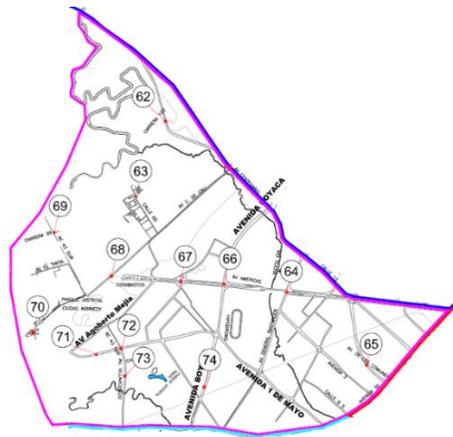


Figura 2.6. Zona 4. Estaciones de Aforo.

Fuente: Informe Especial 14 Ciclorrutas Bogotá II Semestre 2013.

Zona 3 – Noroccidente: la Figura 2.7 muestra la delimitación de esta zona. Para la recolección de información en esta zona se contó con el apoyo de dos colectivos de bicicleta de la ciudad, Fontirueda y BiciEscuela Bogotá, el contacto con ellos se realizó mediante el uso de la red social *Facebook*. Los puntos de encuentro fueron:

- ✓ Fontirueda: Maloka en uno de sus ciclopaseos habituales del día jueves a las 7pm. En este punto se aplicaron un total de 81 encuestas.
- ✓ BiciEscuela Bogotá: Diagonal 61c 27-21 contiguo al Coliseo El Campín el día tres de septiembre a las 12pm donde realizan sesiones con el fin de enseñar a montar bicicleta, de manera segura en la ciudad. En este punto de encuentro se aplicaron 47 encuestas.

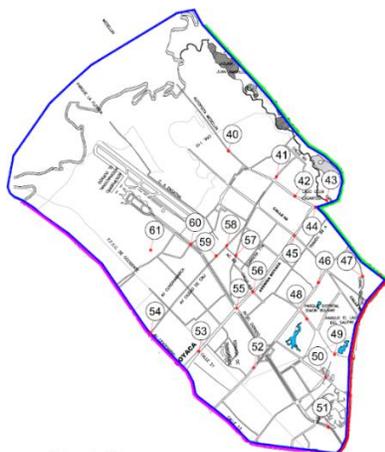


Figura 2.7. Zona 3 Estaciones de Aforo.

Fuente: Informe Especial 14 Ciclorrutas Bogotá II Semestre 2013.

Zona 2 – Norte: la delimitación de la zona se muestra en la Figura 2.9. En esta zona la información fue recopilada de la siguiente forma:

- A lo largo de la ciclovía del día domingo que va desde la carrera novena con calle 147 hasta la calle 100 con carrera séptima, donde se aplicaron un total de 70 encuestas a los ciclousuarios.
- En el BikeLab punto de encuentro de ciclistas que está ubicado en la carrera 20 con calle 78, se aplicaron un total de 16 encuestas.
- Se eligió el punto 30 de acuerdo al informe (Tabla 2.2), donde hay mayor tránsito de ciclousuarios, ubicada la estación 39 - Calle 90 por Carrera 65, se aplicaron un total de 42 encuestas.

Tabla 2.2. Volúmenes de bicicletas – Bogotá DC año 2013, zona 2.

Zona	Int	Estación	Volumen Ciclousuarios año 2013
Zona 2	30	Estación 39 - Calle 90 por Carrera 65	5131

Fuente: Elaboración a partir del informe Especial 14.

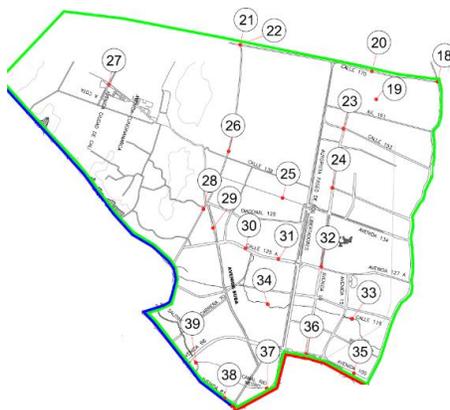


Figura 2.8. Zona 3 Estaciones de Aforo.

Fuente: Informe Especial 14 Ciclorrutas Bogotá II Semestre 2013.

En la Figura 2.9, se muestra la ubicación de los puntos de recolección de la información donde se aplicaron las encuestas en la ciudad de Bogotá.

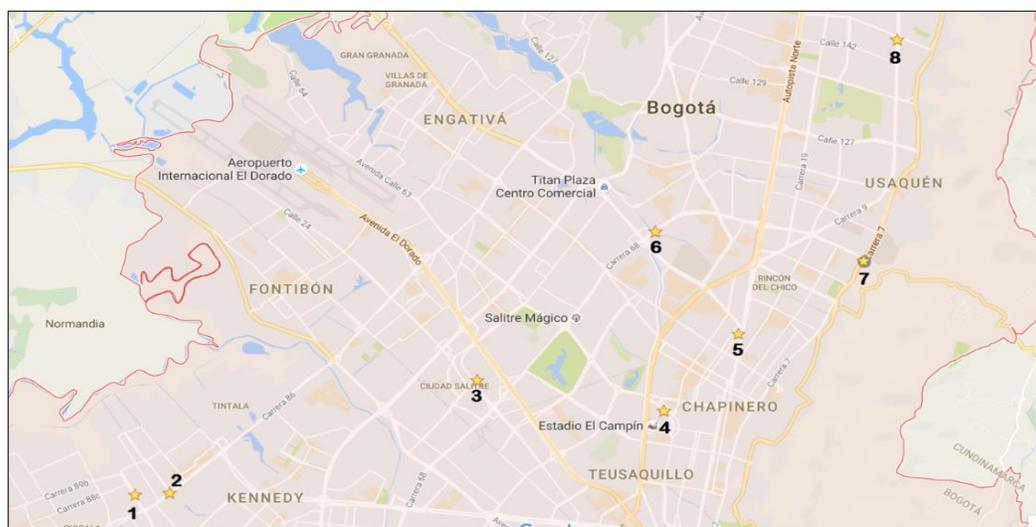


Figura 2.9. Ubicación de los puntos de toma de información.

Fuente: Elaboración propia.

La ubicación de los puntos donde se realizó la recolección de información, se detalla en Tabla 2.3 resume la cantidad de encuestas aplicadas por cada zona y la ubicación de cada punto, el total de encuestas aplicadas está relacionada con el diseño muestral realizado.

Tabla 2.3. Relación de puntos de recolección de información.

Zona	Punto	Clasificación	Ubicación	Número de encuestas
4	1	Punto Aforo	Estación 69 - Carrera 96 por Av. Calle 43S	64
4	2	Punto Aforo	Estación 68 - Av. Carrera 86 por Calle 40S	64
3	3	Colectivo bicicleta	Fontirueda: Maloka	81
3	4	Colectivo bicicleta	BiciEscuela: Diagonal 61c 27-21 contigüo al Coliseo El Campín	47
2	5	Punto de encuentro ciclistas	BikeLab: carrera 20 con calle 78	16
2	6	Punto Aforo	Estación 39 - Calle 90 por Carrera 65	42
2	7	Ciclovía	Punto de inicio ciclovía carrera novena con calle 147	70

Zona	Punto	Clasificación	Ubicación	Número de encuestas
2	8	Ciclovía	Punto de fin ciclovía calle 100 con carrera séptima	
Total Encuestas				384

Fuente: Elaboración propia.

Con respecto a la recolección de información realizada en los puntos de aforo, se debe tener en cuenta que son puntos específicos y representan estaciones maestras definidos por la Secretaría Distrital de Movilidad y no corresponde a toda la población de ciclousuarios de la ciudad de Bogotá, porque son puntos de toma de información (Tabla 2.1 y Tabla 2.2) y es el número de usuarios de bicicleta que pasan por un punto determinado en el tiempo.

Los puntos uno, dos y seis, indicados en la Tabla 2.3, se seleccionaron de acuerdo al Informe Especial 14: Ciclorutas Bogotá (Secretaría de Movilidad, 2013), porque mostraban la mayor cantidad de ciclousuarios que transitaban por esos puntos, pero debido a que los usuarios fueron difíciles de encuestar puesto que iban en movimiento y muchos de ellos no se detenían, se decidió aplicar encuestas a los colectivos de bicicletas, punto de encuentro de ciclistas y en la ciclovía, lugares en donde hay mayor concentración de ciclistas.

2.4.3.2. Método para la toma de información en campo

La recolección de información se llevó a cabo en los fines de semana de los meses de agosto y septiembre del 2016, aplicando la encuesta los fines de semana y días de reunión de los miembros pertenecientes a colectivos de la bicicleta. Para la aplicación de la encuesta definitiva en el caso de los colectivos de bicicleta (FontiRueda y BiciEscuela), estos fueron contactados por la red social Facebook, con el fin de solicitar el apoyo para aplicar las encuestas. Se asistieron a dos reuniones, en las que se les indicó a los ciclousuarios el objetivo de realizar la encuesta y la forma de diligenciarla.

Con respecto a los transeúntes y personas asistentes a la ciclovía del domingo, estos fueron abordados en la calle, solicitando colaboración para completar la encuesta. En el punto de encuentro del BikeLab se dejaron los formatos a diligenciar durante una semana, junto con la carta de autorización expedida por el coordinador de la Maestría.

A cada usuario encuestado se le entregó un formato con las preguntas, un esfero, una planillera y la carta de consentimiento. Además, se les leyó la carta de autorización de la universidad. Lo anterior, se puede apreciar en las siguientes figuras:



Figura 2.10. Recolección de Información
BiciEscuela Bogotá.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 2.11. Recolección de Información
BikeLab.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 2.12. Recolección de Información.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 2.13. Recolección de Información
ciclovía.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 2.14. Recolección de Información.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 2.15. Recolección de Información

FontiRueda.

Fuente: Elaboración propia.

El proceso para la recolección de información se muestra en la Figura 2.16

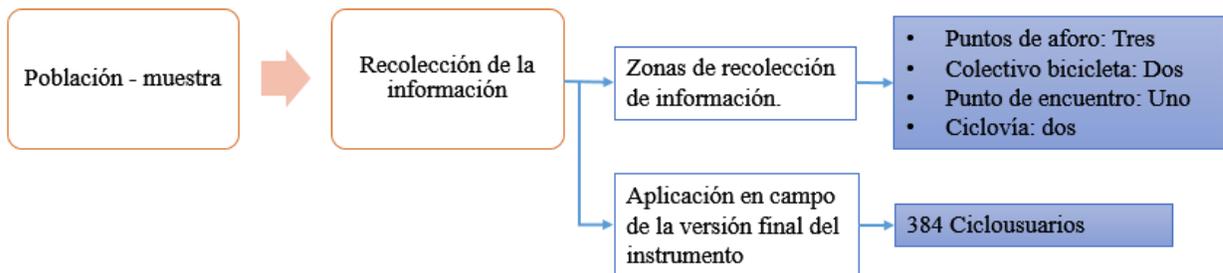


Figura 2.16. Recolección de la información.

Fuente: Elaboración propia.

2.4.4. Análisis de datos de la encuesta

Una vez recolectada la información en campo, se digitó y organizó con el fin de tener datos concisos y de fácil manejo para ser usados en la caracterización de los encuestados, e identificar las funcionalidades de la aplicación.

En este apartado se realiza un análisis de la ruta más frecuentada por los encuestados para desarrollar las pruebas en campo de la aplicación programa y las respuestas obtenidas a las preguntas enfocadas al diseño de la aplicación.

2.4.4.1. *Análisis de los datos*

De la muestra poblacional, se tiene que los 384 usuarios encuestados, el 77% son hombres y el 23% las mujeres, esto indica que la tendencia de género de ciclousuarios predominan los hombres, lo anterior coincide con la Encuesta de Movilidad 2015 (Alcaldía Mayor de Bogotá, TPD Ingeniería, & Consorcio Transconsult, 2015) donde indica que la relación de uso de la bicicleta en mujeres es menor a los hombres (Figura 2.17). Estos datos son relevantes para la investigación, ya que permiten evidenciar que no se parcializó la encuesta a un solo tipo de género, por ende, el desarrollo de la aplicación la beneficiaría en la medida que cada uno haga uso de la bicicleta y de la herramienta.

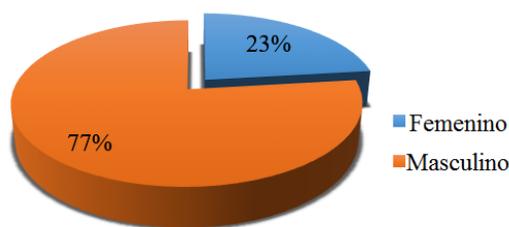


Figura 2.17. Distribución de la población por género.

Fuente: Elaboración propia.

En los puntos de estudio de las zonas elegidas, predomina con respecto al uso de la bicicleta personas jóvenes, la cual corresponde al 78% de los encuestados es menor de 30 años, donde 30% están entre edades de los 10 a 20 años y el 48% oscila entre los 21 a 30 años de edad. Esta población hace más uso de la bicicleta (Alcaldía Mayor de Bogotá, TPD Ingeniería, & Consorcio Transconsult, 2015) y son más receptivos al uso de nuevas tecnologías ya que de acuerdo a un estudio realizado por MinTic (MinTic, Estadísticas de uso de móviles en Colombia, 2015) el 45% de personas entre edades de los 18 a 24 años hacen uso de las tecnologías (Figura 2.18). Para el desarrollo de la aplicación es muy benéfico que las nuevas generaciones sean más receptivas al uso de entornos tecnológicos, pues esto potencia el uso de la herramienta y va a tener un impacto mayor con respecto a la promoción de la bicicleta.

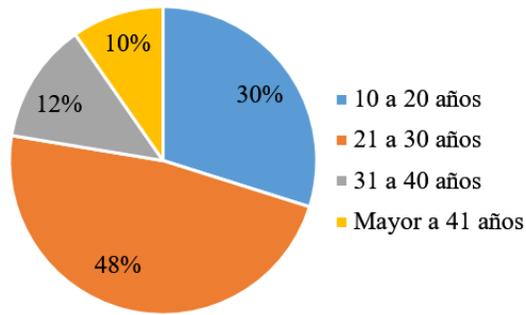


Figura 2.18. Distribución de la población por grupos de edad.

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a nivel de formación la mayoría de los encuestados (36%) dicen estar estudiando o haber terminado su bachillerato, le siguen encuestados en proceso de formación de pregrado o ya graduados (24%). El resto de la distribución por nivel de estudio se puede ver en la Figura 2.19. De esto se concluye que la gran mayoría de encuestados tienen algún tipo de estudio, que puede llevar a entender la aplicación, su uso, sus ventajas y el impacto que tiene en la sociedad en general de manera más fácil y rápida, incentivando así el uso de sistemas alternos de transporte como la bicicleta.

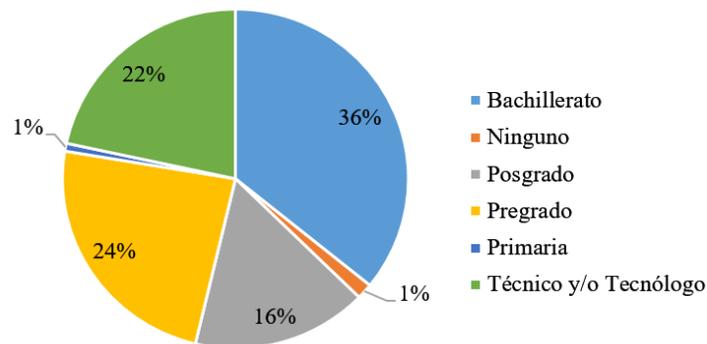


Figura 2.19. Distribución de la población por nivel de estudio.

Fuente: Elaboración propia.

Respecto al nivel de ocupación, se tiene que de los 384 ciclousuarios encuestados, 138 son empleados los que representan el 36% del total de la población encuestada, 122 son estudiantes equivalentes al 32%, seguidos de 96 usuarios que son independientes correspondiendo al 25% y los

28 encuestados restantes, es decir, el 7% son desempleados, jubilados o tienen otra ocupación. Ver Figura 2.20.

Con la información anterior se tiene una clara visión que la aplicación ayudara a la movilidad de diferentes personas, en distintos ambientes, bien sea para movilizarse para el trabajo, universidad, colegio, etc. Lo que lleva a ver la diversidad del entorno en donde puede aplicarse la herramienta desarrollada y la acogida que puede llegar a tener.

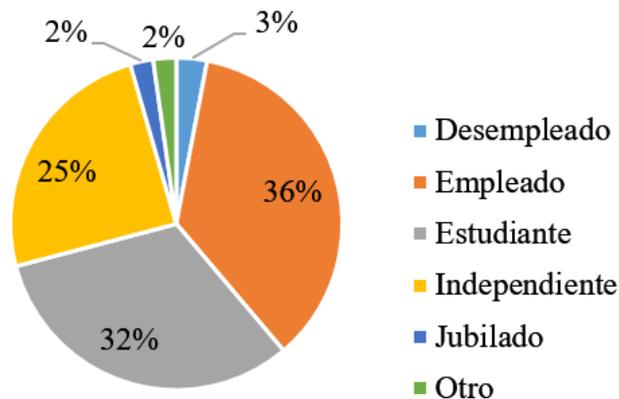


Figura 2.20. Distribución de la población por ocupación.

Fuente: Elaboración propia.

Se observa que los encuestados optan por el uso la bicicleta como medio de transporte para ir a trabajar o a estudiar y trae consigo ventajas como la reducción del tiempo de desplazamiento de un punto a otro, mejora la salud por actividad física, descontaminación auditiva y economía en costos de desplazamiento; además contribuye con el mejoramiento de la calidad de vida porque se reducen la emisión de gases tóxicos generados por combustibles y las personas son más felices, esto de acuerdo a un ensayo realizado por el Instituto de Estudios y Servicios Ambientales de la Universidad Sergio Arboleda (IDEASA, 2014).

- **Ruta más frecuentada**

El objetivo de preguntar la ruta más frecuentes es inferir el punto origen y punto destino, con esta información se realizarán las pruebas de la aplicación, ya que indica la ruta más transitada por los ciclousuarios y así validar el funcionamiento; esto define el comportamiento de los usuarios al momento de elegir una ruta para su desplazamiento dentro de la ciudad.

El punto origen más usado para el inicio de una ruta corresponde a la localidad de Fontibón, con 61 ciclousuarios de los 384 encuestados, seguido de la localidad de Suba con 54 y Teusaquillo con 50 usuarios; este resultado se observa en la Figura 2.21.

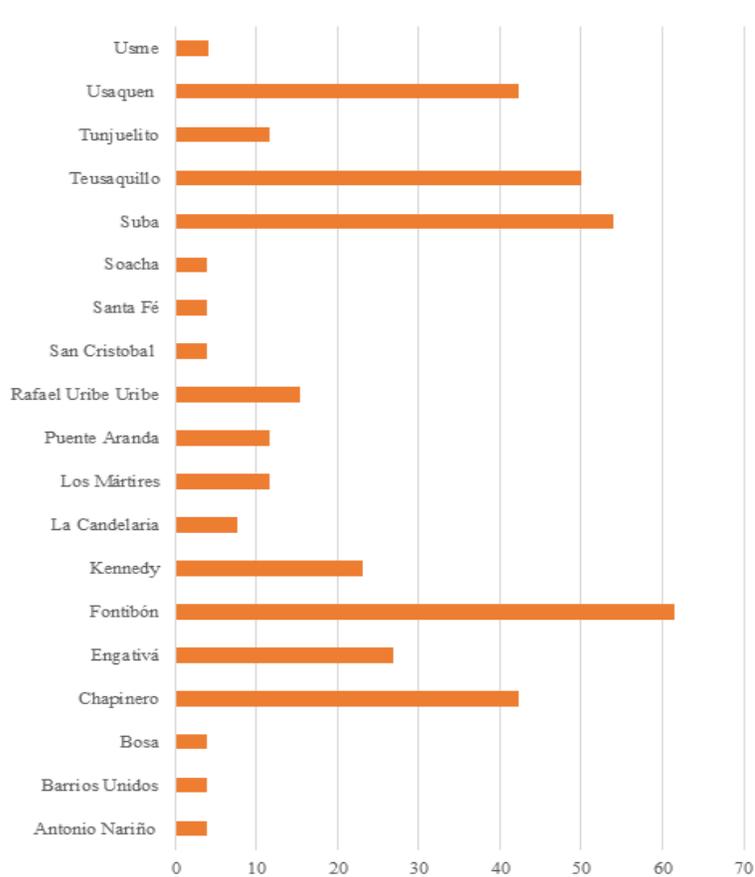


Figura 2.21. Distribución de la población por punto origen ruta.

Fuente: Elaboración propia.

El punto destino más usado como fin de ruta corresponde a la localidad de Chapinero con 69 ciclousuarios de los 384 encuestados, seguido de la localidad de Usaquén con 65 y Teusaquillo con 61 usuarios, esta tendencia en el destino corresponde a que la mayoría de los encuestados se desplazan

a su lugar de estudio o trabajo, las cuales se encuentran en dichas localidades; la tabulación de los resultados se ve en la Figura 2.22.

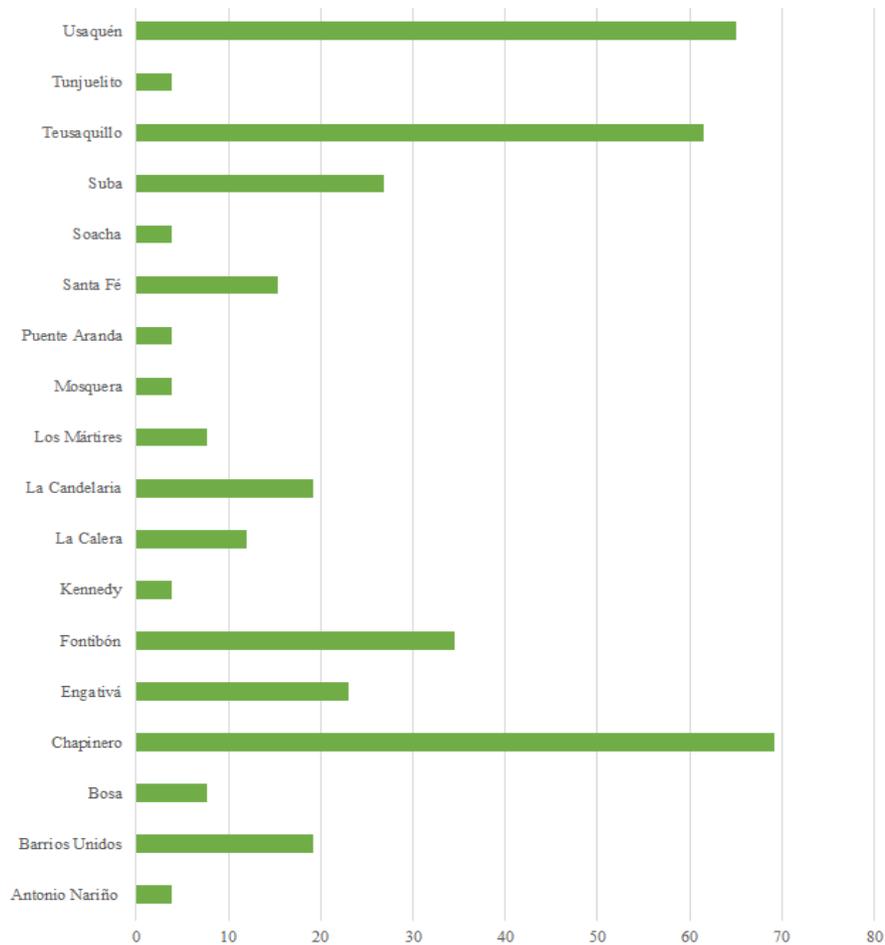


Figura 2.22. Distribución de la población por punto destino ruta.

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se realiza el análisis de los resultados de las preguntas referentes al diseño de la aplicación móvil para los ciclousuarios; se plantearon siete preguntas (P) que fueron codificadas desde uno hasta siete (P1-P7).

P1. ¿Cuál es la frecuencia de uso de las ciclorutas en la semana?

Dado que el 80% de los encuestados dicen usar la cicloruta por lo menos una vez en la semana, se considera confiable la información para el diseño de la aplicación; también podría garantizar su uso en un futuro.

El 20% de los encuestados dicen NO hacer uso de las ciclorutas, esto puede ser porque se deben considerar aspectos como el mejoramiento de la infraestructura vial, la seguridad en las ciclorutas y la limitación de espacios acondicionados para los ciclousuarios (Alcaldía Mayor de Santa Fe de Bogotá & Instituto de Desarrollo Urbano, 2006), esto coincide con las razones del no uso de la bicicleta expuestas en la Encuesta de Movilidad del 2015, en la que el 10% de los encuestados indican el no uso de la bicicleta por la inadecuada infraestructura vial. La aplicación ayudaría a conocer cuáles son los aspectos negativos y de interés por parte de los usuarios, mediante reportes que permiten identificarlos, de modo que contribuye a generar una base para las entidades competentes y puedan entrar a evaluar este tipo de temas para promover e incentivar el uso de la bicicleta. En la Figura 2.23 se evidencia la distribución por uso de las ciclorutas en la encuesta realizada.

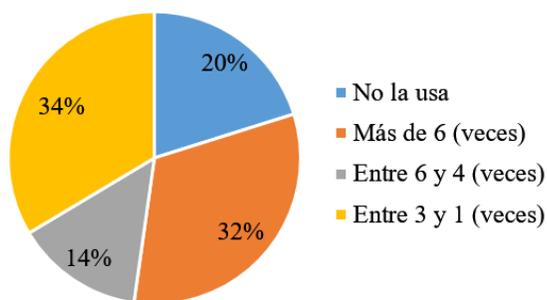


Figura 2.23. Uso de la cicloruta.

Fuente: Elaboración propia.

P2. ¿Usa un teléfono celular con aplicaciones para Android?

El 81% de los encuestados contestaron que SI usan aplicaciones en su teléfono móvil con sistema operativo *Android* (ver Figura 2.24), lo anterior indica que la aplicación diseñada probablemente en un futuro sería descargada del *Play Store*, dado que es una posible oportunidad de negocio, con previa investigación al respecto y además de ser una motivación para seguir adelante en el desarrollo de este trabajo.

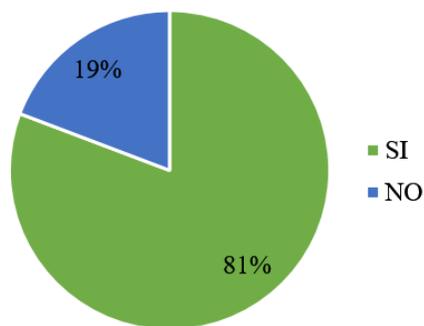


Figura 2.24. Uso teléfono aplicaciones *Android*.

Fuente: Elaboración propia.

P3. ¿Conoce y/o usa alguna de estas aplicaciones para teléfono celular que ayude a los usuarios de bicicleta?

Se recibieron 225 respuestas que indica el no conocimiento ni uso de una aplicación para usuarios de bicicleta, esto puede deberse a la falta de interés por parte de los usuarios o porque no lo ven necesario, la finalidad de esta pregunta es detectar aplicaciones a nivel nacional que usen los usuarios para incluirla en el análisis de aplicaciones en el contexto nacional. La aplicación más conocida es Strava con 56 respuestas y está enfocada a registrar el entrenamiento en bicicleta donde se realiza el seguimiento y análisis de estos, puede ser que a los usuarios de bicicleta el interés se basa en registrar su actividad deportiva. Con respecto a las aplicaciones de enrutamiento para usuarios de bicicleta, la más conocida es Bicimapa con 35 respuestas seguida por Mejor en bici y Ride the City con igual cantidad de respuestas (12 por cada una).

La aplicación busca la integración de diferentes aspectos relevante que tienen otras aplicaciones que actualmente se comercializan, además que la herramienta desarrollada busca la integración de características en una sola y está enfocada a la movilidad dentro de la ciudad de Bogotá y no al ejercicio. En la Figura 2.25 se relacionan la cantidad de respuestas recibidas con respecto a las aplicaciones usadas y/o conocidas. En la opción de otras los usuarios mencionaron aplicaciones como Biko (aplicación que da recompensa a los usuarios por cada kilómetro recorrido), *Runtastic* (aplicación orientada al ciclismo de ruta) y *google maps* (aplicación para la navegación GPS que muestra información sobre tráfico y transporte público).

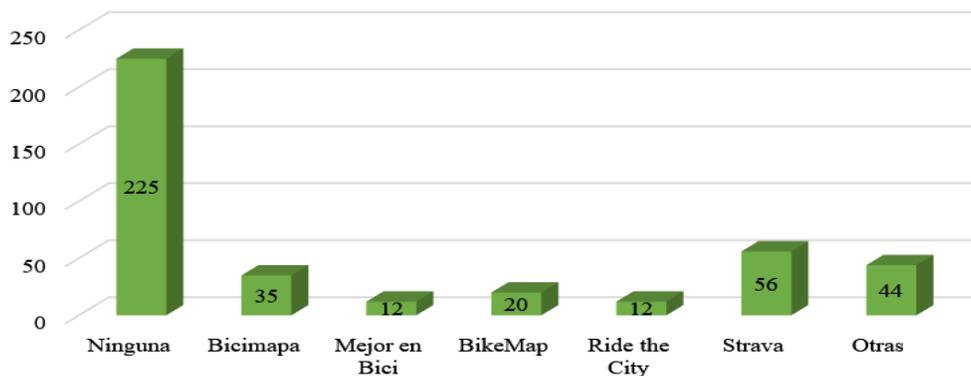


Figura 2.25. Conocimiento y/o uso de aplicaciones para usuarios de bicicleta.

Fuente: Elaboración propia.

P4. De contar con una aplicación para teléfono celular para usuarios de bicicleta en Bogotá, ¿Qué información sería de mayor interés para usted?

Dentro de la mayor información de interés para incluir en la aplicación corresponde a talleres de reparación de bicicletas con 284 respuestas, seguido de biciparqueaderos con 244 respuestas. La información de menor interés son las farmacias y los puntos de recreación y deporte. Para que los usuarios tengan esta información se incluirá en la aplicación la opción de agregar puntos de interés, en la que encontrarán las opciones de mayor número de respuestas que se muestra en la Figura 2.26.

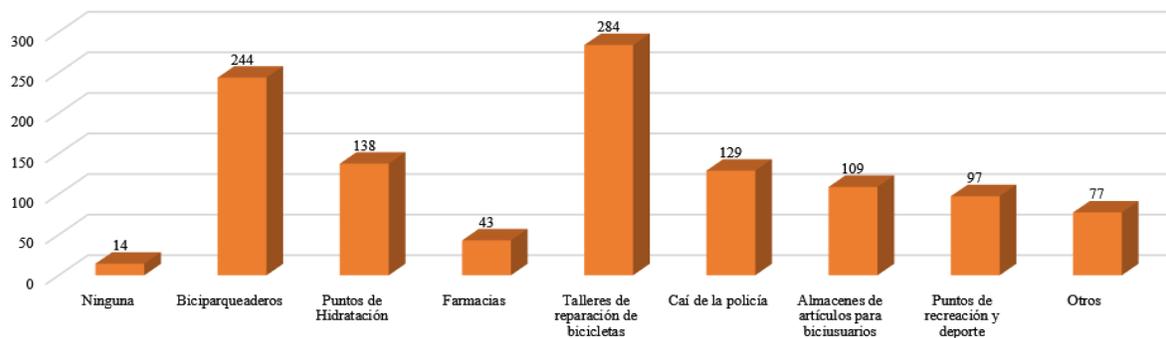


Figura 2.26. Información de mayor interés para los usuarios de bicicleta.

Fuente: Elaboración propia

P5. Los conocimientos que tiene como bicusuario son importantes, por este motivo me gustaría saber si: ¿Estaría dispuesto a enviar información para alimentar y mantener la aplicación actualizada?

De los 384 usuarios a los que se les aplicó la encuesta se recibieron un total de 370 respuestas con una tendencia al SI con 298 respuestas, esto garantiza la ayuda de los usuarios con la información actualizada en la aplicación, por ejemplo, el estado de una cicloruta, bicicarril y/o a incluir puntos de interés, esto permitirá que la aplicación fortalezca la comunidad de ciclousuarios y brindaría un espacio para que los usuarios interesados obtengan información actualizada referente a este tema.

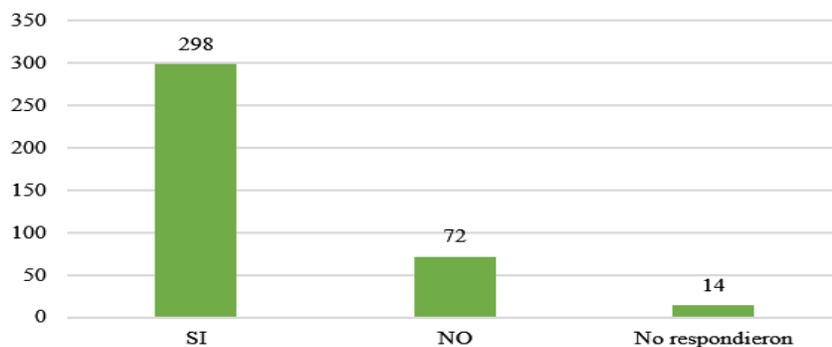


Figura 2.27. Alimentar y mantener la aplicación actualizada.

Fuente: Elaboración propia

P6. ¿Qué funcionalidades y/o características adicionales le gustaría que tuviera la aplicación para usuarios de bicicleta en su teléfono celular?

Se recibieron un total de 633 respuestas, las funcionalidades adicionales que les gustaría a los usuarios es saber el estado de la cicloruta con 203 respuestas, seguido de eventos para ciclousuarios con 152 respuestas, historial de tiempo de las rutas realizadas con 120 respuestas dentro de la opción otros con 40 respuestas se destacan el estado del clima de una localidad de la ciudad a otra, lugares peligrosos, chat entre usuarios de la aplicación y medir distancia, estas funcionalidades podrían ser incluidas en mejoras futuras a la aplicación. Las funcionalidades que se incluirán en la aplicación móvil son: calificar el estado de la cicloruta, guardar el historial de tiempo de la ruta realizada e información de los eventos para ciclousuarios. La Figura 2.28 muestra los resultados de la tabulación realizada.

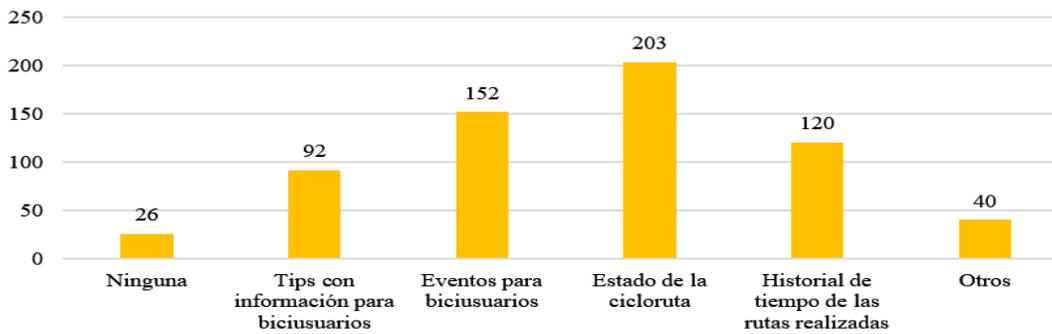


Figura 2.28. Funcionalidades y/o características adicionales.

Fuente: Elaboración propia.

P7. ¿Cuáles serían sus preocupaciones con respecto al uso de una aplicación que lo beneficie como bicisuario?

En la Figura 2.29 se muestran las principales preocupaciones referidas por ciclousuarios corresponde a consumo de datos y batería estas podrían ser consideradas como mejoras para hacer a la aplicación, ya que se escapa a los objetivos del proyecto, para mitigar esto se darán unos trucos (tips) referentes a estos temas.

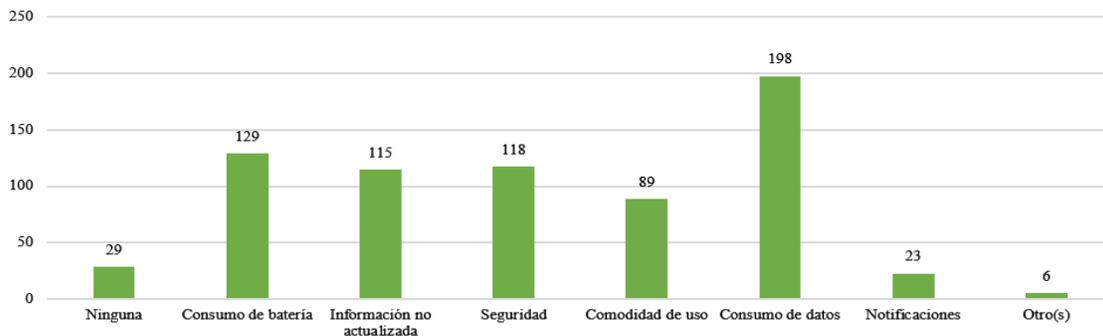


Figura 2.29. Preocupaciones de los usuarios al momento de usar la aplicación.

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 2.4. Se resumen los principales aspectos de acuerdo al análisis realizado con respecto a las respuestas de las preguntas, con el fin de dimensionar las características de la aplicación móvil.

Tabla 2.4. Aspectos de la aplicación.

Código Pregunta(s)	Descripción
P1	Promover e incentivar el uso de la bicicleta.
P2	Oportunidad de negocio para que la aplicación sea incluida en un futuro en la tienda de aplicaciones (<i>Play Store</i>).
P3	Integración de funcionalidades en una sola aplicación móvil, enfocada a la movilidad de los ciclousuarios.
P4 – P6	Incluir puntos de interés, clasificados de acuerdo a la necesidad del usuario.
P6	Historial de tiempo de rutas realizadas corresponde a un elemento adicional, ya que contribuye a guardar records por trayecto, podría ayudar para identificar la ruta más corta en cuanto a comparar información del tiempo gastado en un recorrido realizado por el usuario.
P4	Alimentar la aplicación con talleres de reparación de bicicleta y la ubicación de cicloparqueaderos cercanos a la posición actual del usuario.
P5	Debido a que los usuarios estarían dispuestos a enviar información a la aplicación se sabría el estado de la cicloruta, por ejemplo, el estado del pavimento o señalización, adicional a esto una de las características más importantes para los usuarios es el estado de la cicloruta la cual corresponde a la pregunta P6.
P7	Interfaz agradable, información actualizada e integración de las funcionalidades en la aplicación corresponden al valor agregado con respecto a otras aplicaciones.

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de la recopilación de información.

La fase uno y dos corresponden a la toma e identificación de los requisitos tanto funcionales como no funcionales, dentro de los no funcionales se destacan aspectos relacionados al uso, en cuanto al momento para usar la aplicación y el tipo de usuario en este caso los ciclousuarios. Los requerimientos obtenidos hacen parte de las necesidades de los ciclousuarios que pretenden ser solucionadas con tecnología móvil. Una vez se identificaron los requerimientos que debe tener la aplicación móvil para ciclousuarios, se procedió a clasificarlos; esto corresponde al punto de partida para la fase tres y fase cuatro.

2.5. Fase tres

La fase tres corresponde a la integración de las necesidades de los ciclousuarios y el estado del arte como requerimientos para el diseño de la arquitectura, desarrollo, programación e implementación de la aplicación móvil. En la Tabla 2.5 se listan los requerimientos finales que se tienen en cuenta en el desarrollo respectivo.

Tabla 2.5. Requerimientos Identificados.

Requerimientos Identificados (RI)		
Código	Nombre Requerimiento	Descripción
RI – 001	Portabilidad	La aplicación debe ser instalada en cualquier dispositivo móvil con Sistema Operativo <i>Android</i> .
RI – 002	Localización	La aplicación debe mostrar la localización en un mapa de la ciudad de Bogotá del usuario.
RI – 003	Actualización	La aplicación debe tener la información de ubicación de ciclorutas en andén y calzada dentro de la ciudad de Bogotá.
RI – 004	Interfaz Gráfica	La aplicación debe ser amigable al usuario y de fácil uso.
RI – 005	Seguridad	La aplicación debe tener autenticación de usuarios mediante el uso de contraseña.
RI – 006	Localización	La aplicación trazará el trayecto para llegar de un punto origen a un punto destino
RI – 007	Localización	La aplicación mostrará los cicloparqueaderos y talleres de reparación de bicicletas.
RI – 008	Actualización	La aplicación debe mantener actualizados la información del estado de la cicloruta.
RI – 009	Historial	La aplicación debe contar con un historial de las rutas realizadas.
RI – 010	Puntos de interés	La aplicación tendrá la opción de guardar nuevos puntos de interés que son de carácter público o privado como puntos de hidratación, café de policía, talleres de reparación de bicicleta, entre otros.
RI – 011	Notificaciones	La aplicación dará a los usuarios información sobre eventos para ciclousuarios y algunos Tips adicionales.

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de la recopilación de información.

En la Tabla 2.6 se documentan las características finales obtenidas a partir de lo concluido en las fases 1 y 2 para el diseño, programación e implementación de la aplicación móvil; en la que se indica el nombre de cada funcionalidad con la descripción respectiva.

Tabla 2.6. Funcionalidades de la aplicación.

Funcionalidades	Descripción
Trazado de la ruta incluyendo la red de ciclorutas	La funcionalidad principal corresponde a mediante la ubicación de un punto de inicio (origen) y un punto final (destino) en el mapa por parte del usuario, que la aplicación trace la ruta más corta teniendo como prioridad las vías para ciclistas.
Ubicación de cicloparqueaderos	De acuerdo a la posición actual del usuario si el usuario lo desea tendrá la opción que en la aplicación se ubique el cicloparqueadero más cercano.
Puntos de interés	El usuario tiene la opción de guardar puntos específicos que son visualizados en <i>Google Maps</i> , esto lo hace mediante el ingreso de un nombre y descripción. La visualización aparece mediante un ícono que el usuario elige de una lista.

Funcionalidades	Descripción
Guarda el historial de las rutas transitadas	El usuario guardará el historial de las rutas transitadas con la opción de tiempo y distancia.
Ubicación de los talleres de reparación de bicicletas	Mediante los puntos de interés el usuario incluirá los talleres de reparación de bicicletas.
Reporta el estado de la Cicloruta	El estado de la cicloruta podrá ser reportado por los usuarios teniendo en cuenta el estado de la infraestructura, el cual será validado por otros usuarios antes de ser público en la aplicación, para ello se dará una calificación promedio.
Información integrada en una sola aplicación	Las funcionalidades estarán integradas en una sola interfaz, amigable, intuitiva y de fácil uso.

Fuente: Elaboración propia.

Una vez se identificaron las funcionalidades se procedió al diseño de la arquitectura de la aplicación, programación de la lógica en el servidor y dispositivo móvil, para ello se siguió la estructura de la Figura 2.30, que indica los cinco pasos para la programación de la aplicación, primero se inició por crear el proyecto en *Django*, seguido de crear la base de datos en *PostgreSQL*, luego se cargó la información de las rutas que están contenidas en los shapefiles (formato de almacenamiento de datos vectoriales de Esri para almacenar la ubicación, la forma y los atributos de las entidades geográficas. Se almacena como un conjunto de archivos relacionados y contiene una clase de entidad) que corresponden a los archivos de almacenamiento de la información de las ciclorutas y bicisarriles al complemento de la base de datos *PostGIS*, en seguida se inició con la programación de la lógica y desarrollo del administrador *web* y por último la programación del servicio *web* para la conexión con *Android*. Paralelo a los cinco pasos anteriores se realizó el desarrollo de la aplicación móvil para el sistema operativo *Android*.

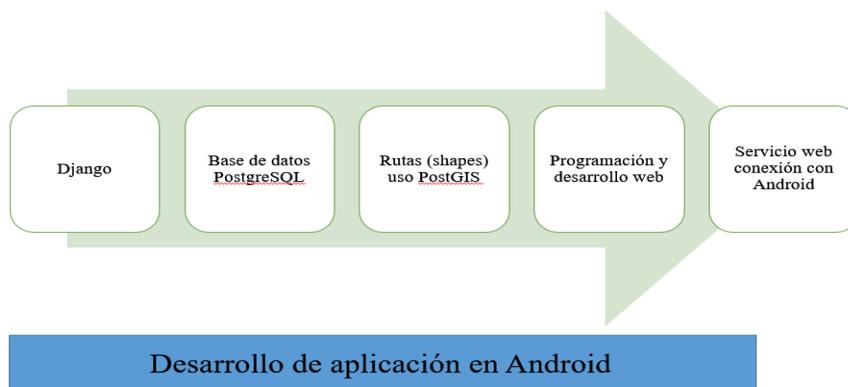


Figura 2.30. Estructura de programación aplicación móvil.

Fuente: Elaboración propia.

2.6. Fase cuatro

Para la validación de la metodología resultante se diseñó un protocolo de pruebas de las funcionalidades de la aplicación. Se realizó una tabla que resume el resultado obtenido, indicando si la prueba fue correcta o no, evaluando las condiciones y un flujo para comprobar el funcionamiento de los requerimientos identificados en las fases uno y dos del presente proyecto. Esto permitió concluir si el desarrollo de la aplicación cumplió con los objetivos planteados en cuanto a comprobar la metodología planteada. La validación de la aplicación se realizó en campo, con la instalación del archivo. apk en teléfonos smartphone. En la Figura 2.31 se muestra el proceso realizado para los ajustes del producto obtenido como resultado de la metodología implementada.



Figura 2.31. Estructura de validación.

Fuente: Elaboración propia.

Por último, se realizó el registro de propiedad intelectual en la Dirección Nacional de Derecho de Autor, de la Unidad Administrativa Especial del Ministerio del Interior, a través de la página *web* <http://derechodeautor.gov.co/>, el cual quedo radicado con el número:1-2016-94201. Ver Anexo N. Adicional a lo anterior se envió un artículo para publicación a la Revista DYNA Universidad Nacional Medellín. Ver Anexo O.

En los siguientes capítulos se detallan las fases tres y cuatro, que corresponden a las tareas de diseño desarrollo, pruebas de funcionamiento y entrega, de la metodología ágil implementada. La aplicación móvil como producto resultado de la metodología de la investigación exploratoria y descriptiva, no está orientado a medir el rendimiento de la metodología en función de otras

metodologías existentes, ni medir el impacto sobre la comunidad de ciclousuarios, presenta las funcionalidades programadas a partir de la revisión del estado del arte y la recolección de la información, que corresponden a los requerimientos planteados en la fase uno y dos; brindar información específica integrada en una sola herramienta móvil.

Capítulo 3

3. Diseño, programación e implementación de la aplicación móvil

En este capítulo se presenta el diseño y plasman los diagramas, esquemas que integran los aspectos funcionales y técnicos, en cuanto a la definición de escenarios, estructura del software mediante diagramas de modelado de lenguaje unificado (*Unified Modeling Language UML*). Se detalla la arquitectura y programación de la aplicación para los ciclistas de la ciudad de Bogotá, la cual corresponde al producto obtenido de la metodología aplicada, denominado BICO (Bicicletas Colombia), mediante el uso del modelo de las 4+1 vistas (Phillipe, 1995). Este representa el diseño y la arquitectura de un sistema de software, explicando cada una de las vistas y las condiciones existentes en los componentes del proyecto. Así mismo, se dan a conocer algunos conceptos generales sobre la plataforma *Android*, *PostGis*, *Django* y las herramientas principales usadas para el desarrollo de la aplicación móvil. Con respecto al código fuente ver Anexo M.

3.1. Diseño: Modelo 4+1 Vistas

La arquitectura de la estructura del software es difícil de capturar en un solo modelo o diagrama, por ello se representan aspectos y características de esta en diferentes vistas. Según Kruchten (1995, p. 2) una vista es definida como: “una presentación de un modelo, la cual es una descripción completa de un sistema desde una perspectiva particular”. En el modelo se definen 4 vistas principales:

- ✓ *Vista lógica (Logic View)*: muestra los componentes principales de diseño y sus relaciones independiente al detalle técnico y cómo será implementada la funcionalidad en la plataforma respectiva (modelo de objetos, clases, entidad – relación, etc) (Phillipe, 1995).
- ✓ *Vista de desarrollo o implementación (Development View)*: describe cómo se implementan los componentes físicos mostrados en la vista física. Según Phillipe, esta vista se agrupa por subsistemas organizados en capas y jerarquías, además de la dependencia entre éstos (librerías, componentes, .ear, .jar, etc) (Phillipe, 1995).

- ✓ *Vista de proceso (Process View)*: corresponde a los requisitos no funcionales como disponibilidad, desempeño y tolerancia a fallos, es decir, describe los procesos del sistema y como estos se comunican (modelo de concurrencia y sincronización) (Phillipe, 1995).
- ✓ *Vista de física o de despliegue (Physical View)*: Los elementos definidos en la vista lógica se “mapean” a componentes de software (servicios, procesos) o de hardware que definen como se ejecutará la aplicación (modelo de correspondencia software – hardware) (Phillipe, 1995).

La vista “+1” está formada por las necesidades funcionales que cubre el sistema, denominada como “casos de uso o escenarios”.

- ✓ *Vistas de caso de uso o escenarios*: corresponde a la consolidación de las vistas (lógica, de desarrollo, de proceso y física), que usa un conjunto de pequeños escenarios que permiten identificar las funcionalidades del software diseñado (Phillipe, 1995).



Figura 3.1. Modelo más “4+1” vistas.

Fuente: Elaboración propia elaborado a partir de Kruchten.

En los siguientes apartados se detallan cada una de las vistas y las herramientas usadas en la implementación para el desarrollo de la aplicación móvil.

3.1.1. Vista lógica

La aplicación móvil está compuesta por cuatro partes: *Ubuntu Server*, dispositivo móvil, administrador *web* y el Api de *Google Maps*, en la Figura 3.2 se muestra el administrador *web*, el subsistema denominado dispositivo móvil, que está conformado por el *smartphone*, la aplicación móvil, y la base de datos *SQLite* y el subsistema nombrado *Ubuntu Server*, compuesto por servidor, la base de datos *PostgreSQL* con el complemento para datos geográficos *PostGIS* y el framework *Django* en el que se encuentra la lógica de programación para el servidor *web*, cálculo de rutas y comunicación con la base de datos; posteriormente se especifica el tipo de arquitectura y el modelo entidad – relación (modelo de datos del sistema y sus interrelaciones) implementado tanto en el servidor como en el cliente.

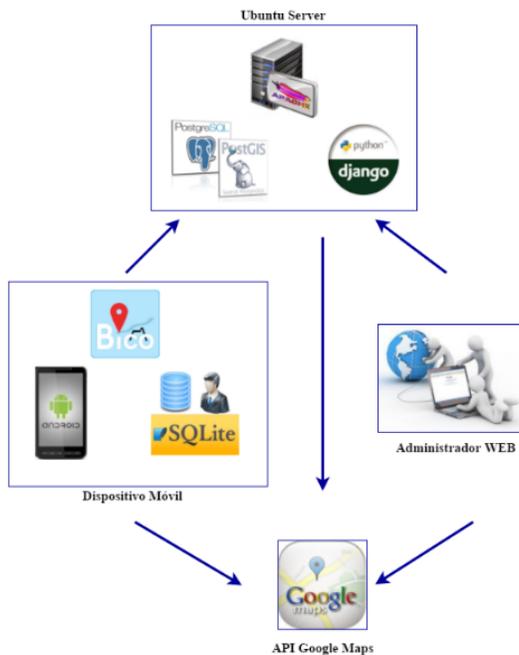


Figura 3.2 Estructura general de la aplicación.

Fuente: Elaboración propia.

El sistema de información planteado en este proyecto está diseñado con arquitectura cliente – servidor, donde el servidor contiene la base de datos y la aplicación en *Django* que administra y ofrece información al cliente “aplicación móvil” sobre rutas, cicloparqueaderos, puntos de interés, entre otros; por otro lado, el administrador *web* cumple el rol de cliente dentro del sistema.

Para lograr la funcionalidad principal de la aplicación móvil que consiste en el trazado de la ruta, incluyendo la red de ciclorutas y bicicarriles, usa los servicios *web* de terceros, en este caso *Google Maps API v3.0*.

El administrador *web* y el dispositivo móvil hacen peticiones y transacciones al servidor; para atenderlas, el servidor se conecta con la aplicación en *Django*, en él se ejecutan los algoritmos y las conexiones con la base de datos *PostgreSQL*. La información almacenada está relacionada con la red de ciclorutas y bicicarriles de la ciudad de Bogotá y demás datos propios del sistema. *Google Maps* brinda la información para el cálculo de algunas rutas a *Django* y presenta los mapas base a la aplicación móvil y al cliente *web*, lo anterior se aprecia en la Figura 3.3.

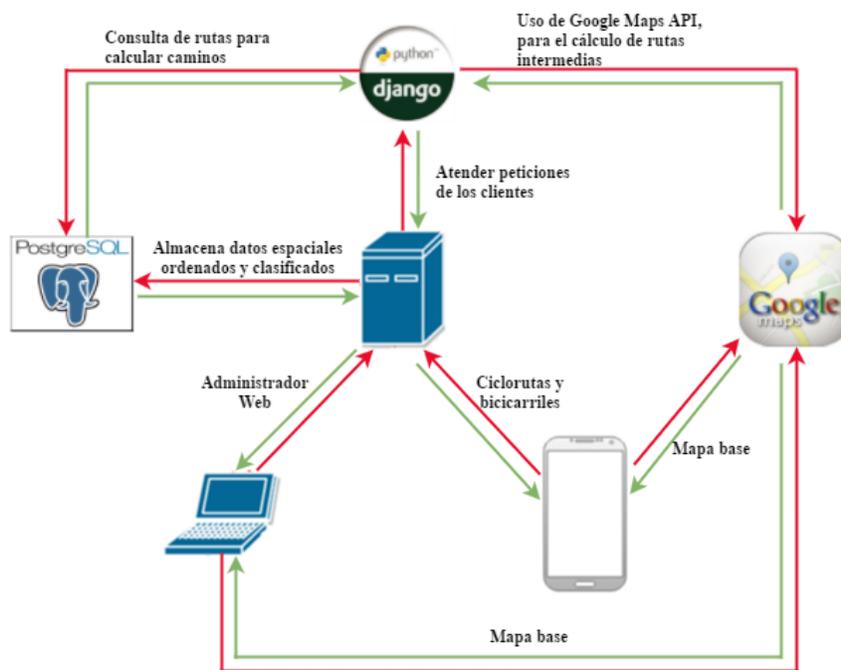


Figura 3.3 Arquitectura de la aplicación.

Fuente: Elaboración propia.

La aplicación móvil interactúa con el servidor consultando la información de las ciclorutas, puntos de interés, cicloparqueaderos y envía información de las coordenadas y datos adicionales, tales como el estado de la cicloruta o definición de puntos de interés para alimentar la base de datos. Por su parte, el administrador *web* realiza la gestión de la información como las ciclorutas, cicloparqueaderos, notificaciones públicas y el control de los usuarios.

3.1.1.1. Modelo entidad – relación servidor Django

El modelo entidad – relación es un modelo de datos que consiste en un conjunto de objetos básicos llamados entidades y relaciones entre estos objetos, implementándose en forma gráfica a través del diagrama entidad – relación. En la Figura 3.4 se puede observar el diagrama de entidades asociado a la aplicación móvil BICO en el servidor, se muestra de forma gráfica las clases, los atributos y las distintas relaciones que componen la aplicación.

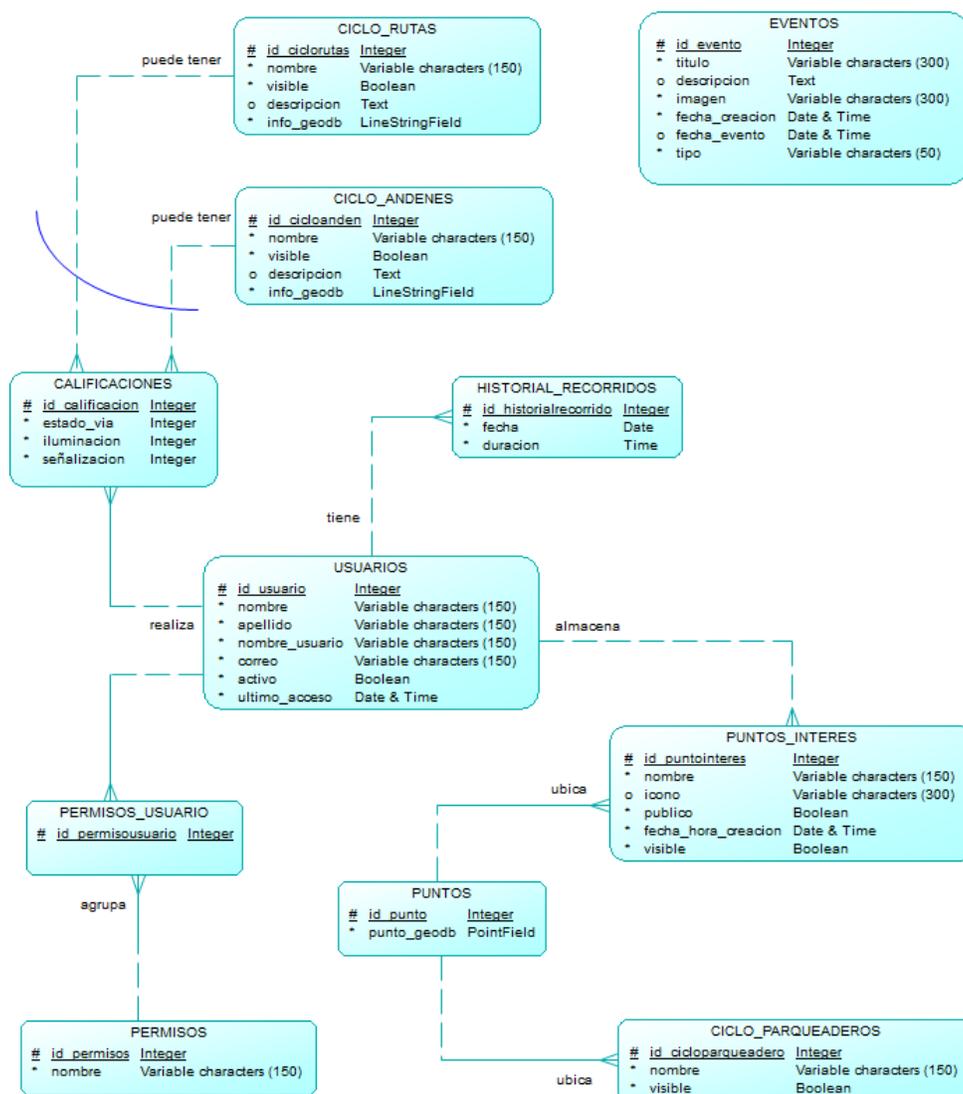


Figura 3.4. Diagrama del modelo entidad – relación servidor.

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la Figura 3.4 se describen las principales características del modelo entidad – relación implementada:

- *Usuarios*: corresponde a los usuarios registrados en el sistema, con su nombre, apellido, nombre de usuario, correo electrónico, estado actual, fecha y hora de último acceso. Un usuario tiene más de un historial de recorridos, almacena más de un punto de interés y realiza más de una calificación del estado de la cicloruta o bicicarriil.
- *Ciclo_rutas*: almacena las ciclorutas de la ciudad de Bogotá. La información contenida está integrada por: nombre de la cicloruta, información de ubicación y una breve descripción.
- *Ciclo_andenes*: almacena los bicicarriiles de la ciudad de Bogotá, con nombre del bicicarriil, información de ubicación y una breve descripción.
- *Calificaciones*: almacena la calificación que da un usuario a una cicloruta o bicicarriil, clasificado por estado de la vía, iluminación y señalización.
- *Historial de recorridos*: almacena la duración y la fecha en la que un usuario realizó un recorrido.
- *Cicloparqueaderos*: corresponde a los cicloparqueaderos que actualmente se encuentran en la aplicación.
- *Puntos_Interes*: almacena los puntos de interés creados por un usuario en particular o los puntos generales visibles para todos los usuarios, la información corresponde a nombre, icono que lo identifica, si es público o no, fecha y hora de creación.
- *Puntos*: se almacena la ubicación de los puntos de interés y cicloparqueaderos, con la esta información se realizan consultas en *PostGis* para ubicar los puntos de interés y cicloparqueaderos en la aplicación móvil.

- *Permisos*: almacenan texto para los permisos, que son manejados en *Django* para darle la posibilidad a algunos usuarios de tener privilegios de agregar, editar, borrar y ver.
- *Permisos_Usuario*: agrupa los permisos que tiene cada usuario.
- *Eventos*: almacena los eventos para ciclousuarios como ciclopaseos, la información corresponde a título del evento, descripción general, fecha y la clasificación dada, porque además de eventos pueden incluirse datos de carácter informativo.

3.1.1.2. Modelo Entidad – Relación Android

En la Figura 3.5 se aprecia el diagrama de entidades asociado a la aplicación móvil BICO, se muestra de forma gráfica las clases, los atributos y las distintas relaciones que la componen.

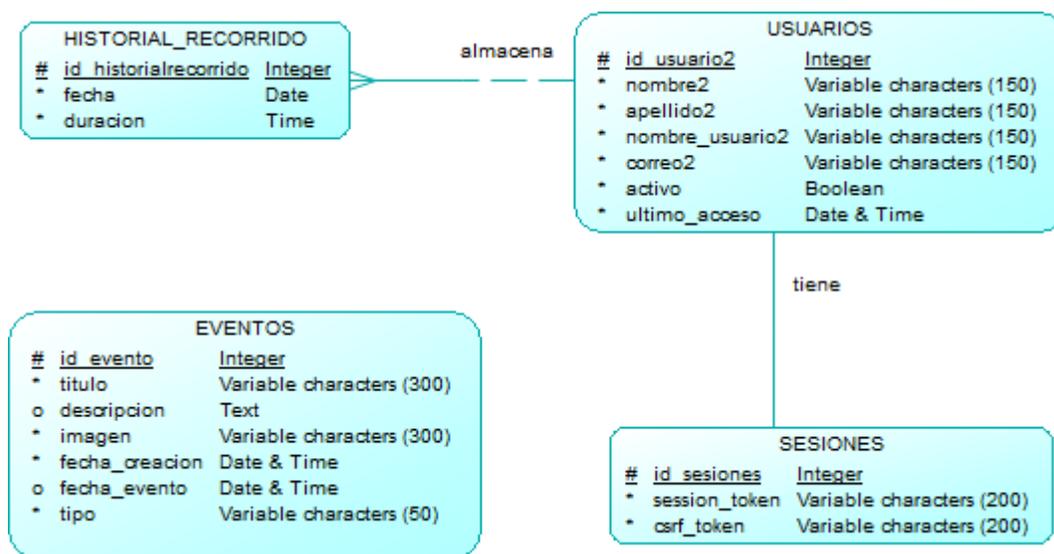


Figura 3.5. Diagrama del modelo entidad – relación aplicación móvil.

Fuente: Elaboración propia.

Las tablas: historial_recorrido, usuarios y eventos del modelo entidad – relación en el cliente móvil, guardan de manera temporal la información del usuario conectado. La base de datos en *Android* sirve de apoyo, para no estar consultando siempre la información en el servidor y no se guarda información sensible del usuario. A continuación, se detallan las tablas que componen la base de datos en *Android*:

- *Usuarios*: al igual que en el servidor existe una tabla de usuarios en *Android*, que tiene los mismos atributos.
- *Sesiones*: almacena la información de una sesión activa; el servidor devuelve un token para reconocer al usuario dentro del sistema y es almacenado en el campo *csrf_token* (*cross-site request forgery*) que es usado por la librería de autenticación de *Django*, para brindar seguridad y evitar falsificación de petición de usuarios no autorizados.
- *Historial_Recorrido*: almacena el historial de los recorridos realizados por los usuarios. Compuesta por los mismos atributos implementados en el servidor.
- *Eventos*: consulta de los eventos que han sido consultados por un usuario. Tiene los mismos atributos de la tabla implementada en el servidor.

3.1.2. Vista de desarrollo o implementación

Django: es el *backend* (manipulación de los datos a través del acceso a la base de datos) de la aplicación que corre en el servidor y se encarga de la lógica y algoritmos de la aplicación del sistema. Este atiende las peticiones de los clientes (aplicación móvil y administrador *web*) y administra la conexión con la base de datos.

Base de datos: el sistema utiliza como gestor base de datos a *PostgreSQL* con el complemento de *PostGis* que implementa las herramientas necesarias para poder tratar datos geográficos y espaciales. En esta se almacena toda la información relacionada con el funcionamiento general del sistema como lo son usuarios, rutas, estados de las ciclorutas, cicloparqueaderos, notificaciones e historial por usuario.

Web Service: el sistema hace uso de *Google Maps* como servicio *web* para obtener la información geográfica necesaria y presentar al usuario los mapas base actualizados. Otra utilidad de *Google Maps* es el uso de su motor de análisis de rutas para complementar la información que se almacena en

PostGis y así ofrecer al usuario rutas completas, debido a que no se cuenta con toda la información geográfica detallada de la ciudad de Bogotá en formato *shapefile*.

Aplicación móvil: el sistema implementa un cliente móvil en *Android* para presentar las funcionalidades al usuario final, que se conecta al servidor para consultar las rutas, los puntos de interés y cicloparqueaderos, además utiliza el API (en inglés, *Application Programming Interface*) de *Google Maps* para solicitar los mapas base y proyectar el resultado.

El diagrama de componentes que hacen parte de la vista de desarrollo se muestra en el Figura 3.6.

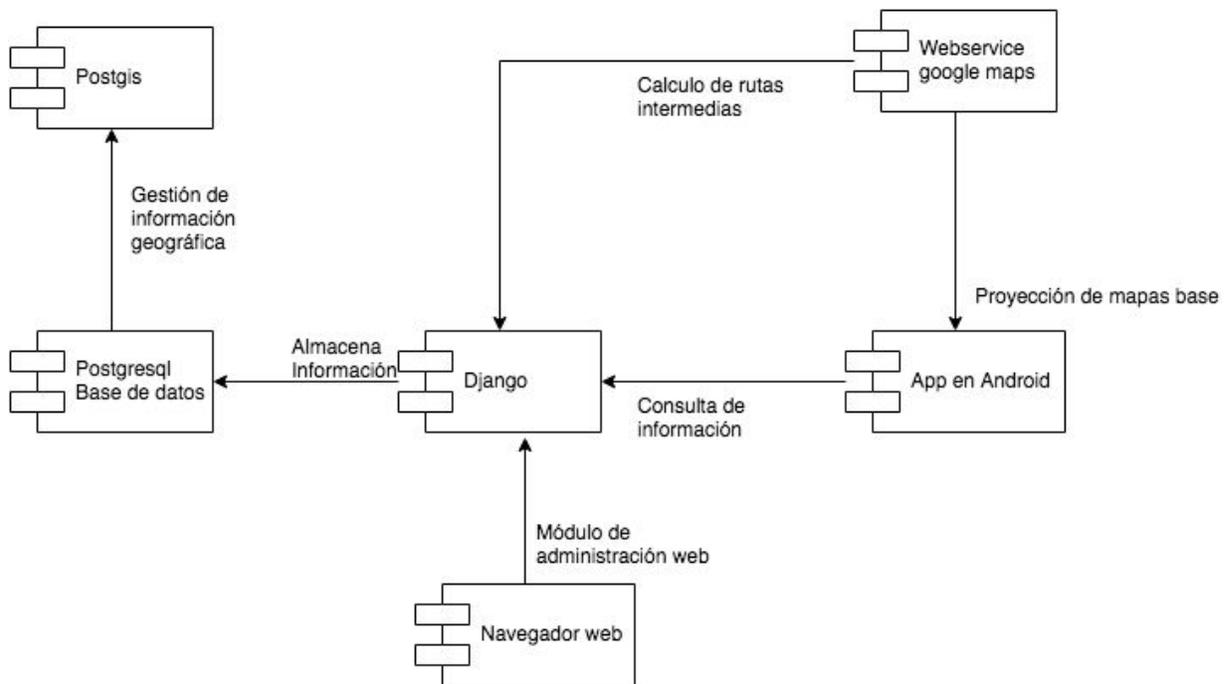


Figura 3.6. Vista de desarrollo.

Fuente: Elaboración propia.

3.1.3. Vista de procesos

En la vista de procesos se busca describir los procesos que se encuentran en el sistema y la comunicación entre ellos. La aplicación móvil tiene tres procesos: cálculo de ruta entre dos puntos, registrar puntos de interés y reporte del estado de la cicloruta, los cuales se describen a continuación:

- Cálculo de ruta entre dos puntos (A, B)

El primer proceso a explicar es el cálculo de la ruta entre dos puntos (punto origen y un punto destino), para ello, se tiene la siguiente secuencia:

1. Una vez instalada la aplicación en el teléfono móvil, el usuario marca el inicio de la ruta y fin de la ruta, seleccionando la ubicación de un mapa base obtenido de *Google Maps* v3.0.
2. Mediante el uso del GPS del dispositivo móvil se envían las coordenadas al servidor quien consulta en la base de datos *PostGis* la información de las ciclorutas y bicicarriles más cercanas al punto origen.
3. En respuesta la base de datos *PostGis* envía al servidor las ciclorutas solicitadas y este calcula la ruta para ser proyectada en el mapa con sus puntos intermedios (segmentos de la ruta donde no hay información de ciclorutas y bicicarriles), a través de *Google Maps*.
4. La aplicación móvil consulta el mapa en *Google Maps* para proyectar sobre él, la información de la ruta obtenida (conjunto de coordenadas y poli líneas (en inglés, *path* o *poly line*)).
5. La ruta es visualizada por el usuario en la aplicación móvil.

El proceso anterior para cálculo de la ruta, se aprecia en el diagrama de la Figura 3.7.

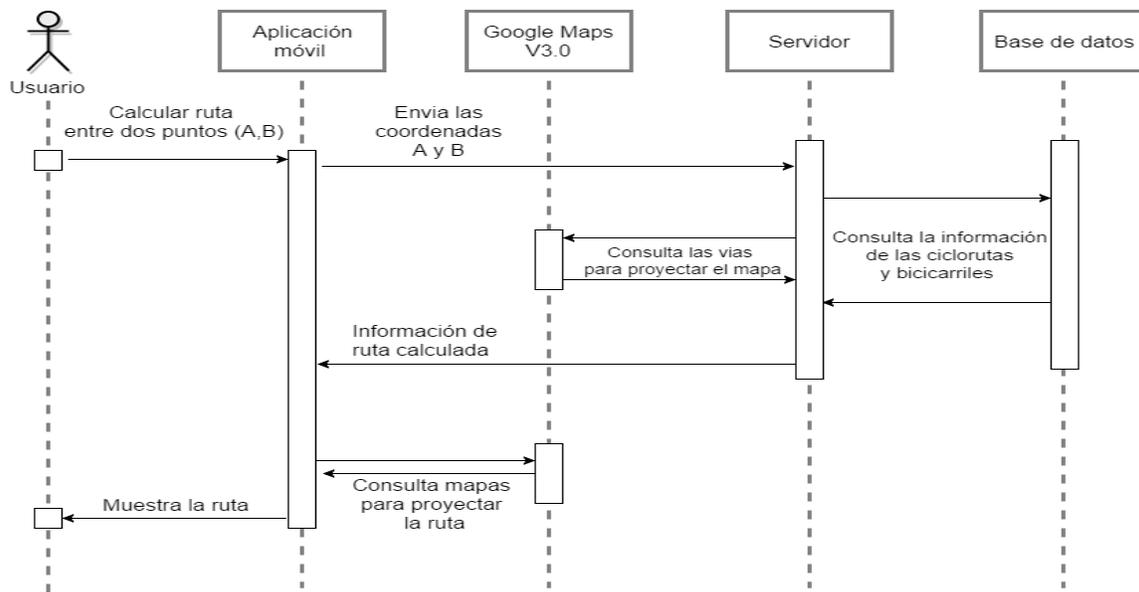


Figura 3.7. Calcular la ruta entre dos puntos.

Fuente: Elaboración propia.

- **Registrar punto de interés**

El segundo proceso corresponde al registro de un punto de interés ya sea público o privado y se tiene la siguiente secuencia:

1. El menú principal de la aplicación móvil selecciona la opción de añadir punto de interés.
2. Se envía información al servidor del punto de interés con las coordenadas de la ubicación en el mapa.
3. El servidor envía las coordenadas a la base de datos *PostgreSQL* donde se almacena la metainformación del punto (nombre, descripción, coordenadas y tipo (público o privado)).
4. Paralelo al paso tres se proyecta el punto de interés sobre el mapa en la interfaz del usuario.

La secuencia para registrar un punto de interés se muestra en el diagrama de la Figura 3.8.

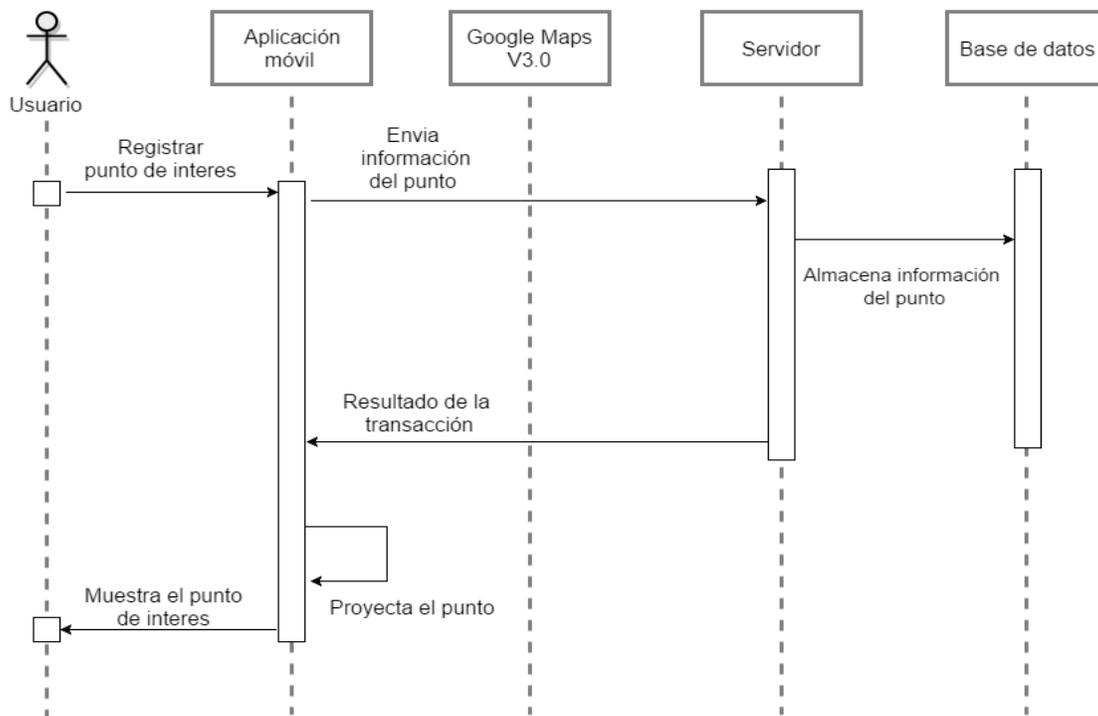


Figura 3.8 Registrar punto de interés.

Fuente: Elaboración propia.

- Reportar estado de la cicloruta

El tercer proceso consiste en el reporte del estado de la cicloruta y se cumple la siguiente secuencia:

1. Usuario desea reportar el estado de la cicloruta.
2. El estado de la cicloruta está agrupado por estado del pavimento, señalización e iluminación, de acuerdo a la opción elegida se envía el identificador de la cicloruta hacia el servidor (calificación promedio mediante selección de estrellas).
3. El servidor envía la información con el estado de la cicloruta a la base de datos en *PostgreSQL* para su almacenamiento.

4. La valoración del usuario con respecto a estado del pavimento, señalización e iluminación, se promedia con la valoración de otros usuarios para obtener la calificación del estado de una cicloruta.
5. El servidor retorna el resultado de la transacción a la aplicación móvil y un mensaje de confirmación.

El proceso para reportar el estado de la cicloruta se observa en la Figura 3.9.

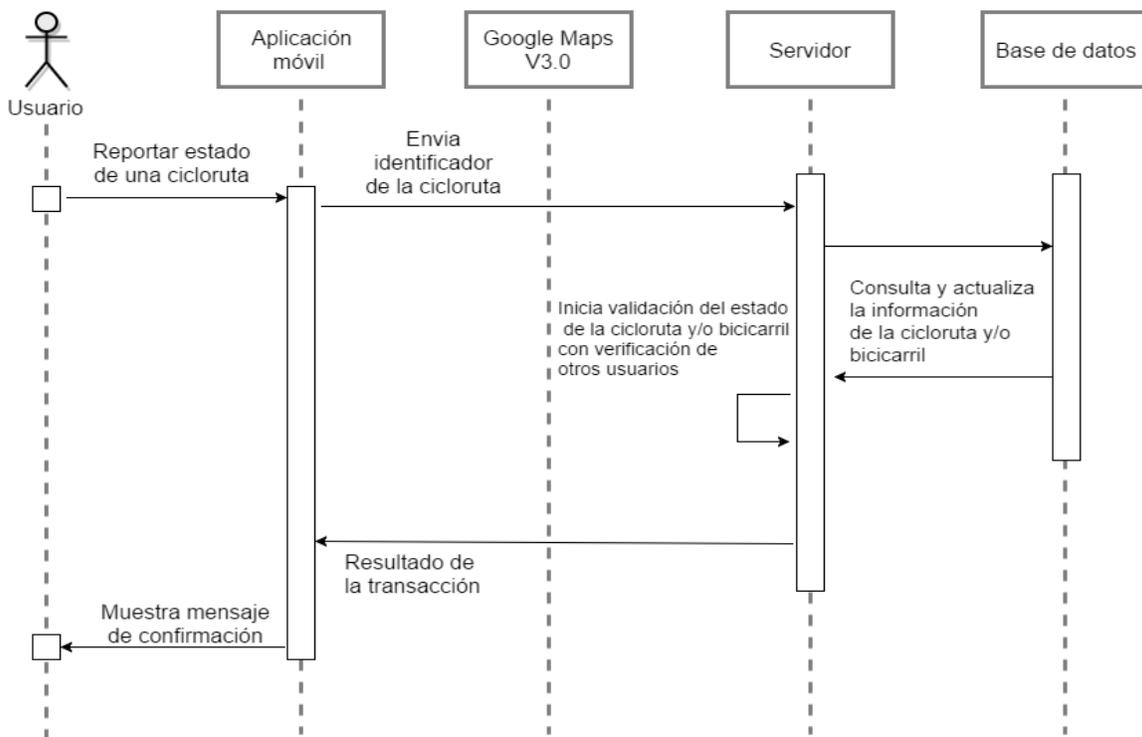


Figura 3.9 Reporte del estado de la cicloruta.

Fuente: Elaboración propia.

3.1.4. Vista física o despliegue

En la vista física o despliegue se especifican herramientas con sus versiones y la interacción que hay entre ellas especificando los protocolos y puertos de comunicación.

Ubuntu Server 14.04: es el sistema operativo, en el que está implementado el servidor, tiene dos partes la lógica de programación y la base de datos. Para el desarrollo de la lógica de programación se hace uso del framework de desarrollo *web Django 1.9*, escrito en el lenguaje de programación Python, por ende *Django* requiere Python y se instaló la versión 2.7.

PostGis 2.1.5: el sistema utiliza como gestor base de datos a *PostgreSQL 9.4*. Con el complemento para la gestión de objetos geográficos *PostGis 2.1.5*. El gestor de base de datos y el framework de desarrollo se comunican mediante el puerto TCP 5433 (puerto predeterminado para la comunicación entre *PostgreSQL* y *Django*).

Puerto 80: la comunicación entre *Django*, cliente dispositivo móvil y cliente administrador *web*, para el intercambio de peticiones se hace mediante el uso del Puerto 80, el cual es un puerto predeterminado, por medio del cual un servidor HTTP “escucha” la petición hecha por el cliente.

Navegador web actualizado: para la gestionar y administrar el contenido de la aplicación es necesario contar con el navegador *web* actualizado, el cual hace peticiones mediante el puerto 80 y Google API key a Google Maps API versión 3.0 y así visualizar las rutas en mapa embebido en la página *web* desarrollada.

Google Maps API v3.0: permite embeber los mapas de *Google* en las páginas *web* y la aplicación desarrollada en *Android*, a través de servicios *web* HTTP a los que se acceden mediante el puerto 80. Además del acceso al mapa de la ciudad de Bogotá, el trazado de la ruta mediante polilíneas y personalización de marcadores que se visualizan en el mapa.

Android 4.4.: sistema operativo móvil de *Google*. La versión 4.4 es la mínima requerida para el funcionamiento de la aplicación en el dispositivo móvil, por sus ventajas de ejecución en muchos dispositivos móviles de gama alta y gama baja.

Los puertos y versiones de software usados en el desarrollo se aprecian en la Figura 3.10.

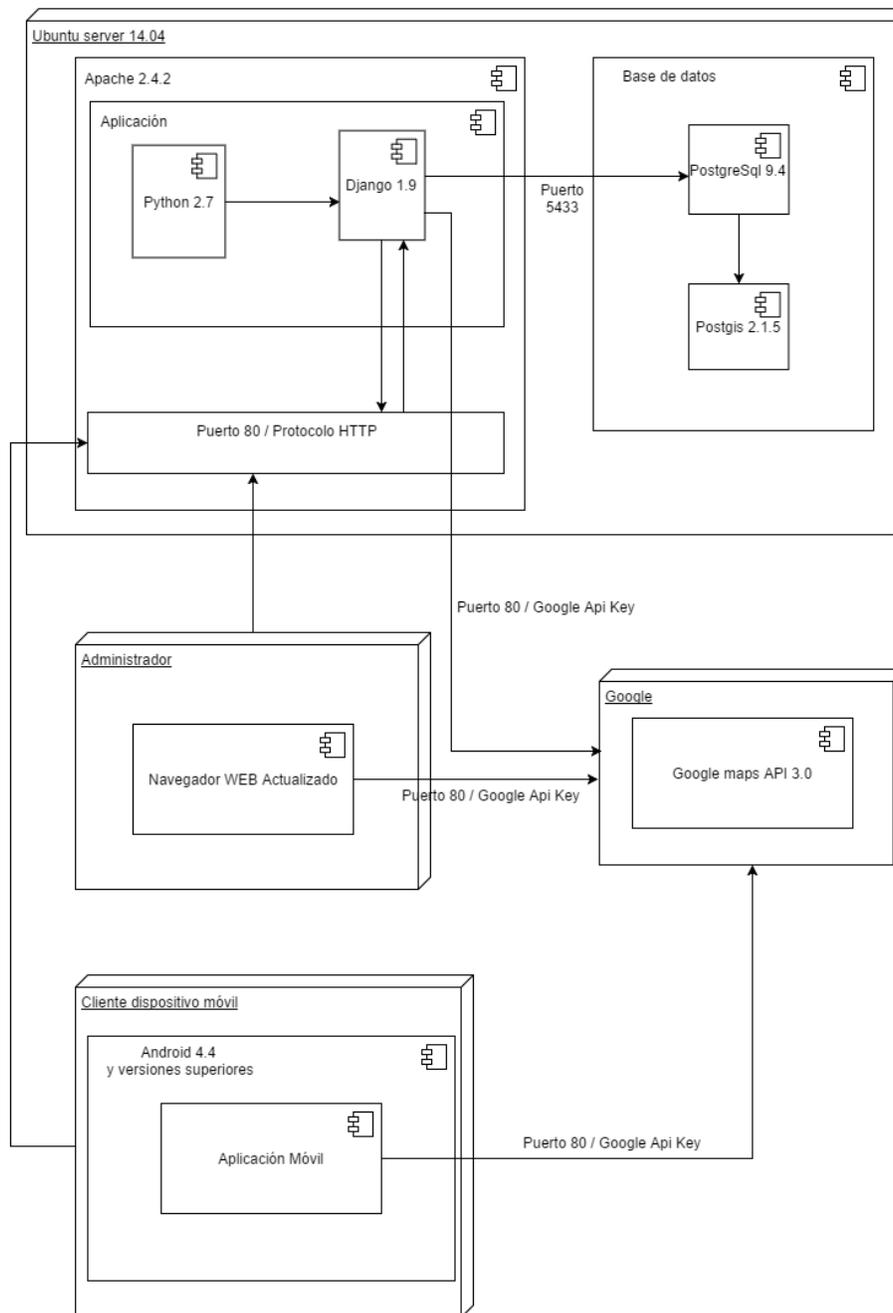


Figura 3.10. Vista física o de despliegue.

Fuente: Elaboración propia.

3.1.5. Escenarios

En este ítem se indican los escenarios referentes a la aplicación desarrollada en *Android* (BICO) y el administrador *web*. La Figura 3.11, muestra la notación usada en los diagramas de casos de uso para el usuario y el administrador, por otro lado en la Tabla 3.1 se detalla la función de cada elemento en cada uno de los diagramas.

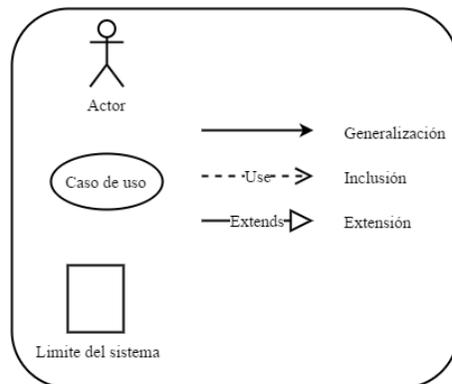


Figura 3.11. Notación casos de uso aplicación.

Fuente: Elaboración propia elaborado a partir de Kruchten.

Tabla 3.1. Descripción de la notación

Nombre	Notación	Función
Actor		Entidad externa (fuera del sistema) que interacciona con el sistema, puede ser una persona, grupo o sistema, es decir, quien inicia una acción dentro de la aplicación. El actor corresponde a usuario que instala aplicación en el teléfono móvil.
Caso de uso		Grupo de actividades o tareas dentro del caso de uso que produce un resultado concreto y tangible, están relacionadas al comportamiento del sistema. Se representa mediante un ovalo.
Límite del sistema		Define el alcance del sistema, que incluye uno o más casos de uso. El límite del sistema separa un sistema de los actores y otros sistemas.
Generalización		Representa la relación que existe entre un uso – caso y un actor, es una línea recta que se extiende de la figura del actor hacia el ovalo del uso – caso.
Inclusión		Indica que un caso de uso es incluido dentro de otro.
Extensión		Comportamiento adicional en un caso de uso base.

Fuente: Elaborado a partir de Kruchten.

En la Figura 3.12, se observa el diagrama de los escenarios mediante una representación gráfica del total de sus actores (usuario aplicación y sistema) y escenarios dentro de la aplicación, incluyendo las funcionalidades que el usuario puede usar, el detalle de los casos de usos se ve en el Anexo D.

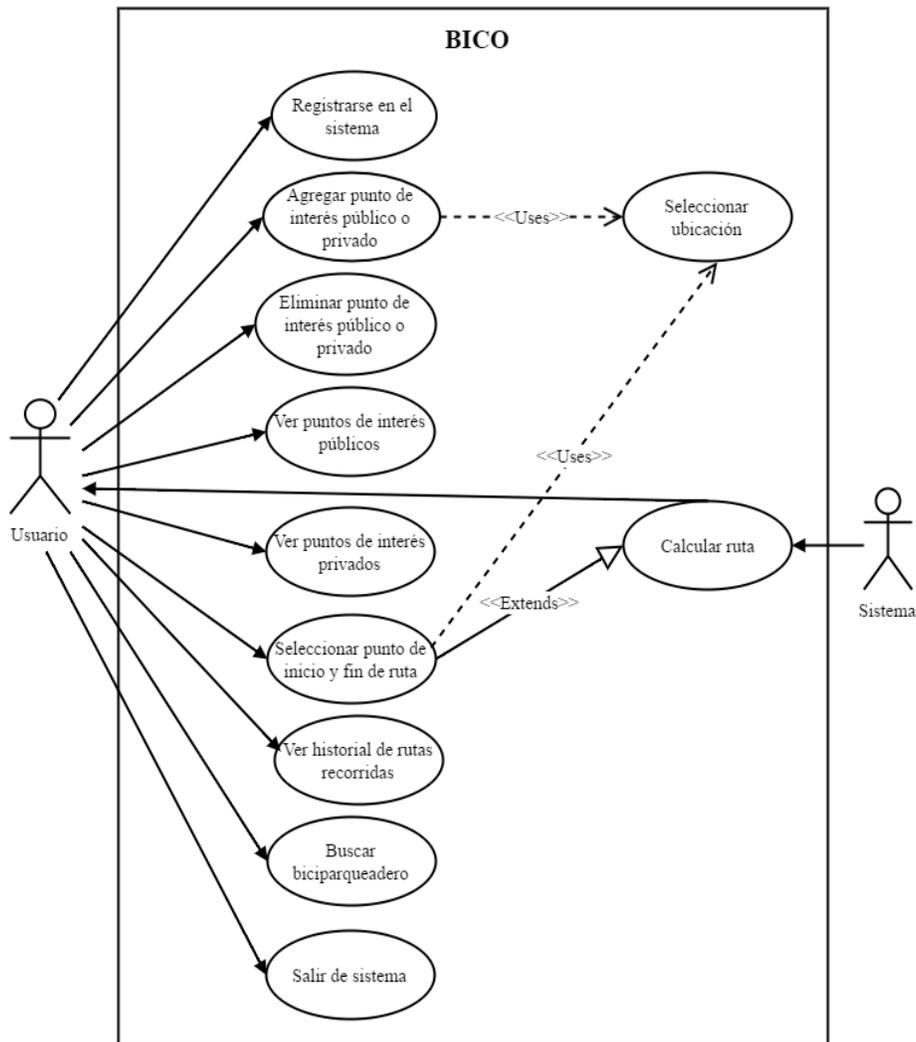


Figura 3.12. Casos de uso aplicación.

Fuente: Elaboración propia.

Los escenarios corresponden a las funcionalidades de la aplicación, en las cuales el usuario debe interactuar y son las siguientes: registrarse en el sistema, agregar punto de interés público o privado, ver puntos de interés públicos, ver puntos de interés privados, seleccionar punto de inicio y fin de

ruta, ver historial de rutas recorridas, buscar biciparqueadero y salir del sistema, tal y como se observa en la Figura 3.12.

Con respecto al cliente administrador *web* los casos de uso se relacionan en la Tabla 3.2 que incluye básicamente la gestión y administración de la información visualizada en la aplicación instalada en el dispositivo móvil.

Tabla 3.2. Caso de uso administrador *web*

Ítem	Descripción
Casos de uso	Ingresar al sistema. Gestionar: rutas, usuarios, puntos de interés, reportes, notificaciones, Biciparqueaderos. Salir del sistema.
Actor principal	Administrador de la aplicación.
Personal involucrado e intereses	Usuario: Administrador.
Función	El administrador es el encargado de gestionar y administra el contenido de la aplicación ya sea para la carga de nuevas ciclorutas y/o bicicarriles (archivo en formato .shp). Además de agregar y/o eliminar usuarios, puntos de interés, notificaciones, Biciparqueaderos. Cabe anotar que el administrador es libre de gestionar la información a su criterio.

Fuente: Elaboración propia.

Los casos de uso del administrador *web* se resumen en la Figura 3.13.

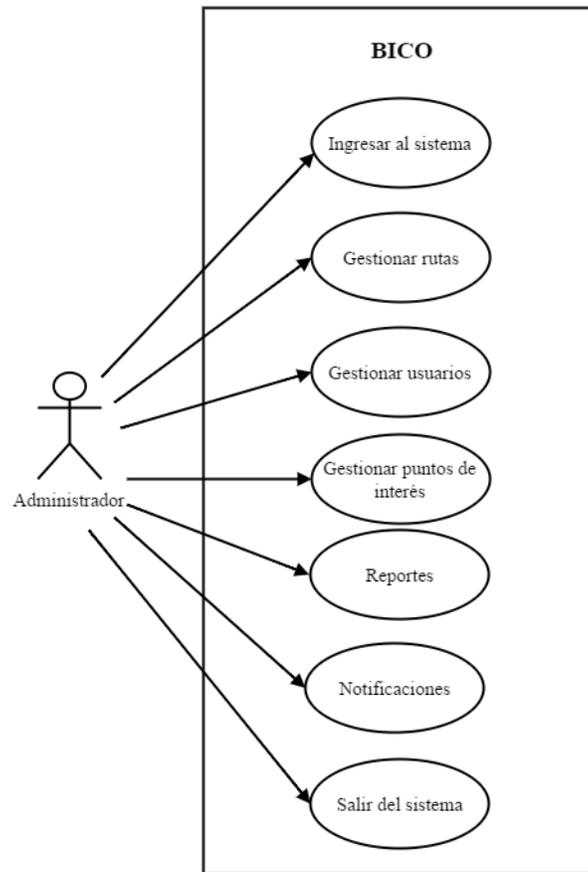


Figura 3.13. Casos de uso administrador *web*.

Fuente: Elaboración propia.

3.2. Programación: Entorno de desarrollo y Recursos

En el desarrollo de la aplicación se preparó el entorno de desarrollo, donde se crearon algunas cuentas y descarga de herramientas que permiten realizar la programación, a continuación, se describen dichos recursos, la información mencionada en esta sección se profundiza en el Anexo P:

- Cuentas Creadas

BitBucket: corresponde a un servicio *web* de hosting para Git, para ello, existe un repositorio que permite almacenar datos actualizados que vienen de un sistema de gestión de versiones (VCS) que

controlan y mantienen un historial de los cambios realizados sobre un proyecto, es decir el código fuente.

Un repositorio Git es un almacén de archivos y permite subir proyectos que son guardados con diferente versión, guardando el histórico de los proyectos. Lo anterior permite ir a cualquier punto pasado donde se ve los cambios que se han ido realizando, en la Figura 3.14, se observa el proceso que se realiza en un repositorio Git para administrar los cambios a los documentos, programas y otra información almacenada en localmente.

En la Figura 3.14 se muestran los comandos que permiten realizar la actualización en el repositorio Git, a continuación, se describe el proceso realizado.

- ✓ *git add*: agrega archivos para próximas actualizaciones y el contenido desde el directorio de trabajo.
- ✓ *git commit*: registra los cambios donde se encuentra el proyecto.
- ✓ *git diff*: muestra los cambios entre el directorio de trabajo y el área donde se almacenó.
- ✓ *git fetch*: descarga actualizaciones desde el maestro remoto a local maestro remoto.
- ✓ *git merge*: agrupa los desarrollos en una versión final.
- ✓ *git push*: actualiza le maestro remoto.

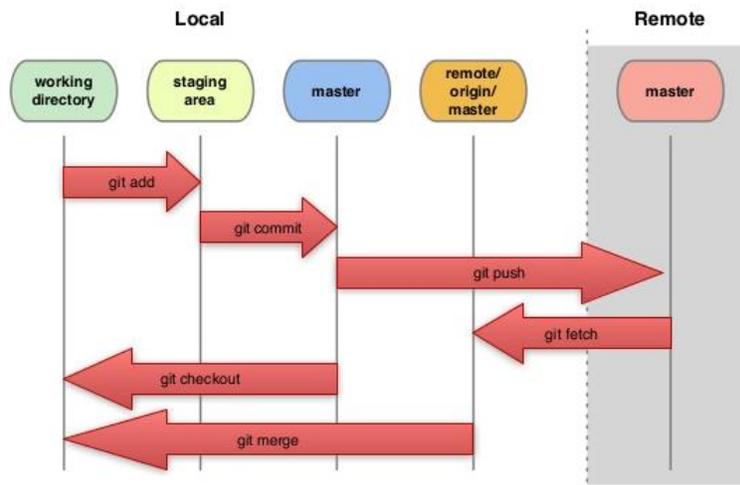


Figura 3.14 Funcionamiento repositorio Git.

Fuente: <http://www.slideshare.net/eemmaannuueelllee/emanuele-olivetti-gittutorial>.

Google Developers Console: usada para los mapas basados en datos de *Google Maps* a la aplicación, para ello se usa la API permitiendo el acceso a los servidores, descarga de datos, visualización de mapas, además de proporcionar información adicional de ubicaciones en el mapa y permite la interacción del usuario con este.

- **Software de desarrollo**

Básicamente se ha configurado el siguiente software para el desarrollo de la aplicación y se describen a continuación:

- ✓ *Oracle VM VirtualBox Administrador*: usado como máquina virtual para alojar el sistema operativo Ubuntu 15.10.
- ✓ *Sublime Text 3*: editor de texto que permite escribir el código para el desarrollo de la lógica de programación al lado del servidor
- ✓ *Android Studio*: corresponde a la herramienta que alojará la lógica de programación de la aplicación móvil dando la opción de realizar las pruebas mediante el uso de un teléfono móvil o un simulador previamente configurado.

En el momento que se planteó la propuesta para programar aplicación que se proyectó usar la herramienta *Eclipse IDE*, teniendo en cuenta la experiencia personal, tanto en el área laboral como en el desarrollo de proyectos personales que se culminaron satisfactoriamente. En su momento *Android Studio* estaba bajo una versión beta presentando diversos inconvenientes al momento de programar, para mayor información consultar la página oficial de desarrolladores de *Android* (<http://developer.Android.com/>)

- **Sistemas Operativos**

Ubuntu 15.10: integra la programación del servidor y la base de datos donde se encuentra la información de la red de ciclorutas.

3.2.1. Servidor: Base de Datos

Uso de un gestor de base de datos PostgreSQL que almacena la información de registro de usuarios, puntos de interés, biciparqueaderos y notificaciones, por otro lado, se encuentra el módulo de base de datos geoespacial *PostGis* para uso en sistema de información geográfica, donde están almacenados los shapefiles con la información de las coordenadas geoespacial de las ciclorutas y bicicarriles de la ciudad de Bogotá.

3.2.2. Puertos de comunicación

Los puertos de comunicación permiten comunicarse con un programa a través de una red, donde usa una especie de puertas de comunicación por las que recibe en el caso del desarrollo de la aplicación se usarán dos puertos de comunicación el puerto 80 y el puerto 5433, donde un servicio en el servidor *web* escucha un número de puerto en particular.

En la Tabla 3.3 se resumen el software de desarrollo usado para la programación de la aplicación móvil con sus respectivas versiones.

Tabla 3.3. Software de desarrollo

Uso	Herramienta		Funcionalidad
Servidor	Python 2.7		Lenguaje de programación orientada a objetos.
	<i>Django</i> 1.9		Framework de programación al lado del servidor orientada a objetos. Usa el modelo vista - controlador: Vista: Programar las peticiones realizadas por el cliente, entregando el resultado final Controlador: Programación de la lógica de la aplicación. Modelo: Interacción con la base de datos.
Base de Datos	<i>PostGis</i> 2.5		Base de datos de geolocalización
	Gráfica	Materialize CSS de <i>Google</i>	Interfaz y Estilos

Uso	Herramienta		Funcionalidad
Web		CSS	Interfaz y Estilos
	Lógica	HTML5	Estructura semántica
		Javascript	Lenguaje de programación del lado del cliente
		JQuery 1.10	Librería de manejo de objetos y eventos en el cliente
Móvil	Android SDK		Entorno de programación para el desarrollo de la aplicación para <i>Android</i> .
	Lógica	Java	Lenguaje de programación del lado del cliente.
	Persistencia	Sqlite3	Base de datos del lado del cliente
		XML	Librería de manejo de objetos y eventos en el cliente
	Conectividad al servidor	JSON	Estándar para comunicación entre la aplicación móvil y servidor
	API GEO	<i>Google Maps</i> API v3	Consulta los mapas base (ciclorutas y bicarriles) y el motor de cálculo de rutas intermedias

Fuente: Elaboración propia.

3.3. Búsqueda de la ruta

Para la búsqueda de la ruta desde un punto A hasta un punto B se diseña un algoritmo de acuerdo al problema establecido, que consiste en contrastar el sistema de red de ciclorutas con la información geográfica de las vías en Bogotá. Para este problema no existe un algoritmo exacto que encuentre una solución óptima y la búsqueda de una solución exacta emplearía mucho tiempo, por ende se usan algoritmos aproximados o heurísticos que permiten obtener una solución rápida en un tiempo razonable y recomendable para que una aplicación no consuma recursos innecesarios y de respuesta rápida, además en las aplicaciones de transporte los caminos necesitan ser identificados rápidamente, ya sea por una respuesta inmediata o porque una ruta debe ser recalculada varias veces.

Lo anterior implica la toma de decisiones (tomar decisiones de manera más eficiente y frecuentemente con resultados satisfactorios, aunque muchas veces pueden sesgar nuestra decisión y llevar a cometer errores), que es aplicada en la investigación de operaciones, que es una disciplina que usa algoritmos, modelos matemáticos y estadísticos. El término heurística en la Investigación Operacional, tiene la siguiente definición: “Se califica de heurístico a un procedimiento para el que

se tiene un alto grado de confianza en que encuentra soluciones de alta calidad con un costo computacional razonable, aunque no se garantice su factibilidad, e incluso, en algunos casos, no se llegue a establecer lo cerca que se está de dicha situación. Se usa el calificativo heurístico en contraposición a exacto” (Melian, Perez, & et. al., 2003).

Un método heurístico se puede usar cuando se encuentren algunas de las siguientes características para resolver el problema dado (Suárez, 2010):

- El problema es de una naturaleza tal que no se conoce ningún método exacto para su resolución.
- Aunque exista un método exacto para resolver el problema, su uso es computacionalmente muy costoso o inviable.
- El método heurístico es más flexible que un método exacto, permitiendo, por ejemplo, la incorporación de condiciones de difícil modelización.
- El modelo matemático es demasiado grande, demasiado NO lineal o demasiado complejo desde el punto de vista lógico.
- El asumir suposiciones o aproximaciones para simplificar el problema, tiende a destruir estructuras del modelo que son vitales en el contexto del mundo real, haciendo la solución no viable.
- El método heurístico se utiliza como parte de un procedimiento global que garantiza el óptimo de un problema, proporcionando una buena solución de partida.

Los métodos heurísticos tienen la siguiente clasificación (Duarte Muñoz, Pantrigo Fernández, & Gallego Carrillo, 2007):

1. Métodos constructivos: Procedimientos capaces de construir una solución a un problema dado. La forma de construir la solución depende fuertemente de la estrategia seguida. Usualmente son métodos deterministas y suelen estar basados en la mejor elección en cada iteración.
2. Métodos de búsqueda: Comienza con una solución del problema y la mejora progresivamente.

3. Métodos de reducción: Identifican características que contienen las soluciones buenas conocidas y se asume que la solución óptima también las tendrá. De esta forma se puede reducir drásticamente el espacio de búsqueda.
4. Métodos Inductivos: La idea de estos métodos es generalizar las propiedades o técnicas identificadas en estos casos, más fáciles de analizar que se pueden aplicar al problema completo.

La forma de construir la solución depende de la estrategia que se siga, para el caso de los métodos constructivos y de búsqueda. Las estrategias para estos métodos se muestran en la Tabla 3.4

Tabla 3.4. Estrategias métodos heurísticos

Método	Estrategia	Definición
Constructivo	Voraz	Partiendo de una semilla, se va construyendo paso a paso una solución factible. En cada paso se añade un elemento constituyente de dicha solución, que se caracteriza por ser el que produce una mejora más elevada en la solución parcial para ese paso concreto. Este tipo de algoritmos se dice que tienen una visión "miope" ya que eligen la mejor opción actual sin que les importe que ocurrirá en el futuro
Constructivo	Descomposición	Se divide sistemáticamente el problema en subproblemas más pequeños. Este proceso se repite (generalmente de forma recursiva) hasta que se tenga un tamaño de problema en el que la solución a dicho subproblema es trivial. Después el algoritmo combina las soluciones obtenidas hasta que se tenga la solución al problema original.
De búsqueda	Búsqueda local uno	Parte de una solución factible que la mejora progresivamente. Para ello examina su vecindad y selecciona el primer movimiento que produce una mejora en la solución actual (<i>first improvement</i>).
De búsqueda	Búsqueda local dos	Parte de una solución factible que la mejora progresivamente. Para ello examina su vecindad y todos los posibles movimientos seleccionando el mejor movimiento de todos los posibles, es decir aquel que produzca un incremento (en el caso de maximización) más elevado en la función objetivo (<i>best improvement</i>).
De búsqueda	Aleatorizada	Para una solución factible dada y una vecindad asociada a esa solución, se seleccionan aleatoriamente soluciones vecinas de esa vecindad.

Fuente: Elaborada a partir de (Duarte Muñoz, Pantrigo Fernández, & Gallego Carrillo, 2007).

De acuerdo con la clasificación de los métodos heurísticos, la aproximación a una solución bajo un conjunto de condiciones, con respecto a la problemática planteada en el trazado de la ruta, corresponde al método constructivo mediante el uso de la estrategia voraz. Esta estrategia es sencilla pero eficaz porque se trata de elegir la opción óptima en cada paso, por ejemplo, cada paso es tan simple como estando en un punto A ir hasta un punto B, permitiendo repetir el procedimiento una y otra vez hasta completar la ruta; además que nunca se deshace una decisión ya tomada: una vez incorporado, un punto de la ruta está formando parte de la solución. La estrategia termina cuando no hay más decisiones que tomar.

Adicional al método heurístico usado este se combina con el algoritmo *backtracking* (construye posibles soluciones candidatas de manera sistemática, se usan para encontrar una solución pero otras veces se interesa que se revisen todas (Baier's Jorge, 2016)), el cual funciona en caso de no encontrar la ruta se devuelve algunos pasos, es decir, este regresa a un punto donde la lógica del algoritmo permita tomar otra decisión, se utiliza cuando en dos puntos existan varias ciclorutas posibles, se evalúan cuando llega a una intersección de dos o más ciclorutas para devolverse y sigue trazando la ruta desde el punto A hasta el punto B.

La heurística usada de estrategia voraz permite ir agregando los segmentos para trazar la ruta del punto A al punto B y el algoritmo *backtracking* identifica cuando se va a agregar un nuevo segmento a la ruta entre el punto A y B, lo que hace el algoritmo aparte de agregar es revisar qué hubiera pasado si se selecciona la siguiente ruta más cercana para llegar al punto de destino y esta decisión ocurre por cada ruta posible entre los puntos de origen y destino de la ruta trazada.

A continuación, en la Tabla 3.5 se describe el algoritmo diseñado e implementado en la aplicación móvil para el trazado de la ruta desde un punto origen hasta un punto destino, teniendo en cuenta el sistema de ciclorutas de la ciudad de Bogotá.

Tabla 3.5. Algoritmo cálculo trazado de la ruta.

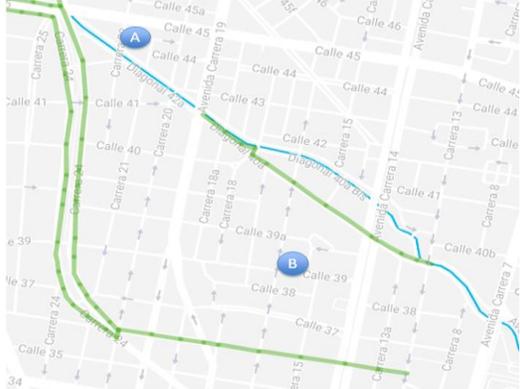
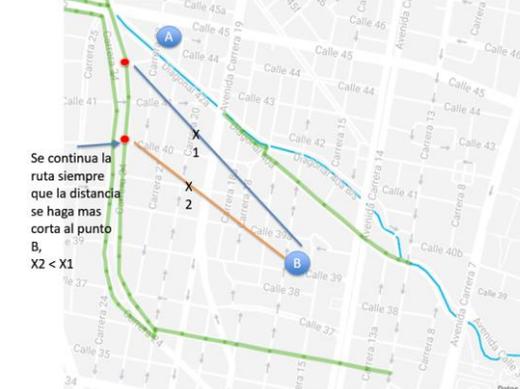
Diagrama	Descripción
 <p data-bbox="370 760 667 821">Figura 3.15. Puntos A y B. Fuente: Elaboración propia.</p>	<p data-bbox="824 583 1382 617">Teniendo las coordenadas de dos puntos A y B.</p>
 <p data-bbox="289 1236 748 1297">Figura 3.16. Punto cercano al punto inicial. Fuente: Elaboración propia.</p>	<p data-bbox="824 961 1382 1058">Para trazar la ruta desde el punto A al punto B se identifican las ciclorutas más cercanas al punto A.</p> <p data-bbox="824 1096 1382 1192">Una vez identificadas las ciclorutas cercanas el algoritmo sigue la cicloruta mientras que la distancia al punto B sea cada vez menor.</p>
 <p data-bbox="261 1467 358 1591">Se continúa la ruta siempre que la distancia se haga más corta al punto B, $X2 < X1$</p> <p data-bbox="337 1713 699 1774">Figura 3.17. Armado ruta hasta B. Fuente: Elaboración propia.</p>	<p data-bbox="824 1474 1382 1570">Al evaluar una coordenada perteneciente a la cicloruta, se calcula la distancia de dicha coordenada al punto B.</p>

Diagrama	Descripción
 <p data-bbox="337 663 699 722">Figura 3.18. Armado ruta hasta B. Fuente: Elaboración propia.</p>	<p data-bbox="824 453 1385 552">Si el conjunto de puntos o coordenadas analizadas se acercan al punto B se almacenan para conformar la ruta final o ruta resultado.</p>
 <p data-bbox="350 1140 686 1199">Figura 3.19. Ruta final hasta B. Fuente: Elaboración propia.</p>	<p data-bbox="824 745 1385 909">Cuando el tramo de la cicloruta se termina o se está lo suficientemente cerca del punto B, se calcula una ruta intermedia usando <i>Google Maps</i>, debido a que el sistema de red de ciclorutas no está totalmente conectada.</p> <p data-bbox="824 947 1385 1045">Antes de obtener la ruta resultado el algoritmo evalúa que pasa si se escoge la siguiente ruta más cercana (<i>backtracking</i>)</p> <p data-bbox="824 1083 1385 1211">Finalmente, se obtiene la ruta resultado que integra la información de las ciclorutas y la malla vial ofreciendo un camino que es transitable para un ciclista.</p>

Fuente: Elaboración propia.

Dentro del algoritmo diseñado existen el cálculo de las distancias intermedias que corresponden a información faltante en la base de datos, que son calculadas mediante el uso de *Google Maps*, y permiten realizar la conexión entre dos ciclorutas, este proceso se realiza mediante el envío de dos puntos (punto en el que termina la cicloruta y punto donde comienza la otra cicloruta que se desea conectar) que se quieren unir, en este caso *Google Maps* devuelve una ruta aproximada, teniendo en cuenta que la información es precisa respecto a las vías de Bogotá y los sentidos de las mismas, esto porque no se cuenta con la totalidad de la malla vial de Bogotá en formato shapefile y así se tuviera dicha información se hace necesario evaluar ese tipo de ruta con la metainformación respectiva.

La lógica de programación implementada para el cálculo de la ruta se resume en el diagrama de flujo de la Figura 3.20.

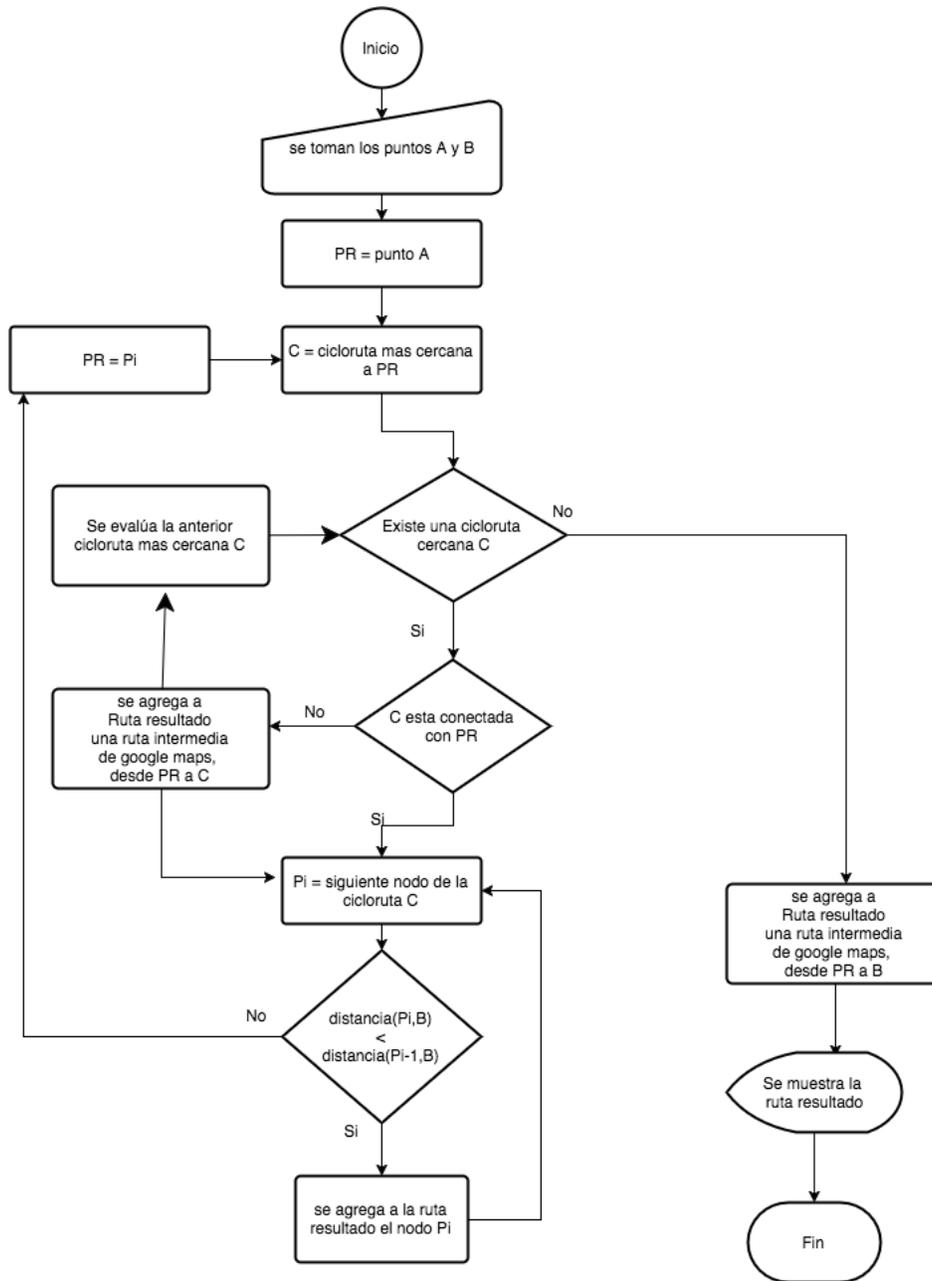


Figura 3.20. Diagrama de flujo cálculo de la ruta.

Fuente: Elaboración propia.

El algoritmo diseñado fue sometido a pruebas para validar la efectividad con respecto al cálculo de la ruta, teniendo en cuenta la red de ciclorutas y bicicarriles se realizó la siguiente prueba desde el administrador *web*:

1. Desde el administrador *web* se ubican dos puntos A y B en el mapa de *Google*, tal y como se observa en la Figura 3.21, el algoritmo implementado en la lógica de desarrollo traza la ruta sobre el mapa.

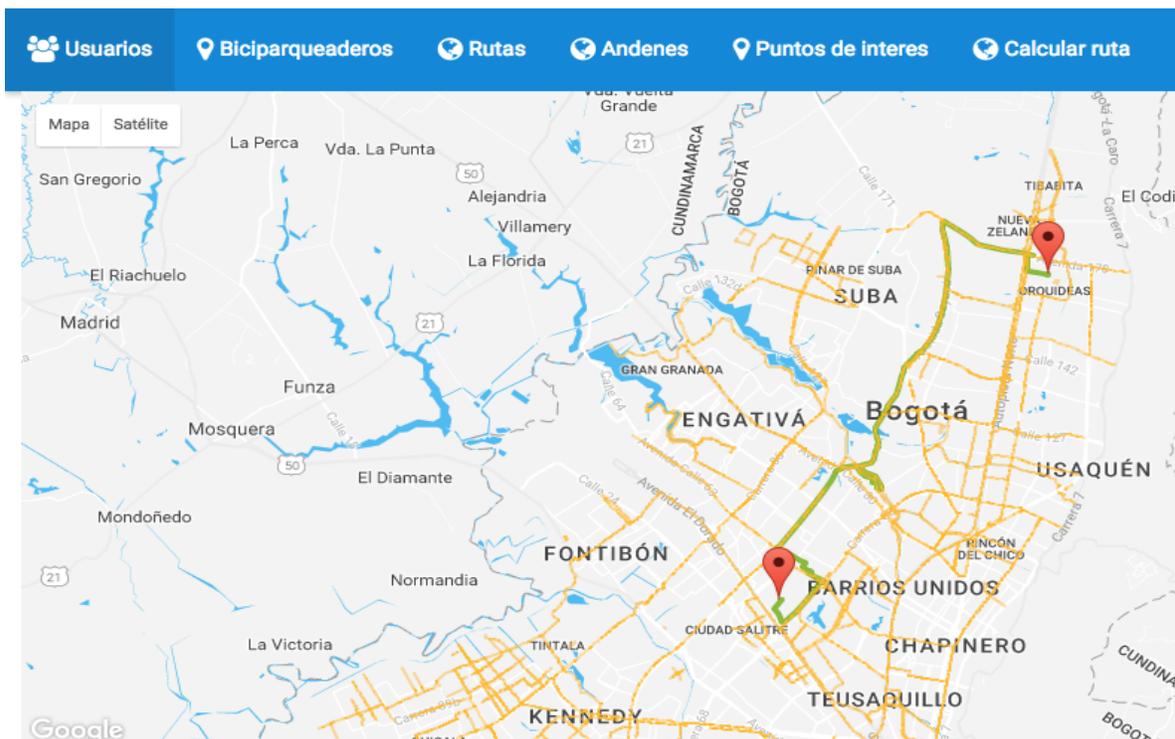


Figura 3.21. Cálculo de la ruta.

Fuente: Elaboración propia.

2. Para saber que la ruta trazada es diferente a las opciones ofrecidas por *Google Maps*, se realiza la prueba eligiendo caminata o en auto, se ingresan los mismos puntos desde el navegador *web* en la página de *Google Maps* y se obtienen los resultados de las figuras: Figura 3.22 y Figura 3.23. Obsérvese que las rutas trazadas son totalmente diferentes ya que están tomando las calles y vías de la ciudad.

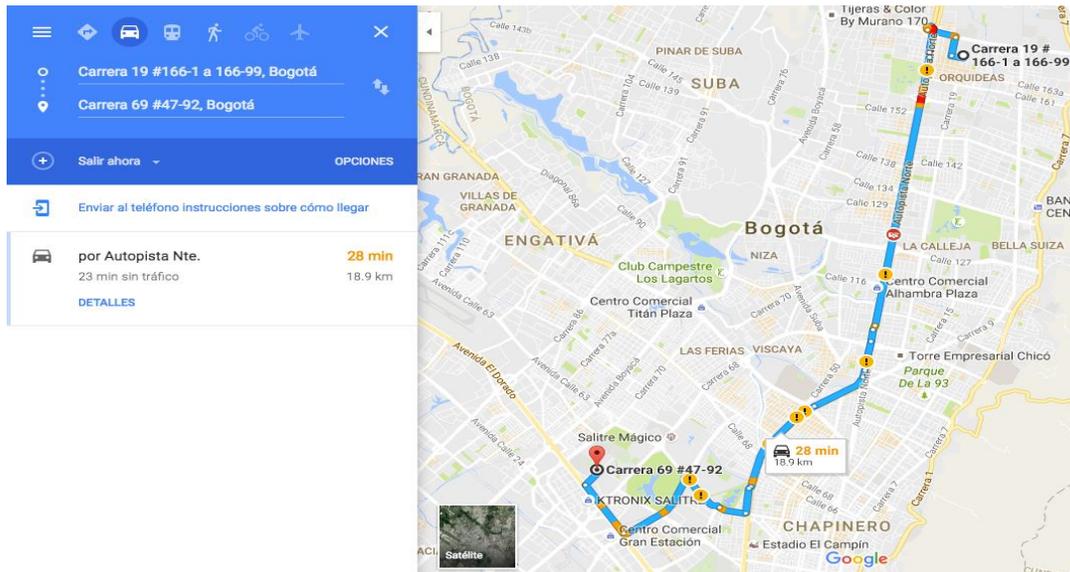


Figura 3.22. Cálculo de la ruta desde *Google Maps* opción automóvil.

Fuente: Elaboración propia.

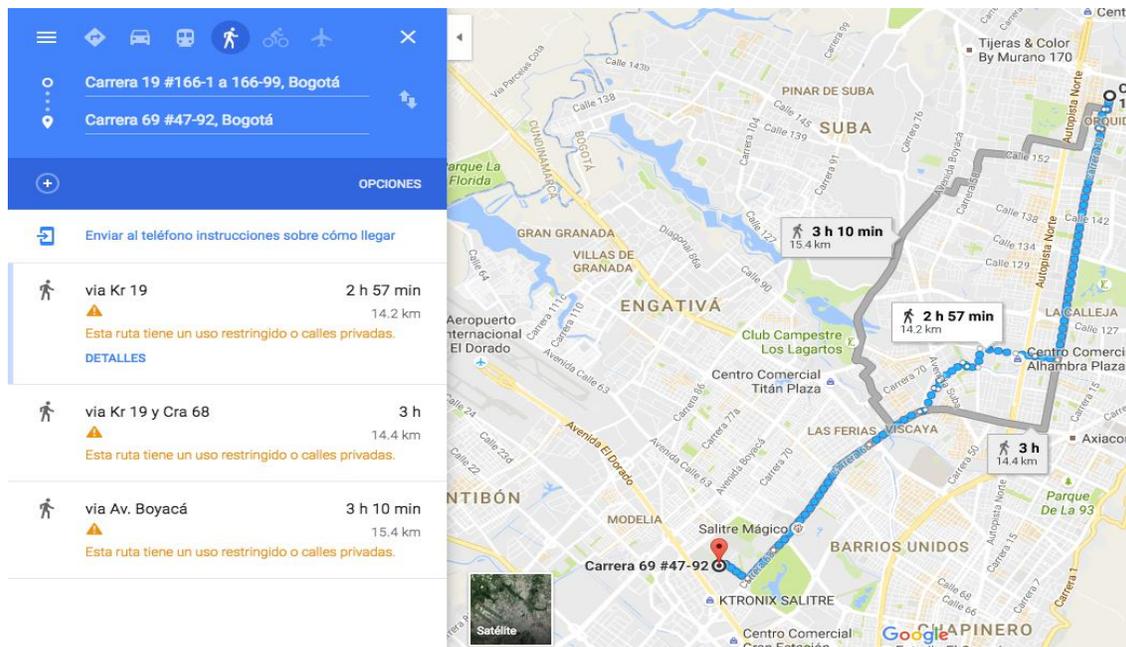


Figura 3.23. Cálculo de la ruta desde *Google Maps* opción caminata.

Fuente: Elaboración propia.

El diseño, programación e implementación de este algoritmo permite a los ciclistas transitar por espacios especialmente acondicionados para ellos, ya que herramientas como *Google Maps* no brindan la opción de calcular una ruta en bicicleta para la ciudad de Bogotá, tal y como se observa en la Figura 3.24, que al pasar el cursor del mouse sobre el icono de la bicicleta aparece un letrero que dice: “Bicicleta no disponible”.

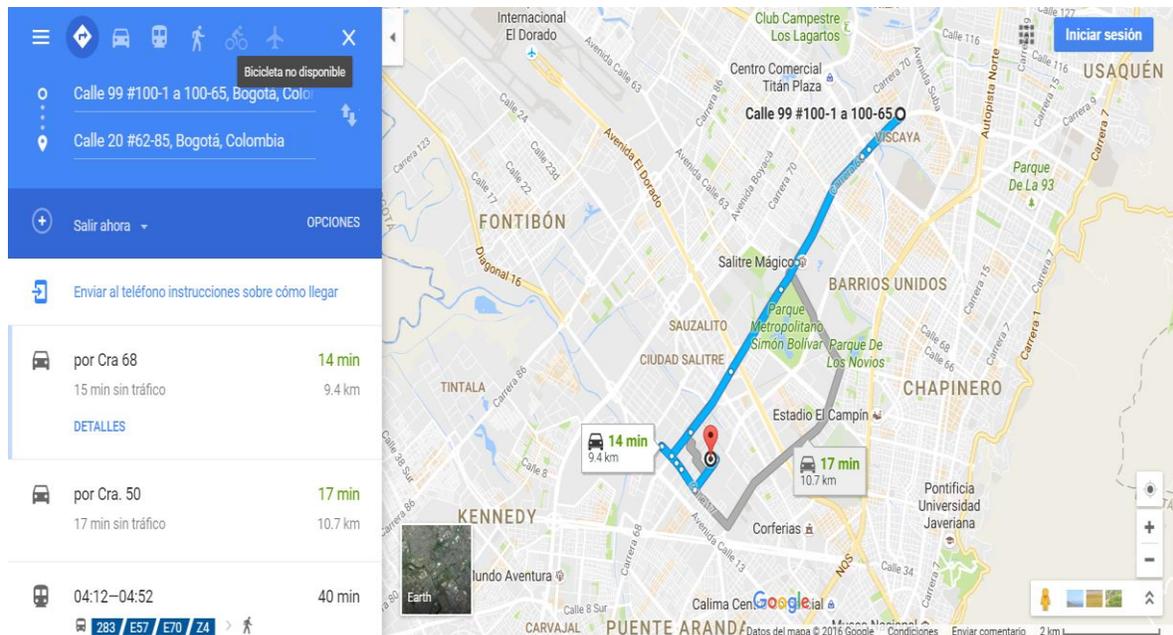


Figura 3.24. Opción bicicleta no disponible.

Fuente: *Google Maps*

3.4. Implementación

Para la implementación de la aplicación se realiza mediante el uso de servidores virtuales *Amazon Elastic Compute Cloud (Amazon EC2)* que es un servicio *web* que proporciona capacidad de cómputo con tamaño modificable en la nube. Dentro de sus características está en la de facilitar el desarrollo escalable basado en la *web*. La instancia configurada se muestra en el Anexo I.

Amazon EC2 proporciona las herramientas para crear aplicaciones resistentes a errores y aislarse de los casos de error más comunes. A continuación, se detallan algunos de los beneficios de *Amazon EC2* (*Amazon Web Services, Amazon EC2 – Hospedaje de servidores virtuales, 2012*):

- *Informática a escala web elástica:* permite el aumento o disminución de la capacidad en función de las necesidades en minutos, esto es controlado por el API del servicio *web*, haciendo que la aplicación sea escalable.
- *Control:* Acceso al directorio raíz de cualquier instancia sobre la cual se tenga control e interacción con ellas como con cualquier otra máquina.
- *Servicios de hospedaje en la nube flexibles:* elegir entre varios tipos de instancias, sistemas operativos y paquetes de software. Permite configurar el tamaño de la memoria, unidad centro del procesamiento (sus siglas CPU, del inglés: *Central Processing Unit*) y capacidad de almacenamiento.
- *Uso con otros Amazon Web Services:* Amazon EC2 trabaja con Amazon Simple Storage Service (*Amazon S3*), Amazon Relational Database Service (*Amazon RDS*), Amazon SimpleDB y Amazon Simple Queue Service (*Amazon SQS*) para proporcionar una solución completa para el procesamiento de consultas y almacenamiento para una gran variedad de aplicaciones.
- *De confianza:* El servicio se ejecuta en los centros de datos y la infraestructura de red acreditados por Amazon. Disponibilidad de 99.95% en nivel de servicio.
- *Seguridad:* Amazon EC2 funciona con Amazon Virtual Private Cloud (*Amazon VPC*) red sólida y segura para los recursos informáticos. En el tema de seguridad se destaca las instancias que se deben exponer en Internet y las que deben estar privadas, además la instancia se ubica en una VPC con un rango de IP que se especifique. Control de acceso entrante y saliente a la red desde y a las instancias, esto se realiza mediante los grupos de seguridad y las listas de control de acceso (ACL) de red.
- *Asequibilidad:* La tarifa que se paga es de acuerdo a la capacidad de cómputo que se use. Existen cuatro modelos de compra de instancias de Amazon EC2: bajo demanda (pago de una tarifa por hora especificada en la instancia usada), instancias reservadas (pago por reserva de

capacidad en una zona de disponibilidad específica) e instancias de subasta (permiten aumentar por capacidad informática de *Amazon EC2* que quede libre).

Dentro de *Amazon Elastic Compute Cloud (EC2)* es el servicio de *Amazon Web Services* usado para crear y ejecutar máquinas virtuales en la nube, denominadas “instancias”, para la aplicación se hizo uso de una máquina virtual de Linux en *Amazon EC2* en la capa de uso gratuita de AWS, dicha capa está diseñada para permitir obtener experiencia práctica con los servicios de la nube de AWS y está disponible durante 12 meses a partir de la fecha de inscripción. A continuación se muestran los pasos realizados para su configuración:

1. Lanzamiento de la instancia para crear y configurar la máquina virtual.
2. Configuración de la instancia:
 - Se especifica el software y las especificaciones que se deseen usar, por ejemplo, el sistema operativo.
 - Combinaciones de CPU para el tipo de instancia (memoria, almacenamiento y capacidad de red), en este caso se usó t2.micro que cuenta con una CPU virtual, una GigaByte en memoria y un procesador Intel Xeon de alta frecuencia (*Amazon Web Services*, 2016)
 - Elegir clave existente o crear una nueva. El par de claves se utiliza para iniciar sesión en la instancia, en el caso de Linux las claves son guardadas en el directorio de inicio .ssh.
 - Se genera la dirección IP pública de la instancia AWS.
3. Conexión a la instancia mediante la IP pública.

Capítulo 4

4. Resultados, validación, protocolo de pruebas y recomendaciones

4.1. Resultados

En relación con la formulación del proyecto y su alcance, se puede destacar el cumplimiento del objetivo general planteado. Para dar plena evidencia de este logro, se documentan los resultados obtenidos al realizar pruebas a la aplicación móvil como producto resultado de la metodología implementada en el diseño de una aplicación móvil para ciclistas; además, se incluyen en el Anexo E, el manual de usuario de la aplicación móvil desarrollada en *Android*.

Igualmente se puede resaltar el desarrollo profesional del autor del proyecto junto con la asesoría del director. Su experiencia además de ser útil para la ejecución, igualmente se vieron compensados por el aporte que el proyecto entregó a su vocación investigativa.

El desarrollo del trabajo estuvo enfocado en el desarrollo del software mediante una metodología con componentes de investigación exploratoria y descriptiva, a partir de los requerimientos identificados. Para validar la metodología resultante se diseñó e implementó una aplicación, en la que inicialmente se realizó una revisión, documentando algunos elementos relacionadas al desarrollo de aplicaciones en *Android*, además de contextualizar la situación actual con respecto a aplicaciones relacionadas a enrutamiento mediante el uso de ciclorutas enfocadas a los usuarios de bicicleta dentro de ciudad, para ello se realiza la búsqueda de aplicaciones en la tienda oficial “*Play Store*”.

Esta revisión fue dividida en cinco partes las cuales se presentan en el capítulo uno, en la primera parte se detallan en términos generales la movilidad en Bogotá. La segunda y tercera parte abarcan las principales características, funcionalidades, finalidad, entre otras de cada una de las aplicaciones en el contexto internacional y nacional. Se realizan cuadros comparativos que permitieron evidenciar las diferencias entre cada una de ellas. Con respecto al análisis realizado para las aplicaciones a nivel nacional adicional se evaluaron las ventajas y desventajas que tienen, a fin de tenerlas en cuenta en el diseño de la aplicación.

La cuarta parte se realiza un análisis de la situación actual de las aplicaciones analizadas en la segunda y tercera parte, se hace un resumen teniendo en cuenta las siguientes características: interfaz gráfica, lógica de la aplicación e interfaces, aplicación multiplataforma y las funcionalidades principales y secundarias. La segunda, tercera y cuarta parte fueron elementos tomados como insumo para el desarrollo de la aplicación, se detectó que las aplicaciones para ciclistas para descarga a *smartphone* con sistema operativo *Android*, actualmente disponibles para la ciudad de Bogotá, no cuentan con la información de las ciclorutas y bicirreles de la ciudad, falta de información del estado de la cicloruta, ubicación de los cicloparqueaderos, estos ítems fueron tenidos en cuenta en el desarrollo de las funcionalidades de la aplicación.

De la revisión realizada se obtuvo como resultado dos ítems:

1. Encuesta de movilidad: en la cual se identificaron los motivos del NO uso de la bicicleta, los cuales son: percepción de los usuarios en largos tiempos en el desplazamiento de sus trayectos, la información no se encuentra actualizada con respecto al sistema de red de ciclorutas, cicloparqueaderos y puntos de interés para los ciclistas.
2. Contexto general de las aplicaciones a nivel nacional e internacional: se detectaron falencias la información no actualizada en las aplicaciones usadas para ciclistas y la falta de integración de las funcionalidades en una sola herramienta. Dentro de las fortalezas identificadas se tomaron ejemplos de funcionalidades para complementar el diseño de la aplicación móvil.

Cabe anotar que en la revisión realizada permite el desarrollo de una metodología como alternativa para guiar el desarrollo de una aplicación enfocada a ciclistas de la ciudad de Bogotá.

En la quinta parte se plantea la problemática, donde se estructurada indicando temas relacionados a la movilidad dentro de la ciudad de Bogotá generando que se busquen medios alternativos como la bicicleta, seguido de las aplicaciones para dispositivos móviles que funcionan en *Android* enfocadas a ciclistas, revisando a nivel internacional las cuatro con mayor número de descargas en el *play store* y a nivel nacional en el caso específico de Bogotá las tres con elementos de enrutamiento y por último con los elementos anteriores el planteamiento de una solución tecnológica que permita ayudar a los usuarios de bicicleta de la ciudad.

Por otro lado, se identificaron las necesidades de los ciclousuarios, mediante la recolección de la información primaria a través de encuestas por cuestionario, con la ayuda de la ecuación planteada por Lohr (Lohr, 2006) expuesta en el capítulo dos, el número representativo arrojado del diseño muestral fue de 384 encuestas para aplicar en campo a los ciclousuarios. Posteriormente se procedió a realizar el diseño del instrumento, para ello se realizó el pilotaje que incluyó dos validaciones del mismo mediante la aplicación de 28 encuestas aleatoriamente tanto presencial como virtual a usuarios de la bicicleta, analizando si las preguntas eran entendibles y la estructura del instrumento era la adecuada. Una tercera validación realizada fue una entrevista con un usuario frecuente de la bicicleta, el cual permitió determinar que las preguntas fueran de múltiple respuesta e incluir dos preguntas adicionales. El instrumento obtenido se dividió en cuatro secciones: generalidades, información del viaje en bicicleta, preguntas y comentarios, esto para hacer organizada, entendible y estructurada la encuesta a aplicar.

Las encuestas aplicadas permitieron el análisis y determinación de escenarios que llevaron a la creación de la aplicación desde un punto de vista práctico y que fuese acorde con las necesidades de los ciclousuarios. La recolección de información no se sesgó a grupos particulares, lo que permitió identificar las funcionalidades de la aplicación, realizando 384 encuestas como parte del diseño muestral, adicionalmente para diversificar las respuestas obtenidas y desarrollar las funcionalidades de la aplicación, la encuesta fue realizada en ocho puntos distribuidos así: tres son puntos de aforos (basados en un estudio realizado por la secretaria de movilidad de Bogotá), dos colectivos de bicicleta (BiciEscuela y FontiRueda), un punto de encuentro de ciclistas (BikeLab) y dos puntos en la cicloavía.

La identificación de los indicadores de la encuesta de movilidad, el contexto general a nivel nacional e internacional y la tomada de información en campo hacen parte de la revisión de los principios teórico – prácticos de la investigación exploratoria y descriptiva que sirvieron de insumo que involucra el desarrollo de una aplicación móvil para ciclousuarios, que corresponde al resultado de la metodología aplicada. Dentro de los requerimientos para la aplicación se tiene lo siguiente:

1. Trazado de la ruta incluyendo la red de ciclorutas.
2. Ubicación de cicloparqueaderos.
3. Puntos de interés: Talleres de reparación bicicletas.
4. Guarda el historial de las rutas transitadas.
5. Reporta el estado de la Cicloruta.
6. Eventos y tips.

7. Información integrada en una sola aplicación.

El trabajo realizado en campo permitió una interacción directa con los ciclousuarios, su entorno, sus necesidades y las demandas de cada uno de ellos, permitiendo depurar información innecesaria y validando la encuesta, la cual fue aplicada a ciclousuarios pertenecientes a colectivos de bicicleta, transeúntes y personas asistentes a la ciclovía del domingo. Con ayuda de la información recolectada se logró desarrollar una herramienta que brinde información de interés para los ciclousuarios, permitiendo un uso adecuado de la infraestructura existen para dicha población.

4.2. Validación

A continuación, se muestran el resultado final del producto para validar la metodología aplicada en la investigación exploratoria y descriptiva.

4.2.1. Producto obtenido

Los resultados de la aplicación móvil para ciclousuarios con respecto a la interfaz gráfica, vista desde el administrador *web* y la implementación en *smartphones* con sistema operativo *Android* versión 4.4 o superior. Es una aplicación tipo nativa, la cual funciona solo para este tipo de sistema operativo, y hace uso de las funcionalidades del teléfono, en este caso el gps, permitiendo que se adapte a las características del teléfono móvil. El diseño de la aplicación tiene tres elementos principales: lógica (lo que hace la aplicación), interfaz (la forma como se muestra la información al usuario) y persistencia (almacenamiento de los datos, en este caso, la base de datos y el motor geoespacial).

4.2.1.1. Administrador web

En cuanto al administrador *web* para la gestión y administración de los datos en la aplicación móvil, se obtuvo siguiente resultado:

1. Mapa de la ciudad de Bogotá con la red de ciclorutas y bicicarriles, ver Figura 4.1.

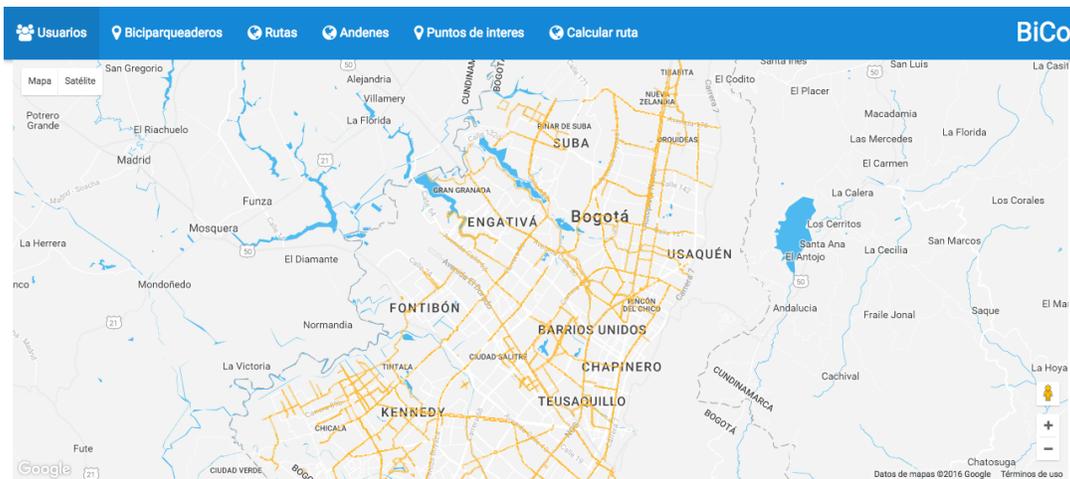


Figura 4.1 Ciclorutas y bicarriles.

Fuente: Elaboración propia.

2. Listado de cicloparqueaderos con nombre y ubicación. Ver Figura 4.2.

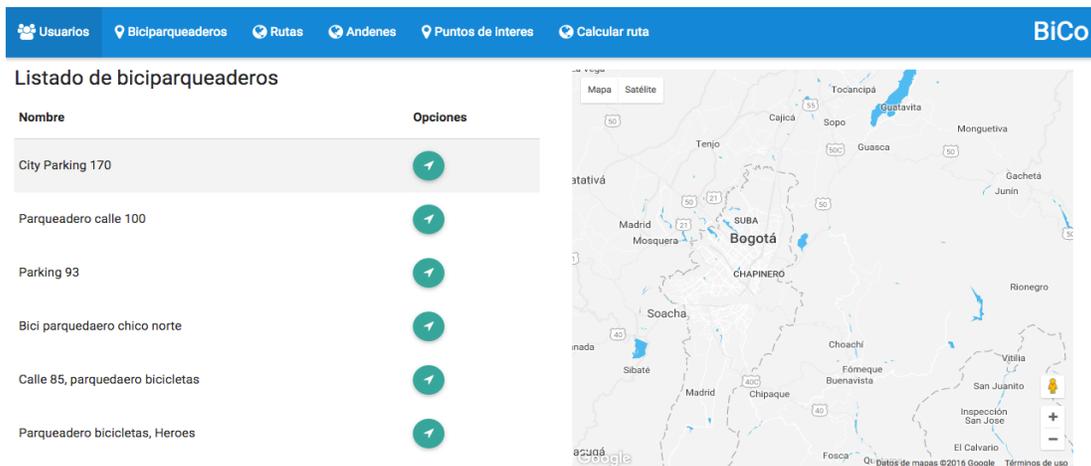


Figura 4.2 Listado de cicloparqueaderos.

Fuente: Elaboración propia.

3. Listado de ciclorutas con dirección y longitud de la misma. Ver Figura 4.3

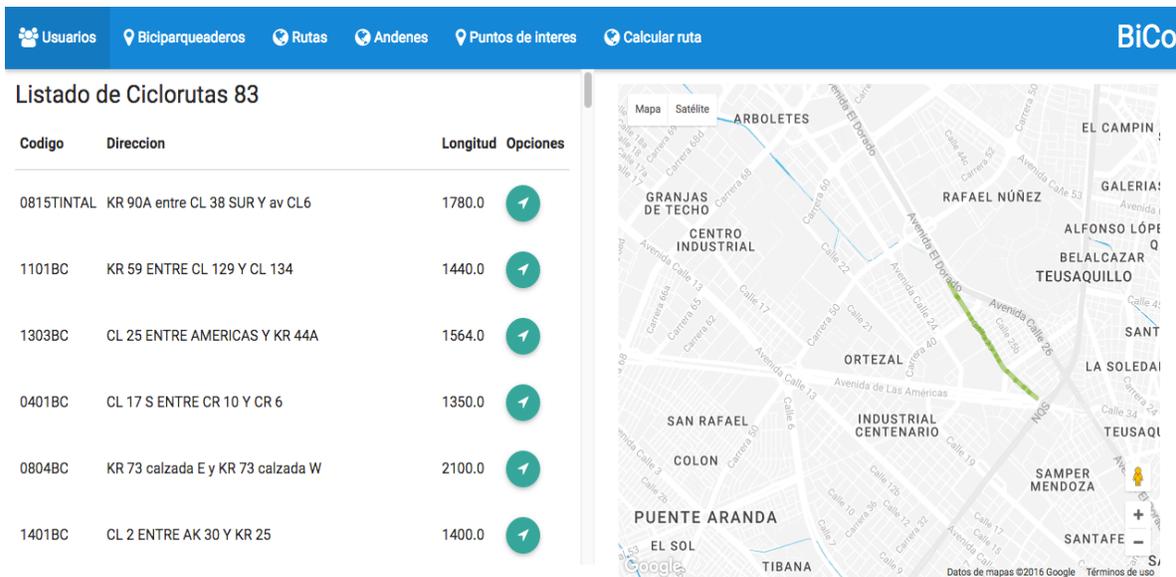


Figura 4.3 Listado de ciclorutas.

Fuente: Elaboración propia.

4. Cálculo y trazado de una ruta desde un punto origen a un punto destino sobre un mapa, teniendo en cuenta la red de ciclorutas y bicarriles. Ver Figura 4.4.

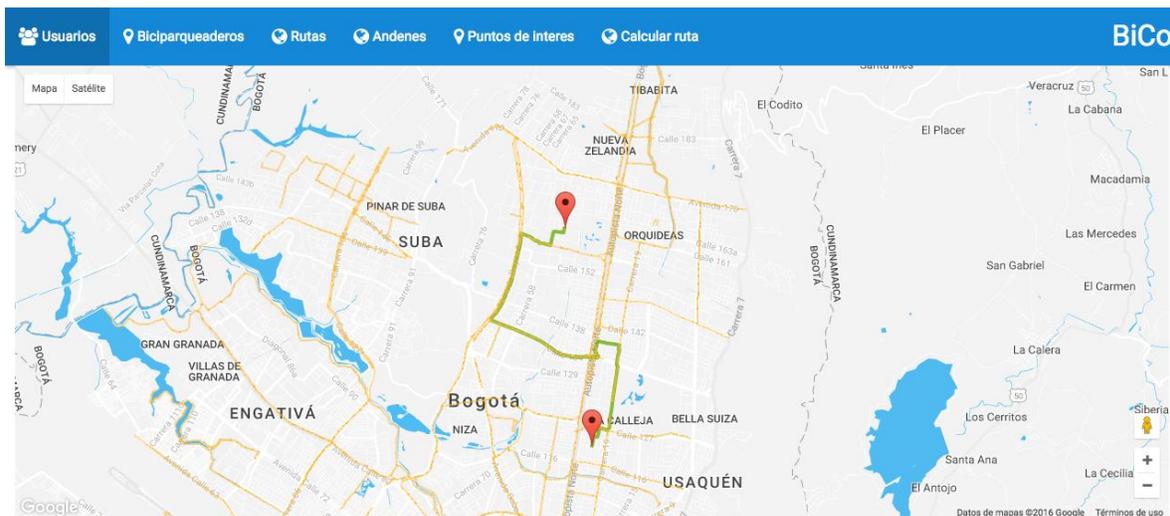


Figura 4.4 Cálculo de ruta.

Fuente: Elaboración propia.

5. Usuarios registrados en el sistema. Figura 4.5

Usuarios Bicparqueaderos Rutas Andenes Puntos de interes Calcular ruta BiCo			
Usuarios			
Usuario	Nombres	Apellidos	Último ingreso
test01	Test	App	Nov. 7, 2016, 10:10 p.m.
test02	Test	App	Nov. 7, 2016, 10:10 p.m.
test03	Test	App	Nov. 7, 2016, 10:10 p.m.
test04	Test	App	Nov. 7, 2016, 10:10 p.m.
test05	Test	App	Nov. 7, 2016, 10:10 p.m.
test05	Test	App	Nov. 7, 2016, 10:10 p.m.
test05	Test	App	Nov. 7, 2016, 10:10 p.m.

Figura 4.5 Usuarios registrados.

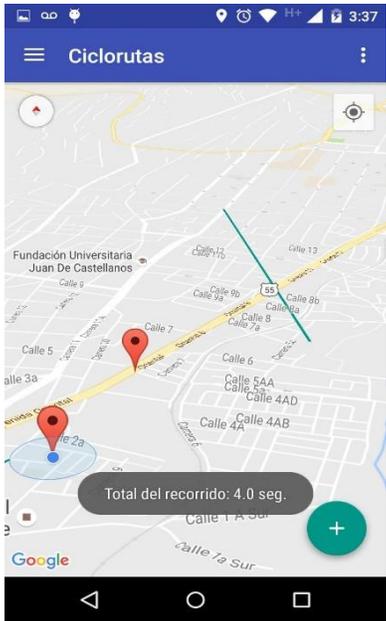
Fuente: Elaboración propia.

4.2.1.2. *Aplicación móvil*

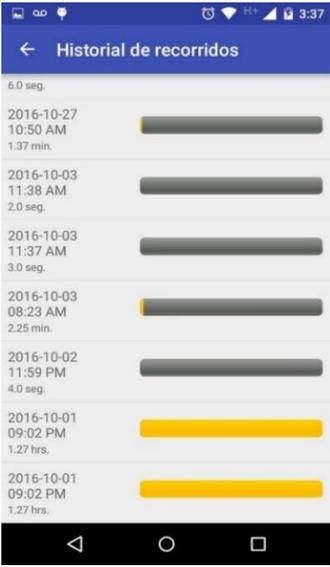
En cuanto a los resultados logrados del diseño y desarrollo de software en la aplicación móvil, se destacan los relacionados en la Tabla 4.1, indicando la funcionalidad e imagen respectiva.

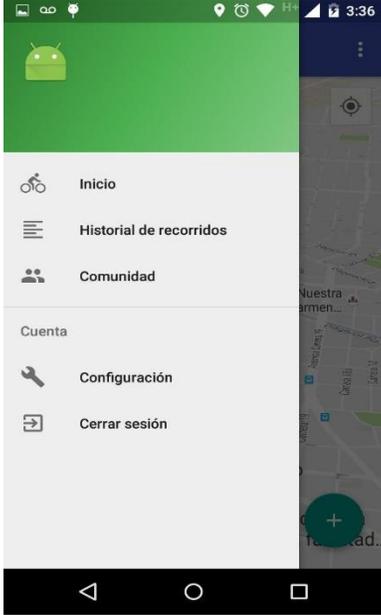
Tabla 4.1. Resultados del diseño y desarrollo del software

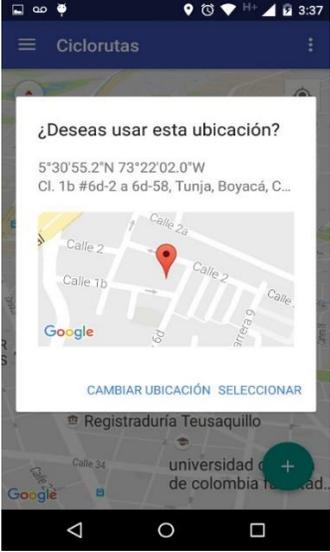
Funcionalidad	Resultado
Registro de un usuario en la aplicación móvil desde su <i>smarthphone</i> .	 <p>Figura 4.6 Registro de un usuario.</p> <p>Fuente: Elaboración propia.</p>

Funcionalidad	Resultado
<p>Inicio de sesión de un usuario en la aplicación móvil desde su <i>smarthphone</i>.</p>	 <p>Figura 4.7 Inicio de sesión.</p> <p>Fuente: Elaboración propia.</p>
<p>La información actualizada con mapas georreferenciados de la red de ciclorutas y/o bicisarriles de la ciudad de Bogotá y duración del recorrido.</p>	 <p>Figura 4.8 Red de ciclorutas y/o bicisarriles.</p> <p>Fuente: Elaboración propia.</p>

Funcionalidad	Resultado
<p>Cálculo de una ruta que incluye la red de ciclorutas y/o bicarriles para llegar desde un punto origen hasta un punto de destino, la que es trazada sobre el mapa de <i>Google Maps</i> que usa la aplicación móvil.</p>	 <p>Figura 4.9 Cálculo de la ruta.</p> <p>Fuente: Elaboración propia.</p>
<p>Información sobre la cicloruta y envió de la calificación con respecto al estado del pavimento, iluminación y señalización de la misma.</p>	 <p>Figura 4.10 Calificación estado cicloruta.</p> <p>Fuente: Elaboración propia.</p>

Funcionalidad	Resultado
<p>Agregar de puntos de interés para el usuario de carácter público y/o privado como: almacenes de bicicletas, talleres de reparación, puntos de hidratación, entre otros.</p>	 <p>Figura 4.11 Agregar punto de interés público y/o privado.</p> <p>Fuente: Elaboración propia.</p>
<p>Historial de la ruta realizada con información del tiempo gastado en hacer el recorrido.</p>	 <p>Figura 4.12 Historial de recorridos.</p> <p>Fuente: Elaboración propia.</p>

Funcionalidad	Resultado
<p>Menú principal para acceder a las funcionalidades principales de la aplicación, historial de recorridos, comunidad con información de eventos para los ciclousuarios, configuración y terminar la sesión activa dentro de la aplicación.</p>	 <p>Figura 4.13 Menú principal.</p> <p>Fuente: Elaboración propia.</p>
<p>Acceso a las funcionalidades principales de la aplicación: buscar biciparqueadero, añadir punto de interés, puntos para el cálculo de la ruta (inicio de ruta y fin de ruta).</p>	 <p>Figura 4.14 Funcionalidades principales.</p> <p>Fuente: Elaboración propia.</p>

Funcionalidad	Resultado
<p>Acceso a información general sobre eventos para ciclistas.</p>	 <p>Figura 4.15 Funcionalidades principales.</p> <p>Fuente: Elaboración propia.</p>
<p>Muestra la ubicación actual del usuario en el mapa de la aplicación.</p>	 <p>Figura 4.16 Ubicación actual.</p> <p>Fuente: Elaboración propia.</p>

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a software se puede mencionar: para el funcionamiento de la aplicación móvil para ciclistas se requiere la conexión con el servidor *web* implementado en *Amazon*, con una IP pública, ya que permite hacer las consultas sobre el cálculo de la ruta, ubicación de cicloparqueaderos, consulta de puntos de interés y demás información que contiene la aplicación. Los datos con respecto a la red de ciclorutas y bicirreles pueden ser actualizados, subiendo la información a la base de datos en formato *shape*.

Para el diseño, la programación e implementación de la aplicación, se hizo lo siguiente: se desarrolló la lógica del servidor usando el framework de desarrollo *Django*, que por medio de una base de datos *PostgreSQL* con el complemento de datos geográficos *PostGIS*, que contienen la información de las rutas y demás información que usa la aplicación como cicloparqueaderos, eventos y puntos de interés. Además, extrae la información de todos los datos y los entrega al usuario final de una forma fácil y eficiente, por medio de un navegador *web*, que es gestionable y administrable.

La funcionalidad principal de la aplicación corresponde al cálculo de la ruta desde un punto origen a un punto destino, para ello se hacen peticiones al servidor, el cual atiende las peticiones y a su vez consulta en *Django* la ruta; pero debido a que no se cuenta con toda la información del mapa de la ciudad de Bogotá en formato *shapefile*, usa la API de *Google Maps* que calcula las distancias intermedias, para el paso entre una cicloruta y otra, para realizar la conexión entre estas. En este caso, se envían los dos puntos que se desean conectar que corresponden al punto donde termina una cicloruta y el punto donde comienza la otra cicloruta con la que se desea conectar.

El software de la aplicación móvil instalada en el *smartphone*, escrito en programación orientada a objetos Java, permitió el diseño de la interfaz gráfica de las vistas, de cara al ciclistas, para ello se hizo uso de la herramienta *Android Studio*.

4.3. Protocolos de pruebas

El protocolo de pruebas se diseñó con el fin de realizar las pruebas que permitieron comprobar el correcto funcionamiento de la aplicación móvil en *Android*, para usuarios de bicicleta que transitan en la ciudad de Bogotá.

El protocolo contiene por cada funcionalidad lo siguiente: número de la prueba, descripción del módulo o funcionalidad para realizar la prueba, lo que se desea validar (objetivos), las condiciones, el flujo principal que se debe seguir, el resultado previsto y la respuesta del sistema. Lo anterior permite detectar fallas de la aplicación y realizar los ajustes pertinentes para su correcto funcionamiento, de acuerdo con el resultado obtenido.

4.3.1. Requisitos para las pruebas

- Teléfono móvil con sistema operativo *Android* versión 4.4 o superior.
- Acceso a internet.
- Aplicación previamente instalada en el *smartphone* con el archivo APK.

4.3.2. Funcionalidades y resultados obtenidos

En la Tabla 4.2 se detalla el formato usado para las pruebas de cada una de las funcionalidades de la aplicación móvil. En el Anexo J se muestra el protocolo implementado, mediante el cual se evaluaron cada una de las funcionalidades de la aplicación móvil y los resultados obtenidos por las pruebas realizadas con un usuario, quien instalaron el archivo .apk en su *smartphone*.

Tabla 4.2. Formato para las pruebas.

Funcionalidad	Número de la funcionalidad.
Descripción	Módulo o funcionalidad para realizar la prueba.
Objetivos	Lo que se desea evaluar o validar.
Flujo	Pasó a paso para evaluar la funcionalidad respectiva.
Condiciones	Entorno y restricciones para realizar las pruebas.
Resultado esperado	Resultado previsto.
Resultado obtenido	Respuesta del sistema.

Fuente: Elaboración propia.

El resumen y resultado obtenido de cada una de las pruebas por funcionalidad, se muestran Tabla 4.3.

Tabla 4.3. Resultado de pruebas de las funcionalidades.

Número	Funcionalidad	Resultado obtenido
1	Registrarse en el Sistema	Correcto
2	Agregar punto de interés público o privado.	Correcto
3	Eliminar punto de interés privado.	Correcto
4	Ver puntos de interés público e interés privado.	Correcto
5	Cálculo de la ruta con un punto de inicio y fin de ruta.	Correcto
6	Ver historial de rutas recorridas.	Correcto
7	Calificar estado de la cicloruta.	Correcto
8	Ver eventos para ciclousuarios.	Correcto
9	Buscar biciparqueadero.	Correcto
10	Salir del sistema.	Correcto

Fuente: Elaboración propia.

Al realizar las pruebas de cada una de las funcionalidades se comprobó que la aplicación móvil integró hardware y software, y fue capaz mostrar a los usuarios, la ejecución de cada una de las funcionalidades dando la información solicitada. La aplicación cuenta con una interfaz de fácil manejo e intuitiva lo que permitió a los usuarios relacionarse fácilmente con cada una de sus características.

La información enviada por la red de datos, se direcciona al servidor https usando la programación en Python. La lógica implementada permite el almacenamiento de los datos de los usuarios. Este proceso se puede realizar, mediante el uso de la interfaz gráfica de usuario a la cual accedió mediante un previo registro, definiendo usuario y contraseña que le permite mantener una sesión activa para el uso de la aplicación, así mismo permitió finalización de la misma. La interfaz permitió el envío de datos como la ubicación de los puntos de interés, nombre y descripción, además de clasificar un punto como público o privado. Para validar los puntos de interés privados, cada usuario ubicó en el mapa de la aplicación los puntos respectivos y se observó que solamente eran visualizados en la interfaz gráfica por el usuario que lo había agregado, con el ícono que lo identifica, mostrando equivalencia entre la clasificación dada al punto y la forma gráfica de identificarlo.

La interfaz desarrollada muestra la ubicación actual del usuario sobre el mapa de *Google*, lo que garantizó la ubicación de dos marcadores uno para el punto de inicio y otro para punto de fin para el cálculo de la ruta. La ruta fue trazada y dibujada correctamente sobre el mapa teniendo en cuenta la red de ciclorutas y bicicarriles, esto garantiza que el algoritmo desarrollado generó la ruta, teniendo

en cuenta las condiciones usadas en el diseño e implementación del mismo. Los usuarios de pruebas, en su percepción indicaron que la funcionalidad les permitía planificar su ruta y desplazarse de una forma segura en la ciudad.

La calificación del estado de la cicloruta, se realizó mediante la selección de estrellas por cada ítem a calificar y a su vez muestra la información de la cicloruta con su nombre, longitud y calificación por estado de la vía, señalización e iluminación.

La interfaz desarrollada muestra la ubicación actual del usuario sobre el mapa de *Google*, lo que garantizó el ingreso de un punto de inicio y punto de fin para el cálculo de la ruta. La ruta calculada fue trazada incluyendo la red de ciclorutas y bicicarriles, esto garantiza que el algoritmo desarrollado generó la ruta, teniendo en cuenta las condiciones usadas en el diseño e implementación del mismo.

Los usuarios lograron almacenar los recorridos realizados y así mismo ver el historial respectivo con fecha, hora y duración de la ruta, desde el menú principal de la aplicación. Desde la opción de comunidad los usuarios consiguieron ver los ciclopaseos que se encuentran registrados. Para la búsqueda de un cicloparqueadero, en la interfaz gráfica se visualizó la opción de “Buscar Bicicicloparqueadero” y al seleccionarla en el mapa se mostraron la ubicación de los mismos.

En resumen, el desarrollo de la aplicación para ciclousuarios de la ciudad de Bogotá, calcula y traza una ruta teniendo en cuenta la red de ciclorutas y bicicarriles, sobre un mapa y muestra funcionalidades secundarias como puntos de interés, búsqueda de cicloparqueaderos, calificación del estado de la cicloruta e información de eventos y tips, de acuerdo a la recolección de información y situación actual de las aplicaciones para ciclousuarios, cumplió el objetivo general y los objetivos específicos propuestos desde la formulación en el anteproyecto. Lo anterior, me permitió aplicar los conocimientos adquiridos a nivel laboral e incursionar en la investigación aplicada, desarrollar de habilidades en programación y recolección de información primaria, este trabajo me ayudó a adquirir experiencia investigativa.

4.4. Recomendaciones

- Para futuros desarrollos con respecto al uso de aplicaciones se tengan en cuenta la dirección de la cicloruta y/o bicicarril con el fin de indicarle al usuario el sentido de la vía.
- En mejoras a la aplicación se le incluya la funcionalidad de ingresar la dirección del punto de origen hasta el punto destino, para darle mayor precisión en cuanto a la ubicación y además el cálculo de la ruta sea más preciso, para ello es necesario incluir en el diseño de la arquitectura la aplicación.
- Para futuros desarrollos con respecto al cálculo de la ruta sería importante contar con todo el mapa georreferenciado de la ciudad de Bogotá, así no se hace necesario el uso de complementar el trazado con la información de coordenadas almacenada en *Google Maps* y se puedan contemplar más variables como el estado de la vía.
- Para evaluar el impacto sobre la comunidad sería importante realizar un estudio comparativo de las aplicaciones existentes, con respecto a la aplicación desarrollada; teniendo en cuenta las ventajas, desventajas de estas y saber si la aplicación solventa las falencias de las aplicaciones en sistema operativo Android.

Conclusiones

- ✓ La metodología ágil implementada y para el desarrollo de la primera etapa que corresponde al análisis, se obtuvieron los requerimientos a partir de la contextualización de las aplicaciones para ciclistas; lo que permitió el análisis de las aplicaciones móviles existentes a nivel internacional entre las cuales se eligieron las cuatro con mayor número de descargas en el *play store* y a nivel nacional caso específico de Bogotá las tres con elementos de enrutamiento. A partir de estas, se definieron las principales características de cada aplicación, destacando la localización de la ciclovía, locales para alquilar bicicletas, talleres de reparación de bicicletas, cicloparqueaderos, listado con puntos de interés, breve descripción sobre el funcionamiento, sus ventajas como visualización de las ciclorutas sobre un mapa, trazado de la ruta y desventajas como no reconocer la localización y lentitud en la visualización del mapa, lo cual sirvió de insumo complementándolo con los resultados obtenidos a partir del análisis de las encuestas aplicadas a los usuarios en campo para el diseño de funcionalidades de la aplicación, las cuales se lograron integrar en una sola aplicación; adicional el cálculo de la ruta desde un punto origen a un punto destino teniendo en cuenta la red de ciclorutas, calificación del estado de la cicloruta, búsqueda del cicloparqueadero más cercano a la posición actual del usuario, agregar y/o eliminar puntos de interés, además de la visualización de las ciclorutas sobre el mapa de Bogotá e información para la comunidad (tips y eventos); muchas de las características que tienen estas aplicaciones no funcionan adecuadamente, de acuerdo a lo expuesto por los usuarios en la sección de opinión y calificación en el *play store* exponen su inconformidad con algunas de estas.
- ✓ De acuerdo a los hallazgos encontrados en la contextualización de las aplicaciones a nivel nacional e internacional y las necesidades detectadas en las encuestas aplicadas, se clasificaron los requerimientos y personalizó el servicio donde los ciclistas querían contar con dos funcionalidades principales: el primer elemento es trazar la ruta desde un punto de origen a punto destino teniendo en cuenta como prioridad el sistema de ciclorutas y bicis de la ciudad de Bogotá, el cálculo se realiza mediante un algoritmo, a partir de la heurística que usa estrategia voraz complementada con el algoritmo de *backtracking*, la solución dada se apoya en una aproximación al resultado que se busca, esta funcionalidad le permite a los

ciclousuarios, tener el conocimiento para realizar desplazamientos de forma segura por carriles especialmente diseñados para ellos, además la percepción obtenida a partir de las pruebas realizadas por los usuarios indican que es una funcionalidad práctica y útil para hacer un uso adecuado de la infraestructura ciclista, porque pueden planificar la ruta, esto es realizado gracias a la lógica desarrollada en *Django* porque es un *framework* que recurre al uso de *Google Maps* API para el cálculo de rutas intermedias y así entregar la ruta completa al usuario desde el punto origen al punto destino. El segundo elemento es calificar el estado de la cicloruta y bicicarril de acuerdo a tres características: estado de la vía, iluminación y señalización, esta funcionalidad se decidió implementar porque en la encuesta realizada 203 usuarios estarían dispuestos a calificarla, para ello el usuario tiene la opción de valorar cada característica de uno a cinco siendo cinco el mejor estado, de modo que cuando otro usuario decida consultar sobre el estado de una cicloruta tendrá la calificación promedio realizadas por otros usuarios, esto le permite a los usuarios tener información del estado de la ciclorutas que usarían en su recorrido y ser precavidos al momento de transitar por ellas.

- ✓ Con base en la información recolectada mediante la encuesta realizada se observó la necesidad de crear una funcionalidad denominada puntos de interés, porque la mayoría de los usuarios estarían dispuestos a enviar información a la aplicación, para mantenerla actualizada, en la cual los usuarios pueden añadirlos en el mapa y así otros usuarios estarán informados donde están ubicados, por ejemplo, los talleres de reparación de bicicletas. Los puntos de interés están clasificados como públicos o privados esto quiere decir que pueden ser visibles a todos los usuarios de la aplicación (públicos) o en caso contrario solo serán propiedad del usuario que lo agregó (privados), cada punto está clasificado y se identifica en el mapa con un icono predeterminado. Esta característica de la aplicación permite que la comunidad de usuarios tenga un mejor conocimiento del entorno ciclista con la información de interés. Otra de las funcionalidades es la búsqueda del cicloparqueadero más cercano a la posición actual y adicional traza la ruta para llegar a este. Los puntos de interés y los cicloparqueaderos son proyectados sobre el mapa base dependiendo del área que se esté visualizando, los íconos varían según el que se seleccione al momento de crearlo. Adicionalmente la aplicación guarda el historial de los recorridos con la fecha, hora y duración de lo que el usuario ha realizado. Brinda información sobre tips y eventos de interés para ciclousuarios. La integración de las funcionalidades es una ventaja con respecto a las aplicaciones en *Android*, disponibles en el Play Store para ciclousuario, porque todo está en

una sola herramienta al alcance del usuario, además de crear una comunidad solidaria puesto que la información es reportada por otros usuarios con los mismos intereses. Por otro lado, la implementación de estas funcionalidades beneficia a los usuarios porque mejoran su movilidad dentro de la ciudad y hacer uso eficiente la infraestructura ciclista.

- ✓ En caso dado que se necesiten actualizar la red de ciclorutas y bicarriles se debe tener la información en formato *shape* porque contiene la información de datos espaciales almacenando la ubicación e información de atributos de entidades geográficas, esto puede ser cargado mediante al administrador *web*, de modo que se garantiza una fácil actualización de datos. La información que se tiene en el archivo *shape* brinda la ubicación de las ciclorutas y sus coordenadas respectivas, la cual fue información suministrada por el Instituto de Desarrollo Urbano (IDU) y su objetivo principal es brindar información sobre la infraestructura, adicionalmente son mapas que no están preparados digitalmente para ser consumidos por un dispositivo móvil y no brindan información del nombre de los sitios por ejemplo nombres de iglesias; en cambio *google maps* se usa para optimizar la proyección de la ciclorutas sobre el mapa real, calcular los tramos faltantes para brindar una ruta completa a un usuario y mostrar información actualizada, debido a que este contiene metainformación sobre las vías de Bogotá y devuelve una mejor aproximación desde un punto origen a un punto destino, ya que el uno de los objetivos principales de *google maps* es brindar una base para proyectar información geográfica sobre mapas preparados digitalmente para ser consumidos por un dispositivo móvil con sistema operativo *android*.

- ✓ En cuanto al diseño de la aplicación está soportada en una arquitectura cliente – servidor y modelo vista controlador, lo que garantiza que la administración de los recursos este centralizada en el servidor, evitando información redundante o inconsistente en la base de datos y se pueden agregar o eliminar usuarios sin que el funcionamiento de la aplicación se vea afectado. En este caso la aplicación está compuesta por cuatro partes: servidor, dispositivo móvil, administrador *web* y el Api de *google maps*. El administrador *web* y el dispositivo móvil, que está conformado por el *smartphone*, la aplicación móvil y la base de datos SQLite; ambos son considerados clientes dentro de la arquitectura. El servidor contiene la base de datos y la aplicación en *django* para atender las peticiones y transacciones que se realizan al servidor por parte del administrador *web* y el dispositivo móvil, allí es donde se ejecutan los algoritmos, administra y ofrece información al cliente “dispositivo móvil” sobre

rutas, cicloparqueaderos, puntos de interés y demás datos del sistema. La arquitectura implementada es flexible y adaptable si se desea modificar alguna de las funcionalidades de la aplicación o incluir nuevas, por otro lado, la seguridad en el servidor y el cliente está controlada mediante el inicio de sesión mediante ingreso de usuario y contraseña. Mediante las pruebas realizadas se comprobó que si la aplicación no está comunicada con el servidor la información que solicite el usuario no será visualizada en el mapa.

Bibliografía

- Ablitas Muro, J. G. (2013). *Nuevo sistema de geolocalización en Navarra para disminuir los tiempos de respuesta en aviso urgente de zonas de montaña y de gran dispersión. Anales del sistema sanitario de Navarra*. Navarra.
- Ablitas Muro, J., González Lorente, P., Goienetxe, A., Istúriz, A., Biurrun, J., Casadamón, L., & Pascual, L. (2013). Nuevo sistema de geolocalización en Navarra para disminuir los tiempos de respuesta en aviso urgente de zonas de montaña y de gran dispersión. *Anales del sistema sanitario de Navarra*, 36(1), 47-55. Recuperado el 13 de Abril de 2016, de <http://scielo.isciii.es/pdf/asisna/v36n1/especial.pdf>
- Alcaldía Mayor de Bogotá, TPD Ingeniería, & Consorcio Transconsult. (2015). *Encuesta de Movilidad*. Bogotá. Recuperado el 2016 de Agosto de 12, de <http://sabanacentrocomovamos.org/wp-content/uploads/2016/04/Cartilla-Indicadores-EMUB2015.pdf>
- Alcaldía Mayor de Santa Fe de Bogotá, & Instituto de Desarrollo Urbano. (2006). *Plan Maestro de Ciclo-Rutas*. Bogotá: Alcaldía Mayor de Bogotá.
- Amazon Web Services. (2012). *Amazon EC2 – Hospedaje de servidores virtuales*. Obtenido de Amazon Web Services: <https://aws.amazon.com/es/ec2/>
- Amazon Web Services. (21 de Octubre de 2016). *Tipos de instancias de Amazon EC2*. Recuperado el 1 de Octubre de 2016, de Amazon Web services: <https://aws.amazon.com/es/ec2/instance-types/>
- Apache. (2016). *Apache Community Development*. Recuperado el 25 de Agosto de 2016, de Apache: <http://www.apache.org/>
- Banco de la República. (2008). La movilidad en Bogotá una verdadera pesadilla. *ciclobr*. Recuperado el 01 de Abril de 2016, de <http://www.ciclobr.com/movilidad.html>
- Bicimapa. (12 de Marzo de 2014). *Bicimapa*. Recuperado el 10 de Agosto de 2016, de Bicimapa: <http://www.bicimapa.com/>.
- BikeCityGuide. (2014). *BikeCityGuide*. Recuperado el 20 de Agosto de 2016, de Bikecityguide gps y rutas bici: <http://www.bikecitizens.net/>

- CEPAL. (2013). *Congestión del Tránsito: El problema y cómo enfrentarlo*. (N. Unidas, Ed.) Santiago de Chile, Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- Comisión de Regulación de Comunicaciones. (2015). *Revisión de los mercados de servicios móviles*. Documento de Consulta. Obtenido de https://www.crcom.gov.co/recursos_user/2016/Actividades_regulatorias/merc_moviles/160603%20_Documento_Mercados_Moviles.pdf
- De Felipe, S. (2015). *Peguese la rodadita! Bogotá pedalea en más de 20 colectivos urbanos de ciclistas*. Recuperado el 05 de Septiembre de 2016, de Civico: <https://www.civico.com>
- Decreto 1660, 1660 (Ministerio de Transporte 16 de Junio de 2003).
- Decreto 319, 319 (Alcaldía Mayor de Bogotá 15 de Agosto de 2006). Recuperado el 2016 de Agosto de 10, de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=21066>
- Django Project. (2016). *Documentation: Installing Geospatial libraries*. Recuperado el 10 de Agosto de 2016, de Django: <https://docs.djangoproject.com/es/1.10/ref/contrib/gis/install/geolib/>
- Duarte Muñoz, A., Pantrigo Fernández, J., & Gallego Carrillo, M. (2007). *Metaheurísticas*. Madrid: Servicios de Publicaciones.
- Enriquez, J., & Casas, S. (2013). Usabilidad en las aplicaciones móviles. *Informes Científicos Técnicos*, 5(2), 27- 35.
- FNPU. (2015). *Refugio en la tormenta*. New York: Fondo de Población de las Naciones Unidas. Recuperado el 16 de Enero de 2016, de https://www.unfpa.org/sites/default/files/sowp/downloads/State_of_World_Population_2015_SP.pdf
- GARTNER. (2015). *Top 10 Mobile Technologies an Capabilities for 2015 and 2016*. Recuperado el 20 de Septiembre de 2016, de GARTNER: <https://www.wayerless.com/2015/08/android-sigue-dominando-el-mercado-de-smartphones/>
- Gasca Mantilla, M. C., Camargo Ariza, L. L., & Medina Delgado, B. (1 de Marzo de 2013). Metodología para el desarrollo. *Metodología para el desarrollo de aplicaciones móviles*. Santa Marta, Colombia: Universidad del Magdalena.
- GDAL. (2016). *GDAL - Geospatial Data Abstraction*. Recuperado el 12 de Agosto de 2016, de GDAL: <http://www.gdal.org>
- Google. (08 de Febrero de 2005). *Maps Android API*. Recuperado el Agosto de 16 de 2016, de Google Maps: <https://developers.google.com/maps/documentation/android-api/?hl=es-419>
- Google. (28 de Agosto de 2008). *Google Play Store*. Recuperado el 15 de Enero de 2016, de <https://play.google.com/store>

- Google Developers. (2016). *API de Google Maps*. Recuperado el 10 de Enero de 2016, de Google Developers: <https://developers.google.com/maps/?hl=es>
- Holovaty, A., & Kaplan - Moss, J. (2007). *El libro de Django*. Apress.
- IDEASA. (2014). *De la casa al trabajo en bicicleta*. Recuperado el 20 de Septiembre de 2016, de Instituto de estudios y servicios ambientales de la universidad Sergio Arboleda: <http://www.usergioarboleda.edu.co/altus/vida-y-sociedad/movilidad/de-la-casa-al-trabajo-en-bicicleta/2014>
- irpdevelop. (27 de Febrero de 2016). *En bici App*. Recuperado el 20 de Agosto de 2016, de En Bici: <https://www.facebook.com/enbiciApp>
- Juaréz, J. (2015). *Restricciones de integridad en PostgreSQL*. Recuperado el 01 de Agosto de 2016, de Authorstream: <http://www.authorstream.com/Presentation/civilis-63062-restricciones-de-integridad-en-postgresql-base-datos-pjavier3-science-technology-ppt-powerpoint/>
- Lohr, S. (2006). *Muestreo: Diseño y Análisis*. México D.F.: Ediciones Paraninfo.
- M. e. (2008). *Mejor En Bici®*. Recuperado el 20 de Agosto de 2016, de Mejor En Bici: <http://www.mejorenbici.com/Nosotros>
- Martinez, F. (2010). *Aplicaciones para dispositivos móviles*.
- Melian, B., Perez, J., & et. al. (2003). Metaheurísticas: un vision global. *Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial*, 7-28. Recuperado el 08 de Octubre de 2016, de <http://www.aepia.org/revista>
- Mesa de la Bicicleta. (2016). *Facebook*. Recuperado el 01 de Agosto de 2016, de Facebook: <https://www.facebook.com/groups/mesadelabicicletabogota/?fref=ts>
- MinTic. (2015). *Ministerio de las tecnologías de la información y las comunicaciones*. Recuperado el 20 de Septiembre de 2016, de silideshare: <http://es.slideshare.net/BQuest/estadisticas-de-uso-de-moviles-en-colombia>
- MinTic. (Julio de 2015). *Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones*. Recuperado el 16 de Agosto de 2016, de <http://colombiatic.mintic.gov.co/>
- Muñoz - Cruzado García, C. (2016). *Instalación de PostgreSQL con la extensión PostGIS como Base de Datos Espacial*. Recuperado el 01 de Agosto de 2016, de Mercator Working: http://mapas.topografia.upm.es/geoserviciosOGC/documentacion/WMS/Instalacion_PostgreSQL_PostGIS.pdf
- O. F. (22 de Agosto de 2006). *Using OpenStreetMap*. Recuperado el 16 de Agosto de 2016, de OpenStreet Foundation: http://wiki.openstreetmap.org/wiki/Using_OpenStreetMap

- Ortega, A. S. (Febrero de 2009). Bicicleta y Movilidad Sostenible. *Eubacteria*, 30-31. Recuperado el 17 de Enero de 2016, de <http://www.um.es/eubacteria/eubacteria2/bicicleta.pdf>
- Phillipe, K. (1995). *Architectural blueprints - The "4+1" view Model of Software Architecture* (Vol. 12). IEEE Software.
- Ponce, E. (2008). *Una herramienta SIG para el análisis socioeconómico de la Región Metropolitana de Barcelona*. Barcelona: Universitat Pompeu Fabra.
- PostgreSQL. (2016). *PostgreSQL 9.4.9 Documentation*. Recuperado el 01 de Agosto de 2016, de ¿What is PostgreSQL?: <http://www.postgresql.org/es/documentacion>
- PostgreSQL. (2016). *PostgreSQL 9.4.9 Documentation*. Recuperado el 01 de Agosto de 2016, de ¿What is PostgreSQL?: <http://www.postgresql.org/es/documentacion>
- PostgreSQL. (2016). *PostgreSql 9.4.9 Documentation: Connections and Authentication*. Recuperado el 10 de Agosto de 2016, de PostgreSQL: <https://www.postgresql.org/docs/9.1/static/runtime-config-connection.html>
- PostGIS. (2016). *GEOS Released*. Recuperado el 12 de Agosto de 2016, de PostGIS: <http://postgis.net/2005/07/04/geos-2-1-3-released/>
- Proj4. (2016). *PROJ4. Docs*. Recuperado el 12 de Agosto de 2016, de Proj4: <http://proj4.org/geodesic.html>
- Ramírez Vique, R. (2014). Métodos para el desarrollo de aplicaciones móviles. *Métodos para el desarrollo de aplicaciones móviles*. Universidad Oberta de Catalunya.
- Ramsey, P. (2015). *Manual PostGIS*.
- Ride the city. (12 de Junio de 2013). *Ride the city*. Recuperado el 10 de Agosto de 2016, de Ride the city: <http://es.ridethecity.com/bogota>
- Rojas, K., Roa, J., & Alarcón, A. (2011). Desarrollo de aplicaciones móviles bajo la plataforma de Iphone. *Revista de la Facultad de Ingeniería UPTC*, 78-79.
- Rossum, G. (2009). *El tutorial de Python*. Argentina: Python Software Foundation.
- Sampieri, R., Collado, C., & Baptista, P. (1991). *Metodología de la Investigación*. México: Mc Graw - Hill Interamericana.
- Secretaría de Movilidad. (2013). Informe Especial 14: Ciclorutas Bogotá. (pág. 31). Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Secretaría de Movilidad Distrital. (2007). *Encuesta de Movilidad*. Bogotá: Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. Obtenido de <http://www.transitobogota.gov.co>
- Secretaría Distrital de Movilidad. (2011). *Informe de Indicadores: Encuesta de Movilidad de Bogotá 2011*. Bogotá: Alcaldía Mayor de Bogotá D.C.

- Secretaria Distrital de Movilidad. (2011). *Movilidad en cifras*. Bogotá: Alcaldía Mayor de Bogotá D.C.
- Secretaria Distrital de Movilidad. (s.f.). *Movilidad y Desarrollo Sostenible*. Bogotá: Alcaldía Mayor de Bogotá D.C.
- Secretaría Distrital de Planeación. (2015). Proyecciones Localidades 2016 - 2020. *Población de Bogotá D.C. y sus localidades*. Bogotá, Colombia: Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. Recuperado el 16 de Enero de 2016, de <http://www.sdp.gov.co/PortalSDP/InformacionTomaDecisiones/Estadisticas/ProyeccionPoblacion>
- Sedano, O. (2014). Estudio y desarrollo de una aplicación móvil de Realidad Aumentada. *Estudio y desarrollo de una aplicación móvil de Realidad Aumentada*, 33. Madrid, España: Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona.
- Steer Davies Gleave. (2011). *Encuesta de Movilidad para Bogotá*. Bogotá: Unión Temporal Steer Davis Gleave.
- Suárez, O. (03 de Noviembre de 2010). Una aproximación a la heurística y metaheurísticas. *Una aproximación a la heurística y metaheurísticas*, 1(1), 45-47. Bogotá, Colombia: Universidad Antonio Nariño.
- Ubuntu. (2016). *Ubuntu 14.04.2 LTS (Trusty Tahr)*. Recuperado el 10 de Agosto de 2016, de Ubuntu: <http://old-releases.ubuntu.com/releases/14.04.3/>
- Ubuntu. (2016). *Ubuntu release cycle*. Recuperado el 10 de Agosto de 2016, de Ubuntu Server: <http://www.ubuntu.com/server>
- uDig. (2016). *uDig User - friendly Desktop Gis*. Recuperado el 12 de Agosto de 2016, de PostGIS: <http://postgis.refractor.net>
- UIT. (2011). *Mobile-cellular telephone subscriptions*. Bogotá: Unión Internacional de Telecomunicaciones. Obtenido de <http://www.itu.int/ITU-D/ict/statistics/material/excel/Mobile-cellular2000-2011.xls>
- Universidad de Valencia. (s.f.). *Tema 2: Protocolo HTTP*. Recuperado el 27 de Agosto de 2016, de Protocolo HTTP: <http://informatica.uv.es/iiguia/IST/Tema2.pdf>
- Valbuena, B. (5 de Agosto de 2016). Validación del instrumento. (A. Castañeda, Entrevistador)
- Valdés, M. (2007). *La compatibilidad y visibilidad como elementos vitales en el desarrollo web* (Vol. 15). ACIMED.

- Vásquez, A. (06 de Diciembre de 2014). *Me Voy en Bici App*. Recuperado el 20 de Agosto de 2016, de Me Voy en Bici: https://www.facebook.com/Mevoyenbici/about/?entry_point=page_nav_about_item
- Velandia Durán, E. A. (Julio de 2008). La movilidad en bicicleta como respuesta a la insostenibilidad del sector transporte. Realidad y desafíos en Bogotá. *Épsilon*, 11, 37-40. Obtenido de <http://revistas.lasalle.edu.co/index.php/ep/article/view/1397/1274>
- Wickicleta Team. (2015). *Wickicleta*. Recuperado el 20 de Agosto de 2016, de Wickicleta Team: <http://wickicleta.com/>
- Zamora, J. A. (Febrero de 2015). *Por qué las aplicaciones se actualizan tanto, ¿Cuál es su justa medida?* Recuperado el 16 de Agosto de 2016, de El Android Libre: <http://www.elandroidelibre.com/2015/02/por-que-las-aplicaciones-se-actualizan-tanto-cual-es-su-justa-medida.html>
- ZINAPI. (2013). *Estadísticas para América Latina y Colombia*. Recuperado el 20 de Septiembre de 2016, de Zinapi: <http://zinapi.com/cms/estadisticas-sobre-el-uso-de-dispositivos-moviles/>

A. Anexo: Validación uno del instrumento

ENCUESTA DE RECONOCIMIENTO DE NECESIDADES DE CICLOUSUARIOS	
Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito Maestría en Ingeniería Electrónica	

INTRODUCCIÓN						
<p>Con el objetivo de realizar sondeo actual e identificar variables que permiten desarrollar un aplicativo, comedidamente le solicitamos responder lo más objetivamente posible esta encuesta. La información obtenida forma parte del proyecto de grado “DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN MÓVIL ANDROID PARA CICLOUSUARIOS DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C.” y se utilizará con el fin de diseñar e implementar una solución pertinente a sus necesidades como bicisuario.</p>						
Datos Personales						
Género		Femenino	Masculino			
Edad		15 - 18 años	19 - 22 años	23 - 27 años	28 - Más	
Nivel de Estudios		Bachillerato	Técnico	Pregrado	Posgrado	
Ocupación		Estudiante	Empleado	Independiente	Desempleado	
		Jubilado	Hogar	Otro		
Origen		Destino				
Ruta más Frecuentada		Calle	Avenida	Carrera	Diagonal	Otra
Código		Preguntas				
P1	Usa con frecuencia la ciclerrutas de la ciudad de Bogotá			SI	NO	
	¿Cuál es la frecuencia de uso?					
P2	Conoce aplicativos para usuarios de bicicleta			SI	NO	
	¿Cuáles?					

ENCUESTA DE RECONOCIMIENTO DE NECESIDADES DE CICLOUSUARIOS			
Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito			
Maestría en Ingeniería Electrónica			
P3	¿Usa alguno de estos aplicativos actualmente?	SI	NO
	¿Cuál y Por qué?		
P4	De contar con una celular con una aplicación para ciclistas en Bogotá, ¿Qué información sería de mayor interés para ud?		
	Cicloparqueaderos	SI	NO
	Talleres de reparación de bicicletas	SI	NO
	Puntos de hidratación	SI	NO
	Caí de la Policía	SI	NO
	Farmacias	SI	NO
	Almacenes de cadena	SI	NO
	Puntos de recreación y deporte	SI	NO
	Otro:	SI	NO
¿Cuál?			
P5	Estaría dispuesto a enviar información para alimentar y mantener la aplicación actualizada.	SI	NO
P6	¿Qué funcionalidades adicionales le gustaría que tuviera el aplicativo?		

GRACIAS POR SU AMABLE COLABORACIÓN

Andrea Nayibe Castañeda
 Maestría en Ingeniería Electrónica
 E-mail: andrea_nayibe17@yahoo.com
 Versión 04 (agosto del 2016)

B. Anexo: Validación dos del instrumento

ENCUESTA DE RECONOCIMIENTO DE NECESIDADES DE CICLOUSUARIOS

Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito
Maestría en Ingeniería Electrónica



Con el objetivo de realizar un sondeo e identificar variables que permiten desarrollar una aplicación para teléfono celular, comedidamente le solicito responder lo más objetivamente posible esta encuesta. La información obtenida forma parte del proyecto de grado "DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN MÓVIL ANDROID PARA CICLOUSUARIOS DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C." y se utilizará con el fin de diseñar e implementar una solución pertinente a sus necesidades como usuario de bicicleta.

Maque con una X y/o diligencie los espacios en blanco según sea el caso

Generalidades

Fecha:

Genero:

Edad:

Nivel de Estudio:

Ocupación:

Información de viaje en bicicleta

Origen de la ruta de viaje: Destino de la ruta de viaje:

Cicloruta más frecuentada para su viaje (Especificar dirección):

Preguntas

P1. ¿Con qué frecuencia usa las ciclorutas en la ciudad de Bogotá durante una semana?

P2. ¿Conoce aplicaciones para teléfono celular que ayude a los usuarios de bicicleta?

Indique las aplicaciones que conoce

P3. ¿Usa alguna de estas aplicaciones para teléfono celular que ayude a los usuarios de bicicleta?

SI

NO

Indique cual aplicación usa y ¿por qué?

P4. De contar con una aplicación para teléfono celular que sea usada por los usuarios de bicicleta en Bogotá, ¿Qué información sería de mayor interés para usted?

P5. ¿Estaría dispuesto a enviar información para alimentar y mantener la aplicación actualizada? (ej. Estado de la cicloruta, sitios de interés, biciparquederos)

SI

NO

P6. ¿Qué funcionalidades y/o características adicionales le gustaría que tuviera la aplicación para usuarios de bicicleta en su teléfono celular?

Comentarios:

GRACIAS POR SU AMABLE COLABORACIÓN

Andrea Nayibe Castañeda Roncancio

Maestría en Ingeniería Electrónica

e-mail: andrea.castaneda-r@mail.escuelaing.edu.co

Versión 05 (agosto del 2016)

C. Anexo: Formato encuesta definitiva

ENCUESTA DE RECONOCIMIENTO DE NECESIDADES DE BICIUSUARIOS EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ

Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garvito
Maestría en Ingeniería Electrónica



Con el objetivo de realizar un sondeo e identificar variables que permiten desarrollar una aplicación para teléfono celular, comedidamente le solicito responder lo más objetivamente posible esta encuesta. La información obtenida forma parte del proyecto de grado "DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN MÓVIL ANDROID PARA BICIUSUARIOS DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C." y se utilizará con el fin de diseñar e implementar una solución pertinente a sus necesidades como usuario de bicicleta.

Maque con una X y/o diligencie los espacios en blanco según sea el caso

Generalidades

Fecha:

dd	mm	aaaa
----	----	------

Sexo:

M	
---	--

F	
---	--

 Edad:

--	--

Nivel de Estudio:

Ninguno	
---------	--

Primaria	
----------	--

Bachillerato	
--------------	--

Técnico y/o Tecnólogo	
-----------------------	--

Pregrado	
----------	--

Posgrado	
----------	--

Ocupación:

Estudiante	
------------	--

Empleado	
----------	--

Independiente	
---------------	--

Jubilado	
----------	--

Desempleado	
-------------	--

Otro	
------	--

Información de viaje en Bicicleta

Maque con una X la localidad y diligencie el barrio de más frecuencia en su viaje

Localidad	Barrio
Usaquén	
Chapinero	
Santa Fé	
San Cristobal	
Usme	
Tunjuelito	
Bosa	
Kennedy	
Fontibón	
Suba	

Localidad	Barrio
Teusaquillo	
Los Mártires	
Antonio Nariño	
Puente Aranda	
La Candelaria	
Rafael Uribe Uribe	
Ciudad Bolívar	
Sumapaz	
Engativá	
Barrios Unidos	

Localidad	Barrio
Usaquén	
Chapinero	
Santa Fé	
San Cristobal	
Usme	
Tunjuelito	
Bosa	
Kennedy	
Fontibón	
Suba	

Localidad	Barrio
Teusaquillo	
Los Mártires	
Antonio Nariño	
Puente Aranda	
La Candelaria	
Rafael Uribe Uribe	
Ciudad Bolívar	
Sumapaz	
Engativá	
Barrios Unidos	

Preguntas

P1. ¿Cuál es la frecuencia de uso de las ciclorutas en la semana?

No la usa (0)	
---------------	--

Entre 1 y 3 (veces)	
---------------------	--

Entre 4 y 6 (veces)	
---------------------	--

Más de 6 (veces)	
------------------	--

ENCUESTA DE RECONOCIMIENTO DE NECESIDADES DE BICIUSUARIOS
EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ

Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito
Maestría en Ingeniería Electrónica



P2. ¿Usa un teléfono celular con aplicaciones para Android?

SI	
----	--

NO	
----	--

P3. ¿Conoce y/o usa alguna de estas aplicaciones para teléfono celular que ayude a los usuarios de bicicleta?

Ninguna	
---------	--

Bicimapa	
----------	--

Mejor en Bici	
---------------	--

BikeMap	
---------	--

Ride the City	
---------------	--

Strava	
--------	--

Otra(s)	
---------	--

¿Cuál(es)? _____

¿Por qué la usa? (Diligencie este espacio si usa la aplicación)

P4. De contar con una aplicación para teléfono celular para usuarios de bicicleta en Bogotá, ¿Qué información sería de mayor interés para usted? (Marque una o varias opciones según considere)

Ninguna	
---------	--

Biciparqueaderos	
------------------	--

Puntos de hidratación	
-----------------------	--

Farmacias	
-----------	--

Talleres de reparación de bicicletas	
--------------------------------------	--

Caí de la Policía	
-------------------	--

Almacenes de artículos para Biciusuarios	
--	--

Puntos de recreación y deporte	
--------------------------------	--

Otro(s)	
---------	--

¿Cuál(es)? _____

P5. Los conocimientos que tiene como biciusuario son importantes, por este motivo me gustaría saber si: ¿Estaría dispuesto a enviar información para alimentar y mantener la aplicación actualizada? (ej. Aplicación tipo Waze)

SI	
----	--

NO	
----	--

P6. ¿Qué funcionalidades y/o características adicionales le gustaría que tuviera la aplicación para usuarios de bicicleta en su teléfono celular?

Ninguna	
---------	--

Tips con información para Biciusuarios	
--	--

Eventos para Biciusuarios	
---------------------------	--

Estado de la cicloruta	
------------------------	--

Historial de tiempo de la rutas realizadas	
--	--

Otro(s)	
---------	--

¿Cuál(es)? _____

P7. ¿Cuáles serían sus preocupaciones con respecto al uso de una aplicación que lo beneficie como biciusuario?

Ninguna	
---------	--

Consumo de Batería	
--------------------	--

Información no actualizada	
----------------------------	--

Seguridad	
-----------	--

Comodidad de uso	
------------------	--

Consumo de datos	
------------------	--

Notificaciones	
----------------	--

Otro(s)	
---------	--

¿Cuál(es)? _____

Comentarios:

GRACIAS POR SU AMABLE COLABORACIÓN

Andrea Nayibe Castañeda Roncancio
Maestría en Ingeniería Electrónica
e-mail: andrea.castaneda-r@mail.escuelaing.edu.co
Versión 06 (agosto del 2016)

D. Anexo: Escenarios

Tabla D.1. Caso de uso: registrarse en el sistema.

Ítem	Descripción
Nombre del caso de uso	Registrarse en el Sistema.
Actor principal	Usuario de la aplicación.
Personal involucrado e intereses	Usuario: Desea crear una cuenta de usuario asociando sus datos para hacer uso de la aplicación.
Precondiciones	No existe una cuenta de usuario asociada para hacer uso de la aplicación.
Postcondiciones o garantías del éxito	Existe un usuario registrado para usar la aplicación. Los datos asociados a dicha cuenta serán accesibles mediante nombre de usuario y contraseña especificada.
Escenario principal o flujo básico	<ol style="list-style-type: none"> 1. Existe una solicitud para crear un nuevo usuario. 2. El usuario accede a la vista de inicio de la aplicación. 3. Selecciona la opción de crear una nueva cuenta de usuario. 4. Indica la dirección de correo electrónico y contraseña. 5. El sistema notifica que se ha creado una nueva cuenta de usuario.
Extensiones o flujos alternativos	<ol style="list-style-type: none"> 4. Indica la dirección de correo electrónico y contraseña. <ol style="list-style-type: none"> 4.1. Indica dirección de correo electrónico y contraseña, pero la cuenta de correo ya está asociada a otra cuenta. 4.2. El sistema notifica que esa dirección de correo electrónico ya está registrada y pide que se especifique una nueva.
Requisitos Especiales	Interfaz de usuario. Tiempo de respuesta breve.
Frecuencia	Cuando instala por primera vez la aplicación.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla D.2. Caso de uso: agregar punto de interés público o privado

Ítem	Descripción
Nombre del caso de uso	Agregar punto de interés público o privado.
Actor principal	Usuario de la aplicación.
Personal involucrado e intereses	Usuario: Desea agregar un punto de interés público o privado.
Precondiciones	<ol style="list-style-type: none"> 1. No existe un punto de interés público. 2. No existe un punto de interés privado.
Postcondiciones o garantías del éxito	Existen puntos de interés público o privado ubicados y visualizados en el mapa donde están identificados por un ícono, con su nombre y descripción específicas dada por el usuario que lo creo.

Ítem	Descripción
Escenario principal o flujo básico	<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario se ubica en el mapa. 2. El usuario selecciona la opción de agregar punto de interés. 3. Se muestra la vista para agregar punto de interés. 4. El usuario indica el nombre, descripción y el icono que identifica al punto de interés. Además, define si es público o privado. 5. El usuario pulsa el botón “guardar”. 6. Punto de interés es añadido al mapa y visualizado por el usuario.
Extensiones o flujos alternativos	<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario se ubica en el mapa. <ol style="list-style-type: none"> 1.1. Selecciona ubicación para el punto de interés. 1.2. El usuario puede editar la posición del punto de interés, seleccionando el punto y moviéndose dentro del mapa para ubicarlo en una nueva posición. 4. El usuario indica el nombre, descripción y el icono que identifica al punto de interés. <ol style="list-style-type: none"> 4.1. El icono esta predefinido por una lista de selección que tiene las siguientes opciones: Caí de policía, puntos de hidratación, almacenes para bicisuarios, puntos de recreación y deporte. 4.2. El icono puede ser definido por el usuario. 4.3. Indica si el punto de interés es público (visualizado por todos los usuarios que tienen instalado la aplicación) o privado (visualizado solamente por el usuario que lo agregó). 4.4. Si el usuario define un punto público este será validado por otros usuarios.
Requisitos Especiales	<p>Interfaz de usuario. Tiempo de respuesta breve. Habilitar opción de localización del teléfono móvil.</p>
Frecuencia	Cada vez que el usuario desee agregar un punto de interés.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla D.3. Caso de uso: eliminar punto de interés público o privado.

Ítem	Descripción
Nombre del caso de uso	Eliminar punto de interés público o privado.
Actor principal	Usuario de la aplicación.
Personal involucrado e intereses	Usuario: Desea eliminar un punto de interés público o privado.
Precondiciones	Existe un punto de interés privado.
Postcondiciones o garantías del éxito	Se eliminan los puntos de interés privado.
Escenario principal	<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario selecciona el punto de interés privado a eliminar.
Extensiones o flujos alternativos	<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario selecciona el punto de interés privado a eliminar. <ol style="list-style-type: none"> 1.1. Se muestra el nombre del punto y descripción. 1.2. Se muestra la opción de eliminar punto.
Requisitos Especiales	<p>Interfaz de usuario. Tiempo de respuesta breve.</p>

Ítem	Descripción
Lista de tecnología y variaciones de datos	No Aplica.
Frecuencia	Cada vez que el usuario desee eliminar un punto de interés privado.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla D.4. Caso de uso: ver puntos de interés públicos.

Ítem	Descripción
Nombre del caso de uso	Ver puntos de interés público e interés privado.
Actor principal	Usuario de la aplicación.
Personal involucrado e intereses	Usuario: Desea ver puntos de interés públicos.
Precondiciones	Existen puntos de interés públicos.
Postcondiciones o garantías del éxito	El usuario visualiza los puntos de interés público.
Escenario principal o flujo básico	1. Dependiendo del área visible dentro del mapa, se ven los puntos de interés cercanos a la posición dentro de dichas áreas.
Requisitos Especiales	Interfaz de usuario. Tiempo de respuesta breve.
Frecuencia	Cada vez que el usuario desee ver puntos de interés público o privado.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla D.5. Caso de uso: seleccionar punto de inicio y fin de ruta.

Ítem	Descripción
Nombre del caso de uso	Seleccionar punto de inicio y fin de ruta.
Actor principal	Usuario de la aplicación.
Personal involucrado e intereses	Usuario: Desea que la aplicación trace la ruta ingresando un punto de inicio (origen) y punto fin (destino).
Precondiciones	El usuario quiere conocer la ruta para llegar a su destino.
Postcondiciones o garantías del éxito	El sistema retornará la ruta calculada y esta será trazada en el mapa de la aplicación por donde el usuario debería desplazarse.
Escenario principal o flujo básico	1. El usuario se ubica en el mapa. 2. El usuario ubica en el mapa el punto de inicio de la ruta. 3. El usuario ubica en el mapa el punto fin de la ruta. 4. El sistema calcula la ruta y esta es trazada.
Extensiones o flujos alternativos	2. El usuario ubica en el mapa el punto de inicio de la ruta. 2.1. En el menú se selecciona la opción inicio de ruta. 2.2. Se agrega un marcador (icono) al mapa indicando inicio. 3. El usuario ubica en el mapa el punto fin de la ruta. 3.1. En el menú se selecciona la opción fin de ruta. 3.2. Se agrega un marcador (icono) al mapa indicando fin de ruta. 4. El sistema calcula la ruta y esta es trazada. 4.1. Se dibuja la ruta en el mapa.

Ítem	Descripción
Requisitos Especiales	Interfaz de usuario. Tiempo de respuesta breve. Habilitar opción de localización del teléfono móvil.
Frecuencia	Cada vez que el usuario desee que se calcule una ruta.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla D.6. Caso de uso: ver historial de rutas recorrida.

Ítem	Descripción
Nombre del caso de uso	Ver historial de rutas recorridas.
Actor principal	Usuario de la aplicación.
Personal involucrado e intereses	Usuario: Desea almacenar las rutas recorridas por día con el tiempo gastado y distancia recorrida en el trayecto.
Precondiciones	Previamente haber guardado una ruta.
Postcondiciones o garantías del éxito	Se muestra el historial de las rutas almacenadas por día.
Escenario principal o flujo básico	El usuario selecciona el menú de opciones de la aplicación donde se muestra el historial por día del tiempo y la distancia recorrida.
Requisitos Especiales	Interfaz de usuario Tiempo de respuesta breve
Frecuencia	Cada vez que el usuario desee ver el historial.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla D.7. Caso de uso: buscar biciparqueadero.

Ítem	Descripción
Nombre del caso de uso	Buscar biciparqueadero.
Actor principal	Usuario de la aplicación.
Personal involucrado e intereses	Usuario: Desea buscar el biciparqueadero más cercano a su ubicación.
Precondiciones	Biciparqueaderos.
Postcondiciones o garantías del éxito	Se muestra en el mapa el biciparqueadero más cercano a la posición actual del usuario.
Escenario principal o flujo básico	1. El usuario selecciona el menú de la aplicación la opción “buscar biciparqueadero”. 2. El sistema busca el biciparqueadero más cercano al usuario y lo muestra en el mapa.
Requisitos Especiales	Interfaz de usuario. Tiempo de respuesta breve. Habilitar opción de localización del teléfono móvil.

Ítem	Descripción
Frecuencia	Cada vez que el usuario desee buscar un biciparqueadero cercano a su ubicación.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla D.8. Caso de uso: salir del sistema.

Ítem	Descripción
Nombre del caso de uso	Salir del sistema.
Actor principal	Usuario de la aplicación.
Personal involucrado e intereses	Usuario.
Precondiciones	El usuario debe tener una sesión activa.
Postcondiciones o garantías del éxito	La aplicación queda lista para iniciar una nueva sesión.
Escenario principal o flujo básico	No aplica.
Extensiones o flujos alternativos	No aplica.
Requisitos Especiales	Interfaz de usuario. Tiempo de respuesta breve.
Frecuencia	Cada vez que el usuario desee salir de la aplicación.

Fuente: Elaboración propia

E. Anexo: Manual de usuario aplicación móvil

Adjunto a este documento se encuentra el manual de usuario de las funciones de la aplicación móvil Bico, ha sido nombrado como: “BICO_manual de usuario” y está en formato .pdf.



F. Anexo: Especificaciones Hardware y Software

1. Hardware

Servidor

- **Sistema Operativo:** *Ubuntu Server 14.4.*
- **Memoria RAM:** Al menos 2GB
- **Espacio de almacenamiento:** Almacenamiento en disco al menos de 50 GB
- **Ip Pública:** Si
- **Conexión a Internet:** Si

Dispositivo móvil

- **Sistema operativo:** *Android*
- **Versión:** mínima 6.0 y superior
- **Memoria RAM:** 1 GByte
- **Conexión a internet:** Wi-Fi 802.11 o red móvil de datos.
- **Geolocalización:** Sistema de posicionamiento global (GPS)
- **Activados los servicios de Google**

2. Software

- **Servidor:** *Python 2.7, Django 1.9*
- **Bases de datos:** *PostgreSQL 9.4, PostGis 2.5*
- **Web:** Navegador *web* actualizado
- **Móvil:** *Java, Google Maps API v3*

G. Anexo: Instalación y configuración de *Android Studio*

A continuación, detalla la configuración e instalación de la herramienta de programación *Android Studio* en la cual se desarrolla el proyecto en donde se hace necesario preparar el entorno adecuado tanto de hardware como software por las funcionalidades que se ofrecen para la simulación mediante el uso de la herramienta o algún dispositivo externo (teléfono móvil) y las librerías que de acuerdo a lo mencionado en la sección anterior permitirán el desarrollo de la aplicación en esta plataforma.

Como primera medida antes de iniciar la instalación de *Android Studio* se debe asegurarse que el equipo tenga instalado el JDK¹ versión 6 o superior, en caso contrario se puede descargar de la página *web* de Oracle, el link de acceso es:
<http://www.oracle.com/technetwork/java/javase/downloads/jdk7-downloads-1880260.html>.

Lo anterior permite iniciar la instalación del entorno de desarrollo IDE, el cual se descargará de la página <http://developer.Android.com/>, tal y como se observa en la siguiente figura:

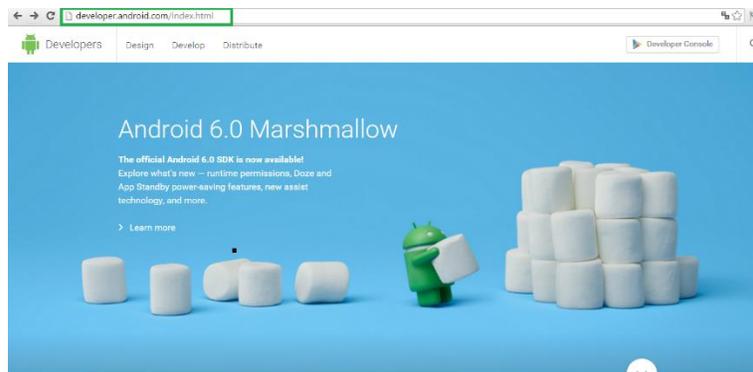


Figura G.1 Página de <http://developer.Android.com/>.

Fuente: *Developer Android*.

Una vez en la página ir a la sección de *Develop/Tools*, donde se encuentra el vínculo para la descarga de *Android Studio* y dar clic en el botón “*Download Android Studio For Windows*”, Figura G.2.

¹ JDK hace referencia a Java™ Platform, Standard Edition Development Kit es una herramienta apropiada e indispensable para el desarrollo de aplicaciones en lenguaje JAVA.

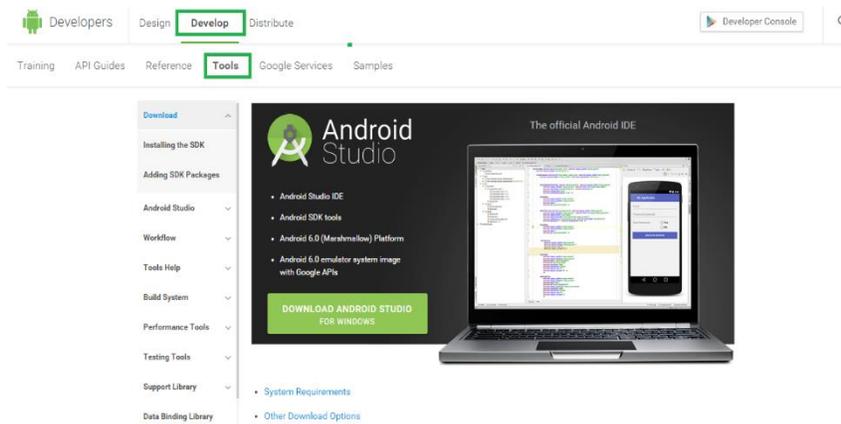


Figura G.2 Sección Develop/Tools.

Fuente: *Developer Android.*

Se abrirá una nueva ventana que permite el inicio de la descarga de *Android Studio* donde se deben aceptar los términos y condiciones que corresponden a las políticas de privacidad, términos legales, el uso de *Android API's* entre otras condiciones.

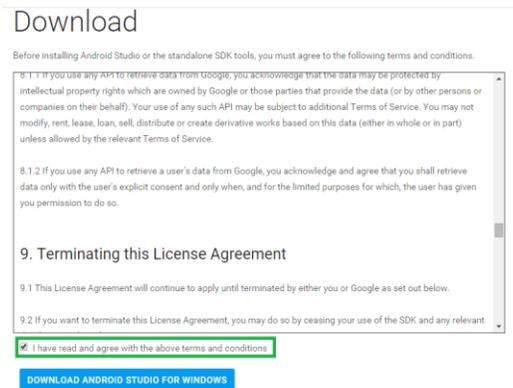


Figura G.3 Términos y condiciones.

Fuente: *Developer Android.*

Aceptados los términos y condiciones se procede a dar clic en botón denominado “Download *Android Studio For Windows*” y dando inicio a la descarga de *Android Studio* que corresponde a un archivo .exe como se muestra en la siguiente figura:



Figura G.4 Inicio de descarga.

Fuente: *Developer Android.*

Una vez ha finalizado la descarga se procede a realizar la instalación de *Android Studio* con el archivo descargado, el cual corresponde a un programa ejecutable que indica paso a paso el proceso de instalación, en el cual como paso final mostrará la pantalla de inicio de *Android Studio*.



Figura G.5 Inicio *Android Studio*.

Fuente: *Developer Android.*

Con lo anterior se ha instalado el IDE, ahora es necesario validar que el SDK de *Android* correspondiente a la plataforma sobre la que se va a trabajar en este caso *Windows* este instalado, para ello desde *Android Studio* ir al menú de Configuración/ *SDK Manager* sección de *System Settings* y seleccionar la opción *Android SDK* donde debe validarse en las pestañas de *SDK Platform*, *SDK Tools* y *SDK Update Sites* (véase Figura G.7) que estén instaladas por lo menos las últimas herramientas de la plataforma, ya que permite mejorar la experiencia al programar y compilar la aplicación que se esté realizando.



Figura G.6 SDK Manager.

Fuente: *Developer Android*.

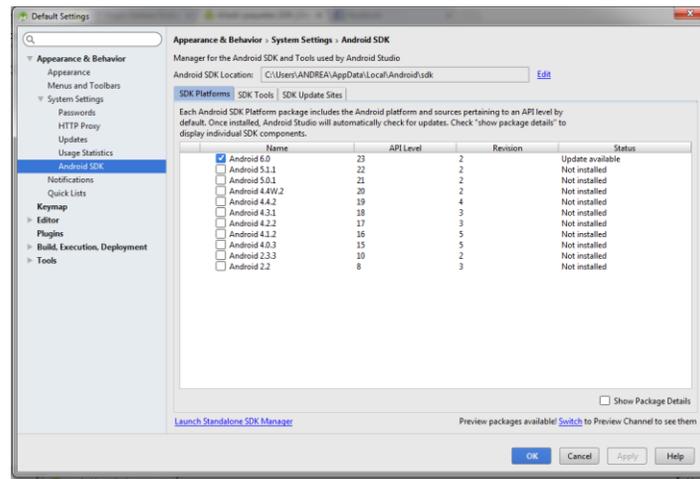


Figura G.7 SDK Manager plataformas y paquetes disponibles instalados en el SDK.

Fuente: *Developer Android*.

Una vez se han completado lo anterior indica que el entorno de desarrollo *Android Studio* se ha instalado y configurado correctamente y se puede iniciar su uso.

I. Anexo: Configuración instancia Amazon

Step 2: Choose an Instance Type

Amazon EC2 provides a wide selection of instance types optimized to fit different use cases. Instances are virtual servers that can run applications. They have varying combinations of CPU, memory, storage, and networking capacity, and give you the flexibility to choose the appropriate mix of resources for your applications. [Learn more](#) about instance types and how they can meet your computing needs.

Filter by: All instance types Current generation Show/Hide Columns

Currently selected: t2.micro (Variable ECUs, 1 vCPUs, 2.5 GHz, Intel Xeon Family, 1 GiB memory, EBS only)

	Family	Type	vCPUs	Memory (GiB)	Instance Storage (GB)	EBS-Optimized Available	Network Performance
<input type="checkbox"/>	General purpose	t2.nano	1	0.5	EBS only	-	Low to Moderate
<input checked="" type="checkbox"/>	General purpose	t2.micro <small>Free tier eligible</small>	1	1	EBS only	-	Low to Moderate
<input type="checkbox"/>	General purpose	t2.small	1	2	EBS only	-	Low to Moderate

Cancel Previous **Review and Launch** Next: Configure Instance Details

Figura I.1. Tipo de Instancia.

Fuente: Amazon Web Services.

Step 7: Review Instance Launch

Network interfaces

Storage Edit storage

Volume Type	Device	Snapshot	Size (GiB)	Volume Type	IOPS	Throughput (MB/s)	Delete on Termination	Encrypted
Root	/dev/sda1	snap-47713105	8	gp2	100 / 3000	N/A	Yes	Not Encrypted

Tags Edit tags

Key	Value
Name	

Cancel Previous **Launch**

Figura I.2. Capacidad de almacenamiento.

Fuente: Amazon Web Services.

Select an existing key pair or create a new key pair ✕

A key pair consists of a **public key** that AWS stores, and a **private key file** that you store. Together, they allow you to connect to your instance securely. For Windows AMIs, the private key file is required to obtain the password used to log into your instance. For Linux AMIs, the private key file allows you to securely SSH into your instance.

Note: The selected key pair will be added to the set of keys authorized for this instance. [Learn more about removing existing key pairs from a public AMI.](#)

Create a new key pair ▼

Key pair name

Download Key Pair

ⓘ You have to download the **private key file** (*.pem file) before you can continue. **Store it in a secure and accessible location.** You will not be able to download the file again after it's created.

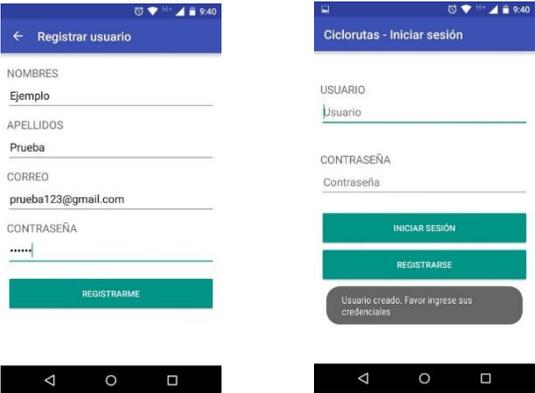
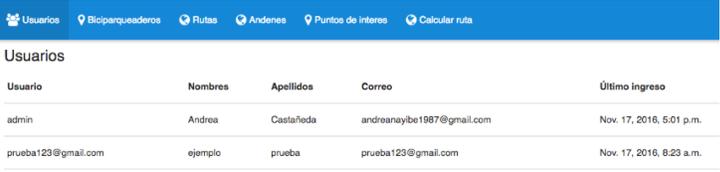
Cancel **Launch Instances**

Figura I.3. Crear llave pública.

Fuente: Amazon Web Services.

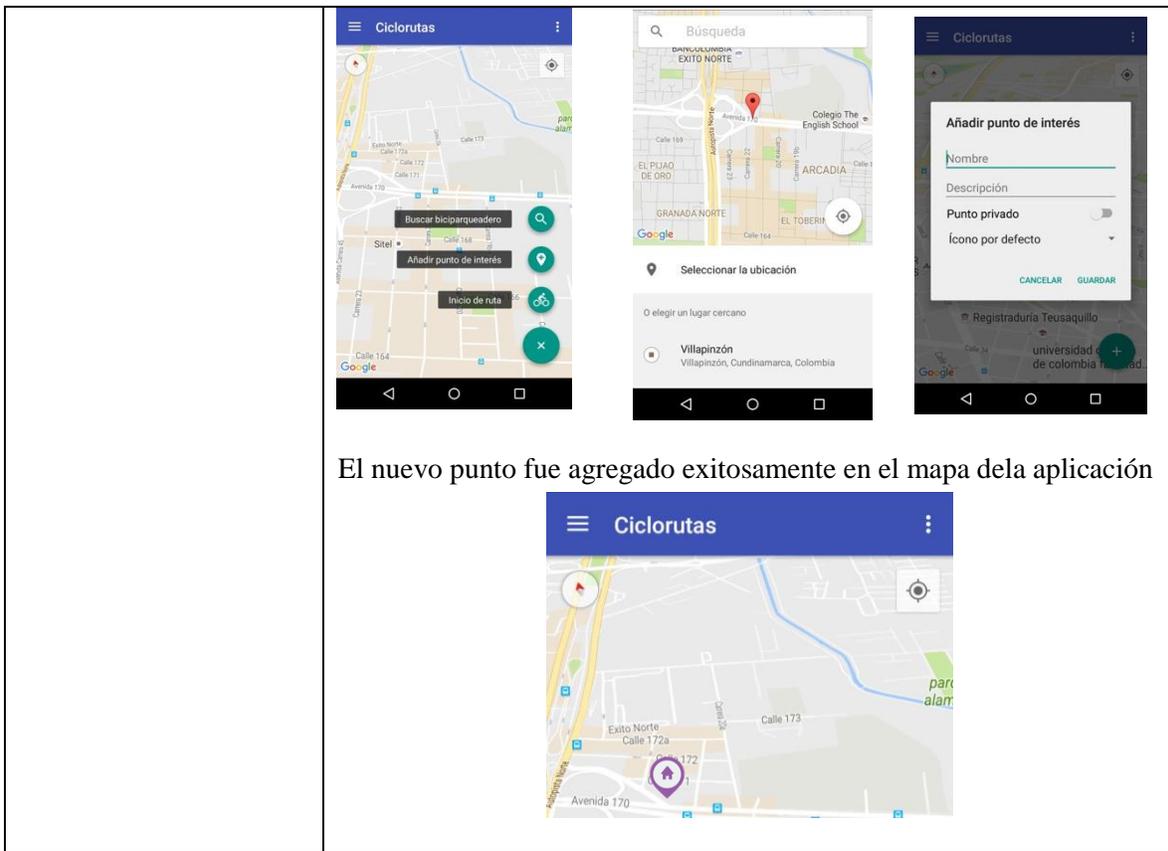
J. Anexo: Protocolo de pruebas

1. Funcionalidad uno

Funcionalidad	Uno															
Descripción	Para registrarse en el sistema, el usuario selecciona la opción “crear una nueva cuenta”, indica la dirección de correo electrónico y contraseña, y el sistema en respuesta, le notifica la creación de la cuenta.															
Objetivos	Crear una cuenta de usuario.															
Condiciones	Acceso a internet No existe una cuenta de usuario asociada para hacer uso de la aplicación.															
Flujo	<ol style="list-style-type: none"> 1. ¿La aplicación habilita una opción para crear una nueva cuenta? 2. Acto seguido ¿la aplicación muestra dos cuadros de texto para ingresar información sobre correo electrónico y contraseña? 3. ¿El sistema le notifica al usuario que se ha creado una nueva cuenta para usar la aplicación? 															
Resultado esperado	El usuario se registra satisfactoriamente en el sistema.															
Resultado obtenido	<p>Se completó el formulario de registro de usuario, y fue creado exitosamente, para validar se revisó en el administrador web que el nuevo usuario estuviera en el sistema.</p>   <table border="1"> <thead> <tr> <th>Usuario</th> <th>Nombres</th> <th>Apellidos</th> <th>Correo</th> <th>Último ingreso</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>admin</td> <td>Andrea</td> <td>Castañeda</td> <td>andreasayibe1987@gmail.com</td> <td>Nov. 17, 2016, 5:01 p.m.</td> </tr> <tr> <td>prueba123@gmail.com</td> <td>ejemplo</td> <td>prueba</td> <td>prueba123@gmail.com</td> <td>Nov. 17, 2016, 8:23 a.m.</td> </tr> </tbody> </table>	Usuario	Nombres	Apellidos	Correo	Último ingreso	admin	Andrea	Castañeda	andreasayibe1987@gmail.com	Nov. 17, 2016, 5:01 p.m.	prueba123@gmail.com	ejemplo	prueba	prueba123@gmail.com	Nov. 17, 2016, 8:23 a.m.
Usuario	Nombres	Apellidos	Correo	Último ingreso												
admin	Andrea	Castañeda	andreasayibe1987@gmail.com	Nov. 17, 2016, 5:01 p.m.												
prueba123@gmail.com	ejemplo	prueba	prueba123@gmail.com	Nov. 17, 2016, 8:23 a.m.												

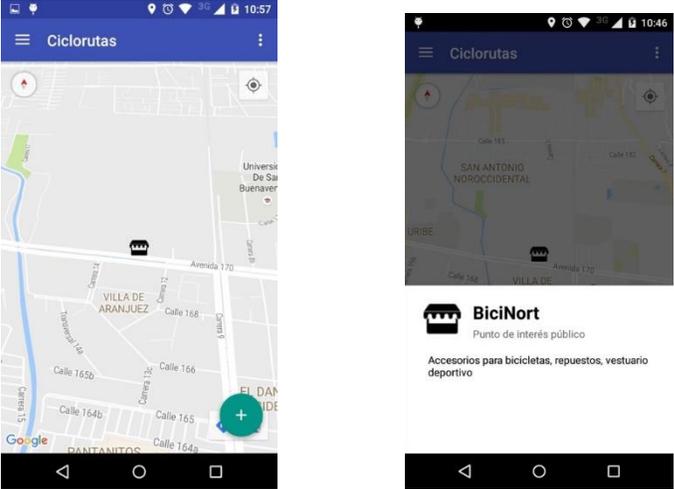
2. Funcionalidad dos

Funcionalidad	Dos
Descripción	<ol style="list-style-type: none"> 1. Para agregar un punto de interés público o privado, el usuario debe ubicarse en el mapa de la aplicación instalada en su teléfono móvil, luego selecciona la opción de agregar punto de interés, debe digitar el nombre y descripción, seleccionar la clasificación del punto. El sistema en respuesta añade el punto de interés al mapa con la clasificación respectiva. 2. Para eliminar un punto de interés privado, este debe ser seleccionado por el usuario en el mapa y se muestra en la interfaz la opción de eliminar el punto. El sistema en respuesta no muestra el punto de interés privado en el mapa de la aplicación.
Objetivos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Agregar un punto de interés público o privado. 2. Eliminar un punto de interés privado.
Condiciones	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cuenta de usuario previamente creada e inicio de sesión en la aplicación. 2. Para agregar un punto de interés público y/o privado no existe uno previamente creado. 3. Para eliminar el punto de interés privado debe existir uno previamente creado. 4. Permisos del teléfono para uso de internet y GPS.
Flujo	<ol style="list-style-type: none"> 1. ¿El usuario puede seleccionar la ubicación del punto de interés en el mapa? 2. ¿La aplicación le da la opción al usuario de agregar punto de interés? 3. ¿Se muestra la vista para agregar punto de interés? 4. ¿La aplicación muestra una nueva vista, en la que aparecen dos cuadros de textos para ingresar el nombre y la descripción, adicional aparece una lista de selección que permite clasificar el punto? 5. ¿El punto de interés puede ser definido como público o privado? 6. ¿La aplicación da la opción de guardar el punto de interés? 7. ¿El punto de interés es añadido al mapa y visualizado con el ícono seleccionado? 8. ¿El usuario puede seleccionar un punto de interés privado el cual da la opción de ser eliminado?
Resultado esperado	<ol style="list-style-type: none"> 1. Punto de interés público y/o privado es añadido al mapa y visualizado con el ícono respectivo. 2. Punto de interés privado es eliminado de la lista de puntos creados.
Resultado obtenido	Se ingresó un punto a través de la opción “Añadir punto de interés”, el punto fue seleccionado y posteriormente la información se completó.



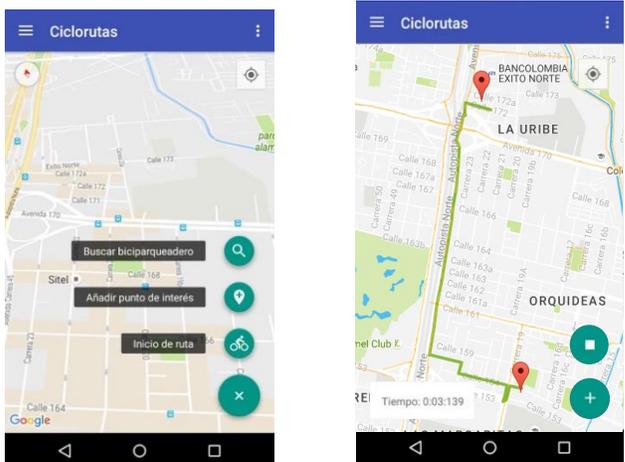
3. Funcionalidad tres

Funcionalidad	Tres
Descripción	Para visualizar los puntos de interés público y/o privado, el usuario selecciona un área en el mapa y se ven los puntos de interés identificados por un ícono respectivo, se podrá seleccionar uno de los puntos visibles y mostrará una ventana con la información del punto respectivamente.
Objetivos	Ver puntos de interés públicos y/o privados con la descripción respectiva.
Condiciones	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cuenta de usuario previamente creada e inicio de sesión en la aplicación. 2. Existe un punto de interés público o privado previamente creado. 3. Permisos del teléfono para uso de internet y GPS.
Flujo	<ol style="list-style-type: none"> 1. ¿El mapa de la aplicación carga correctamente mostrando la ubicación actual del usuario dentro del mapa? 2. ¿La aplicación muestra los puntos de interés público y/o privados previamente creados, con el ícono respectivo?

	3. ¿Al seleccionar un punto de interés muestra el nombre y descripción respectiva?
Resultado esperado	En el mapa se visualizan los puntos de interés ubicados en el mapa con el ícono y al ser seleccionado muestra el nombre y descripción respectiva.
Resultado obtenido	<p>La aplicación permitió visualizar los puntos sobre el mapa y al seleccionar uno muestra la información relacionada.</p> 

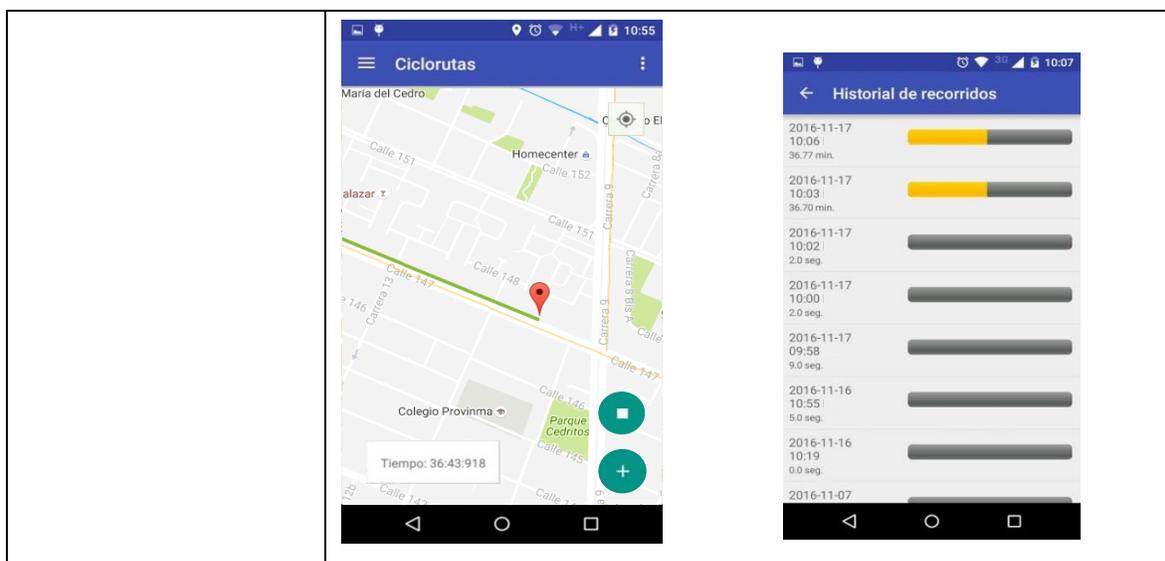
4. Funcionalidad cuatro

Funcionalidad	Cuatro
Descripción	Para trazar una ruta desde un punto origen a un punto destino, en el mapa se muestra la posición actual del usuario, en el menú de opciones se selecciona la opción punto inicio de la ruta que debe ser ubicado en el mapa, seguido de esto se selecciona punto fin de la ruta y esta se ubica en el mapa. Una vez ubicados el punto de inicio y el punto fin se traza la ruta teniendo en cuenta la red de ciclorutas y/o bicarriles.
Objetivos	Dibujar la ruta sobre el mapa teniendo en cuenta la red de ciclorutas y bicarriles.
Condiciones	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cuenta de usuario previamente creada e inicio de sesión en la aplicación. 2. Permisos del teléfono para uso de internet y GPS. 3. El usuario quiere conocer la ruta para llegar a su destino usando las ciclorutas y/o bicarriles.
Flujo	<ol style="list-style-type: none"> 5. ¿El mapa de la aplicación carga correctamente mostrando la ubicación actual del usuario dentro del mapa? 6. ¿En el mapa de la aplicación se puede ubicar el punto de inicio de la ruta? 7. ¿En el mapa de la aplicación se puede ubicar el punto fin de la ruta? 8. ¿La aplicación muestra la ruta calculada, la cual es trazada en el mapa?

<p>Resultado esperado</p>	<p>El sistema retornará la ruta calculada incluyendo la red de ciclorrutas y bicicarriles, esta será trazada en el mapa de la aplicación por donde el usuario debería desplazarse.</p>
<p>Resultado obtenido</p>	<p>Se seleccionaron dos puntos desde la opción “Inicio de ruta” y la aplicación mostro la ruta respectiva de manera exitosa y la opción para tomar el tiempo del recorrido.</p> 

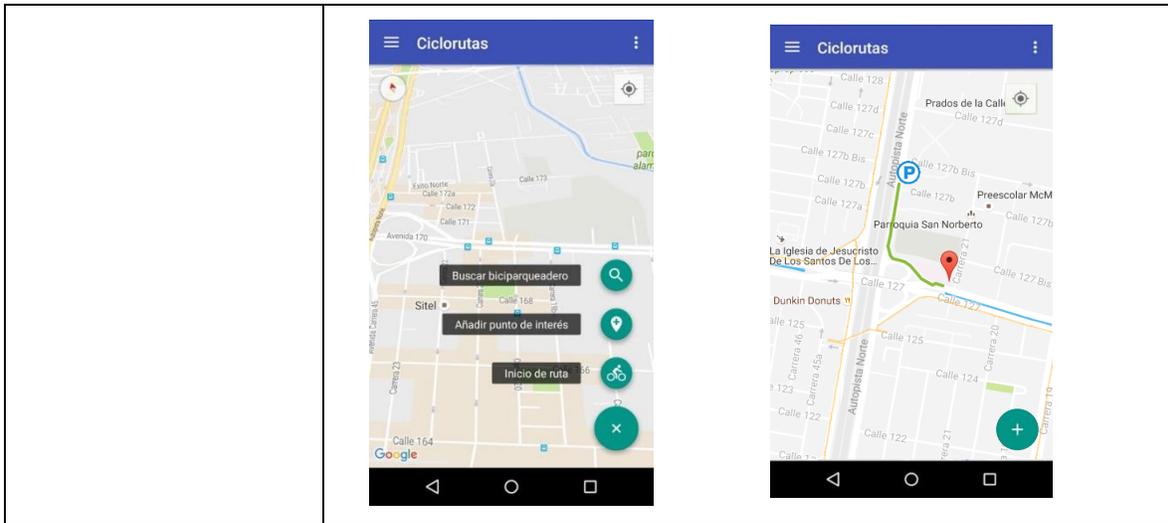
5. Funcionalidad cinco

<p>Funcionalidad</p>	<p>Cinco</p>
<p>Descripción</p>	<p>Para ver el historial de las rutas almacenadas por día, ir al menú principal de la aplicación y seleccionar la opción ver historial de las rutas recorridas, aparece un registro con el tiempo gastado y distancia recorrida.</p>
<p>Objetivos</p>	<p>Ver historial de las rutas almacenadas con información del tiempo y la distancia.</p>
<p>Condiciones</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cuenta de usuario previamente creada e inicio de sesión en la aplicación. 2. Previamente haber guardado una ruta. 3. Permisos del teléfono para uso de internet y GPS
<p>Flujo</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. ¿Se puede acceder al menú de opciones principal de la aplicación? 2. ¿Existe la opción ver historial de rutas recorridas y al seleccionarlo se muestran las rutas guardadas?
<p>Resultado esperado</p>	<p>El sistema muestra el historial de las rutas almacenadas por día.</p>
<p>Resultado obtenido</p>	<p>Se realizaron recorridos para validar que la aplicación registrara la duración de cada uno.</p>



6. Funcionalidad seis

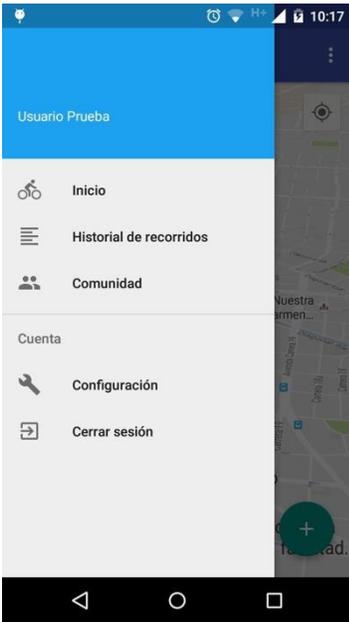
Funcionalidad	Seis
Descripción	En el menú de opciones aparece la opción “buscar biciparqueadero”, en el mapa se muestran los biciparqueaderos cercanos a la posición actual del usuario.
Objetivos	Buscar un cicloparqueadero cercano a la posición actual del usuario.
Condiciones	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cuenta de usuario previamente creada e inicio de sesión en la aplicación. 2. Permisos del teléfono para uso de internet y GPS. 3. Existen cicloparqueaderos guardados por el administrador <i>web</i> en la aplicación.
Flujo	<ol style="list-style-type: none"> 3. ¿El menú de opciones que está sobre el mapa se muestra la opción de buscar biciparqueadero? 4. ¿Al seleccionar la opción del paso anterior, en la aplicación se muestran los biciparqueaderos sobre el mapa cercanos a la posición actual del usuario?
Resultado esperado	El sistema muestra en el mapa la ubicación de los cicloparqueaderos cercanos a la posición actual del usuario.
Resultado obtenido	A través de la opción de “buscar biciparqueadero” la aplicación muestra un biciparqueadero cercano y la ruta para llegar a él desde una ubicación seleccionada o desde la ubicación actual.



7. Funcionalidad siete

Funcionalidad	Siete
Descripción	Para reportar el estado de la cicloruta, sobre el mapa se selecciona la opción reportar estado y se muestra la opción para calificar el estado del pavimento, la señalización e iluminación.
Objetivos	Reportar el estado de la cicloruta y/o bicicarril.
Condiciones	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cuenta de usuario previamente creada e inicio de sesión en la aplicación 2. Permisos del teléfono para uso de internet y GPS.
Flujo	<ol style="list-style-type: none"> 1. ¿El estado de la cicloruta puede ser clasificado? 2. ¿Se puede calificar el estado del pavimento? 3. ¿Se puede calificar la señalización? 4. ¿Se puede calificar la iluminación de la cicloruta y/o bicicarril?
Resultado esperado	Muestra la calificación en promedio de la cicloruta.
Resultado obtenido	<p>Desde la ventana principal se selecciona una vía, se presiona sobre ella y la aplicación muestra un panel con la descripción y estado.</p>

8. Funcionalidad ocho

Funcionalidad	Ocho
Descripción	En el menú de la aplicación se muestra la opción de “Comunidad”, que muestra los eventos para ciclousuarios, con nombre, día del evento, imagen y una breve descripción.
Objetivos	Ver eventos para ciclousuarios.
Condiciones	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cuenta de usuario previamente creada e inicio de sesión en la aplicación. 2. Permisos del teléfono para uso de internet.
Flujo	<ol style="list-style-type: none"> 1. ¿En el menú aparece la opción “Comunidad”? 2. ¿Aparece el listado de eventos para ciclousuarios?
Resultado esperado	Muestra los eventos activos para ciclousuarios.
Resultado obtenido	<p>Se creó un evento para realizar la prueba y se validó que apareciera en la aplicación con la respectiva información.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>

9. Funcionalidad nueva

Funcionalidad	Nueva
Descripción	Para salir de la aplicación el usuario deberá cerrar la sesión activa desde el menú de opciones de la aplicación.
Objetivos	Finalizar sesión de uso de la aplicación.
Condiciones	El usuario debe tener una sesión activa.
Flujo	¿Al ir al menú de opciones y seleccionar cerrar sesión, la aplicación finaliza su funcionamiento?
Resultado esperado	La aplicación queda lista para iniciar una nueva sesión.
Resultado obtenido	<p>Para salir de la aplicación se muestra un mensaje de confirmación y se cierra la conexión con el servidor.</p> 

3. Evaluación de conformidad

Ítem	Descripción	Conformidad		Resultado
		C	I	
1	Registrarse en el Sistema	X		Correcto
2	Agregar punto de interés público o privado	X		Correcto
3	Eliminar punto de interés privado.	X		Correcto
4	Ver puntos de interés públicos e interés privado	X		Correcto
5	Calcular la ruta con punto de inicio y fin de ruta	X		Correcto
6	Ver historial de rutas recorridas	X		Correcto
7	Calificar estado de la cicloruta	X		Correcto
8	Ver eventos para ciclousuarios	X		Correcto
9	Buscar biciparqueadero	X		Correcto
10	Salir del sistema	X		Correcto

K. Anexo: Carta autorización universidad



APRECIADOS BICIUSUARIO DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ

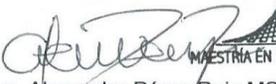
Agradezco de antemano la colaboración que le puedan prestar a nuestra estudiante **Andrea Nayibe Castañeda Roncancio** de la Maestría en Ingeniería Electrónica de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, identificada con la cédula de ciudadanía 1049607160 de Tunja, quien se encuentra adelantando una **encuesta de reconocimiento de necesidades de ciclousuarios** que le servirá de insumo para la realización de su trabajo de grado titulado "*Desarrollo de una aplicación móvil Android para ciclousuarios de la ciudad de Bogotá D.C.*".

La encuesta consta de 6 preguntas relacionadas con la funcionalidad del aplicativo e incluye información demográfica como la edad, el género y la información del viaje. Son anónimas pero se registrarán sus datos personales para hacer validación de la información.

Toda la información recibida por parte de usted tendrá fines netamente académicos y se mantendrá bajo estricta confidencialidad.

Dada en Bogotá D.C., a los treinta (30) días del mes de Agosto de 2016.

Cordialmente,


ESCUELA
COLOMBIANA
DE INGENIERÍA
JULIO GARAVITO
MAESTRÍA EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA
Ing. Alexander Pérez/Ruiz MSc. PhD.
Director de la Maestría en Ingeniería Electrónica
Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito

L. Anexo: Carta consentimiento

Mi nombre ANDREA NAYIBE CASTAÑEDA RONCANCIO, estudiante de Maestría en Ingeniería Electrónica de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, actualmente me encuentro desarrollando el proyecto de grado titulado: *Desarrollo de una aplicación móvil Android para ciclistas de la ciudad de Bogotá, D.C.* Este es un trabajo para el sondeo actual e identificación de variables que permitan desarrollar el aplicativo con el fin de diseñar e implementar una solución pertinente a las necesidades de los bicisuarios. Después de hacer algunas preguntas que incluyen información demográfica como la edad, el género, el lugar de procedencia, funcionalidades del aplicativo, etc., se solicitará marcar con una “X” la pregunta formulada.

Sí deseas participar voluntariamente en este estudio, tu participación consistirá en responder una encuesta por cuestionario de 10 minutos. Todas las respuestas emitidas serán registradas por escrito.

Para proteger tu confidencialidad y anonimato, no se solicitarán datos personales. Toda la información será recogida de manera confidencial. Sí es tu voluntad puedes rehusarte a contestar cualquier pregunta o terminar tu participación en este estudio en cualquier momento.

No existe ningún riesgo para participar en este estudio. El beneficio de participar radica en proporcionar la información necesaria que permitirá realizar el diseño e implementación del aplicativo que te ayudará como herramienta de consulta.

Los resultados de este estudio serán discutidos en un documento académico sin mencionar nombres o algún detalle que te identifique. Sí te interesa obtener una copia de la investigación, puedes solicitarla, con toda confianza, personalmente o por correo a Andrea Nayibe Castañeda Roncancio. Sí tienes alguna pregunta con respecto a los derechos como participante en este estudio o comentario acerca de esta investigación, puedes llamar al celular n° 3144543353 o enviar un e-mail a: andrea.castaneda@escuelaing.edu.co, o contactar al doctor Hernán Paz Penagos, director del trabajo de grado de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, llamando al teléfono 6-683600, Ext. 357 (Bogotá), o enviarle un e-mail a: hernan.paz@escuelaing.edu.co.

Consentimiento: He leído y entiendo la información que se ha suministrado anteriormente. El investigador me ha respondido todas las preguntas a satisfacción y me ha dado una copia de este formato.

Firma del participante _____ Fecha _____
Firma del Investigador _____ Fecha _____

GRACIAS POR SU AMABLE COLABORACIÓN

Andrea Nayibe Castañeda Roncancio

Maestría en Ingeniería Electrónica

E-mail: andrea.castaneda@escuelaing.edu.co

Versión 04 (Agosto del 2016)

M. Anexo: Código fuente

Adjunto a este documento se encuentra el código fuente en dos archivos formato .rar, nombrados así:

Nombre archivo	Descripción	Tamaño	Imagen
ciclorutas_django	Código fuente del servidor desarrollado en <i>Django</i> .	4.22 Mbytes	 ciclorutas_django
Ciclorutas-master	Código fuente de la aplicación móvil desarrollada en <i>Android</i> .	348 Kbytes	 Ciclorutas-master

N. Anexo: Registro de propiedad intelectual

Señor usuario:

Usted ha realizado satisfactoriamente la solicitud de inscripción en el Registro Nacional de Derecho de Autor, la cual ha sido radicada con el numero:1-2016-94201

Para cualquier información puede comunicarse a:

PBX: 341 81 77

FAX: 286 08 13

Correo electrónico: registro@derechodeautor.gov.co

Dirección: Calle 28 No.13 A 15 Piso 17 Bogotá – Colombia

Formulario radicado:

REPÚBLICA DE COLOMBIA MINISTERIO DEL INTERIOR Y DE JUSTICIA DIRECCIÓN NACIONAL DE DERECHO DE AUTOR - UAE OFICINA DE REGISTRO				
SOLICITUD INSCRIPCION SOPORTE LÓGICO CONFIRMACION DE DATOS				
1. DATOS DEL AUTOR O AUTORES:				
Documento Identidad	Nombres	Apellidos	Dirección	Ciudad de Domicilio
1049607160	ANDREA NAYIBE	CASTANEDA RONCANCIO	CARRERA 16B # 164 -46	BOGOTA D.C.
2. DATOS DEL PRODUCTOR O PRODUCTORES:				
Documento/Nit	Nombres / Razón Social		Dirección	Ciudad de Domicilio
1049607160	Andrea Nayibe Castaneda CASTANEDA		CRA 16 B # 164 - 46	BOGOTA D.C.
3. DATOS DE LA OBRA:				
Título:	Desarrollo de una aplicación móvil Android para ciclistas de la ciudad de Bogotá, D.C.			
Descripción:	La aplicación se diseñó e implementó para atender algunas necesidades en los ciclistas. Sus funcionalidades: Información de la red de ciclorutas de la ciudad de Bogotá. Trazado			

de una ruta, teniendo en cuenta las ciclorutas o bicicarriles desde un origen hasta un destino. Información sobre el estado de la cicloruta. Búsqueda de cicloparqueaderos cercanos a la ubicación del usuario. Creación de puntos de interés de carácter público O privado. Historial de la ruta realizada.

Año de Creación: 2016

País de origen:

COLOMBIANO

OBRA INEDITA OBRA EDITADA

Carácter de la Obra:

1. Por participación de autores

OBRA INDIVIDUAL OBRA EN COLABORACION OBRA COLECTIVA

2. Por su origen

OBRA ORIGINARIA OBRA DERIVADA

3. Por la forma en que se da a conocer el autor.

OBRA ANONIMA OBRA POSTUMA

OBRA SEUDONIMA

4. Por su forma de elaboración

OBRA POR ENCARGO FUNCIONARIO PUBLICO EN EJERCICIO DE SUS FUNCIONES

MATERIAL AUXILIAR PROGRAMA DE COMPUTADOR DESCRIPCION DE LA OBRA

4. TRANSFERENCIAS:

Sin Transferencia de derechos.

5. OBSERVACIONES:

6. SOLICITANTE:

Nombres:	Documento:	Nacionalidad:
ANDREA NAYIBE CASTANEDA RONCANCIO	1049607160	COLOMBIANO

Ciudad de Domicilio:	Dirección:	Teléfono:
BOGOTA D.C.	CARRERA 16B # 164 -46	3144543353

Fax:	Correo 1:	Correo 2:
	andrea_nayibe17@yahoo.com	andreanayibe1987@gmail.com

Sitio Web:

7. ARCHIVOS ADJUNTOS:

Material **Auxiliar:** BICO_manual de usuario.pdf
Programa **de** **Computador:** Código Fuente.rar
Descripción del Programa de Computador: Datos de la obra.pdf

*Verifique la información y haga click en aceptar si la ha ingresado correctamente, de lo contrario, haga click en cancelar y realice las modificaciones necesarias.

O. Anexo: Constancia envío artículo revista DYNA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA | revistas.unal.edu.co | Búsqueda: Buscar en la Unive

BIBLIOTECA DIGITAL | BIBLIOTECAS | RECURSOS BIBLIOGRÁFICOS | FORMACIÓN | ACERCA DEL SINAB

bdigital PORTAL DE REVISTAS UN | Inicio | Buscar | Número actual | Números anteriores | Acerca de

Está en: Inicio / Usuarios / Autor/a / Envíos activos

Portal de revistas UN

Área personal

Sesión iniciada como: hpaz

Mis revistas

Mi perfil

Ver notificaciones

Gestionar notificaciones

Cerrar sesión

Envíos activos

- Activo/a
- Archivar

DD-MM	id.	Enviar	Secc	Autores/as	Título	Estado
	61089	11-18	Artículos	Paz Penagos, Castañeda	Development of an Android mobile application for cycle...	Asignación en espera

Elementos 1 - 1 de 1

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA | revistas.unal.edu.co | Búsqueda: Buscar en la Unive

BIBLIOTECA DIGITAL | BIBLIOTECAS | RECURSOS BIBLIOGRÁFICOS | FORMACIÓN | ACERCA DEL SINAB

bdigital PORTAL DE REVISTAS UN | Inicio | Buscar | Número actual | Números anteriores | Acerca de

Está en: Inicio / Usuarios / Autor/a / Envíos / Envíos activos

Portal de revistas UN

Área personal

Sesión iniciada como: hpaz

Mis revistas

Mi perfil

Ver notificaciones

Gestionar notificaciones

Cerrar sesión

Envíos activos

Envío completado. Gracias por su publicación en DYNA.

- Envíos activos

REVISTA DYNA, FACULTAD DE MINAS - Oficina de Revistas Carrera 80 No. 65 - 223 - Bloque M9 - 103
Teléfono: (57-4) 425 50 68 Conmutador: (57-4) 425 50 00 extensión 45068 - Medellín Colombia, Sur América dyna@unal.edu.co

ISSN Impreso: 0012-7353
ISSN En línea: 2346-2183

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.

Bienvenido a DYNA

[DYNA] Envío recibido



Coordinación Editorial <dyna@unal.edu.co>

Hoy, 9:46 a.m.

HERNAN PAZ PENAGOS ▾

Hernan Paz Penagos:

Gracias por enviarnos su manuscrito, "Development of an Android mobile application for cycle users of the city of Bogotá" a DYNA. Gracias al sistema de gestión de revistas online que usamos podrá seguir su progreso a través del proceso editorial identificándose en el sitio web de la revista:

Si tiene cualquier pregunta no dude en contactar con nosotros/as. Gracias por tener en cuenta esta revista para difundir su trabajo.

URL del manuscrito:

<http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/dyna/author/submission/61089>

Nombre de usuario/o: hpaz

Si tiene cualquier pregunta no dude en contactar con nosotros/as. Gracias por tener en cuenta esta revista para difundir su trabajo.

Coordinación Editorial

DYNA

Revista DYNA Universidad Nacional Medellín

dyna@unal.edu.co

Teléfono 425 50 68

<http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/dyna>

P. Anexo: Programación: Entorno de desarrollo y Recursos

P.1.1. Sistemas Operativos: Ubuntu 15.10

Una vez se termina la instalación Ubuntu 15.10 relacionada en el Anexo H se deben gestionar los paquetes instalables disponibles en los repositorios e instalar las librerías geoespaciales con el fin de realizar el análisis de red para el trazado de las rutas. Los comandos usados para integrar el servidor junto con la base de datos geoespacial, se muestran en la Tabla P.1.

Tabla P.1. Comandos usados para la instalación de librerías geoespaciales

Funcionalidad	Comando	Definición
Actualizar gestor de paquetes	\$ sudo apt-get update	Descarga de los repositorios las actualizaciones y versiones más recientes de los paquetes junto con sus dependencias
Instalar sistema de gestión de base de datos y plugin de la base de datos geoespacial.	\$ sudo apt-get install <i>PostgreSQL-9.4 PostgreSQL-9.4-PostGis-2.1 PostgreSQL-server-dev-9.4</i>	<i>PostgreSQL</i> : sistema de gestión de base de datos objeto – relación, licencia libre. (PostgreSQL, 2016) Garantizando el almacenamiento, gestión y mantenimiento de datos espaciales.
Instalar compiladores de Python	\$ sudo apt-get install python-setuptools python-dev build-essential \$ sudo easy_install pip	Instalar gestor y compiladores de las librerías de Python.
Descarga de la extensión espacial <i>PostGis</i> para <i>PostgreSQL</i>	\$ Wget http://download.osgeo.org/ <i>PostGis</i> /source/ <i>PostGis-2.1.5.tar.gz</i>	Descarga el paquete de <i>PostGis</i> la cual corresponde a una extensión que convierte el sistema de base de datos <i>PostgreSQL</i> en una base de datos geoespacial.
Descomprime los archivos del código fuente de <i>PostGis</i>	\$ tar xzf <i>PostGis-2.1.5.tar.gz</i> \$ cd <i>PostGis-2.1.5</i>	Extracción de los datos antes de proceder a la instalación de la base de datos <i>PostGis</i> .
Instalación de la librería <i>PostGis</i> .	\$./configure \$ make \$ sudo make install \$ cd ..	Configuración e instalación para preparar la compilación de <i>PostGis</i> , que corresponde a una base relacional de objetos que soporta datos geográficos, donde dichas consultas son ejecutadas en SQL.

Funcionalidad	Comando	Definición
Descarga de librería de proyecciones cartográficas para <i>DJANGO</i>	\$Wget http://download.osgeo.org/proj/proj-4.9.1.tar.gz \$Wget http://download.osgeo.org/proj/proj-datumgrid-1.5.tar.gz	La Librería PROJ.4 permite convertir los datos geoespaciales a diferentes sistemas de coordenadas de referencia (Django Project, 2016), por ejemplo, convertir coordenadas geográficas (longitud y latitud) a coordenadas cartesianas.
Descomprime los archivos de código fuente	\$ Tar xzf proyec-4.9.1.tar.gz \$ cd proj-4.9.1 \$ Tar xzf ../proj-datumgrid-1.5.tar.gz \$ cd ..	Extracción de los datos antes de proceder a la instalación de PROJ.4
Instalación de Proj 4.1	\$./configure \$ make \$ Sudo make install \$ cd ..	Configuración e instalación de Proj 4.1.
Descargar y descomprimir librería Geoespacial de Abstracción (GDAL)	\$ Wget http://download.osgeo.org/gdal/1.11.2/gdal-1.11.2.tar.gz \$ Tar xzf gdal-1.11.2.tar.gz \$ cd gdal-1.11.2	Descarga de la librería Geoespacial que permite la lectura y escritura de vectores de datos geográficos
Instalación de la librería GDAL.	\$./configure \$ make \$ sudo make install \$ cd ..	Configurar e instalar la librería.

Fuente: Elaboración propia.

Los comandos usados en Ubuntu para crear el usuario, contraseña para conectar la base de datos con *Django*, se detallan en la Tabla P.2.

Tabla P.2. Crear base de datos

Funcionalidad	Comando	Definición
Creación Usuario	\$ create user geodjango \$ password 'prueba';	Se crea la base de datos geoespacial de <i>Django</i>
Creación de base de datos	\$ create database geodjango owner geodjango;	Crear base de datos geoespacial de <i>Django</i> y usuario.
Acceso al usuario	\$ alter role geodjango superuser;	Acceso al usuario de Geodjango.
Habilitar extensión de <i>POSTGIS</i>	\$ create extension postgis;	Permite habilitar <i>PostGis</i> .

Fuente: Elaboración propia.

Instalación de los gestores de paquetes de *Django*, para instalar y administrar el software en el lenguaje de programación de Python, se detalla en Tabla P.3.

Tabla P.3. Gestores de paquetes *Django*

Funcionalidad	Comando	Definición
Instalar paquetes de Python.	\$ sudo apt-get install python-pip python-dev build-essential	Instalación de Python.
Instalar librería <i>DJANGO</i>	\$ sudo pip install django	Instalación de forma global de <i>DJANGO</i> desde los repositorios <i>PyPi</i>
Crear carpeta	\$ mkdir proyecto_bico	Crear la carpeta donde se guardará el proyecto, en este caso es "proyecto_bico"
Ir a la carpeta	\$ cd proyecto_bico	Ingresar a la carpeta donde se almacenará descargará el proyecto que ese encuentra en el repositorio.
URL del BitBucket	\$ git clone https://App_Bici@bitbucket.org	Permite descargar el proyecto almacenado en BitBucket

Fuente: Elaboración propia.

Los comandos usados para la descarga del repositorio de BitBucket, se muestran en la Tabla P.4.

Tabla P.4. Gestores de paquetes *Django*

Funcionalidad	Comando	Definición
URL BitBucket	\$git clone https://App_Bici@bitbucket.org	Permite descargar el proyecto almacenado en BitBucket.
Ir a la carpeta de ciclorutas	\$ cd ciclorutas	Ingresar a la carpeta de ciclorutas donde se encuentra la carpeta <code>manage.py</code>
Correr el servidor	\$ python manage.py runserver	Iniciar el servidor
Abrir el navegador	localhost:8000	Abrir el navegador con localhost o en su defecto
Actualización	git pull	Actualización de los cambios realizados en el BitBucket
Migraciones	\$ python manage.py makemigrations	Realiza la migración a partir de los cambios realizados en el código.
Migraciones	\$ python manage.py migrate	Realiza la migración a partir de la última versión modificada.

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se puntualizan las herramientas y tecnologías empleadas en el desarrollo de la aplicación, para el cliente (FrontEnd) y el servidor (Backend).

P.1.2 Servidor: Ubuntu Server

En esta sección se describen los componentes de software que intervienen el funcionamiento de la aplicación del lado del servidor, en términos generales sobre *Ubuntu Server* van a estar *Django* y la base de Datos.

P.1.2.1 Ubuntu Server versión 14.04

Ubuntu es una distribución Linux basada en Debian GNU/Linux (Ponce, 2008) que ofrece un sistema operativo enfocado a ordenadores de escritorio, aunque también proporciona soporte para servidores. El objetivo principal es ser un sistema operativo accesible, fácil de usar, libre de uso, lanzamientos regulares cada seis meses y facilidad de instalación (Ubuntu, Ubuntu release cycle, 2016).

Lo que respecta a *Ubuntu Server* es una variante de Ubuntu, dedicada especialmente al uso de servidores, que proporciona servicios; en el desarrollo de la aplicación cumple la función de servidor *web* y servidor de base de datos.

Ubuntu Server es un sistema operativo sin entorno gráfico, esto indica que las acciones se realizan por consola., cabe destacar que la versión 14.04 (*Trusty Tahr*) posee elementos claves destacando: estabilidad, opciones, velocidad y diseño, es ideal para desarrolladores y tiene soporte durante cinco años, es decir, hasta abril del 2019 (Ubuntu, 2016).

P.1.3 Apache versión 2.4.2

Apache (Apache, 2016) corresponde a software libre que proporciona implementaciones robustas, es el servidor *web* más usado para los sistemas de Linux, pos su seguridad, utilidad y versatilidad, de acuerdo con estas características permite alojar sitios y aplicaciones *web* dinámicas. Su última versión

es 2.4.2. Servidor Apache HTTP, es configurado a través de archivo de texto simple y ha sido optimizado para aumentar el rendimiento y la escalabilidad.

La instalación de Apache se realiza desde el gestor de paquetes del repositorio de Ubuntu. Para la instalación del servidor *web* desde consola se ejecuta:

```
sudo apt -get update
sudo apt -get install apache2
```

Se hace necesario la instalación de Apache ya que es un servidor listo para producción y no se deben realizar configuraciones de servidores *web*, la ventaja es que permite desarrollar el código a la espera de cambios y se reinicia automáticamente.

P.1.4 Python versión 2.7

Python está relacionado con *Django*, ya que corresponde al lenguaje y *Django* es el *framework*. Python (Rossum, 2009) corresponde a un lenguaje de programación con estructuras de datos eficientes y de alto nivel con enfoque con programación orientada a objetos.

P.1.4.1 Django 1.9

Django es *framework* de desarrollo *web* donde se pueden crear y mantener aplicaciones *web* de alta calidad. Su propósito clave principal es que el código puede ser modificado sin afectar otros elementos. *Django* usa el patrón de diseño Modelo – Vista – Controlador (MVC), está estructurado así (Holovaty & Kaplan - Moss, 2007):

- Modelo: el archivo *models.py* contiene la descripción de la tabla de la base de datos. En esta clase se crean, buscan, actualizan y borran entradas de la base de datos sin usar sentencias de SQL.
- Vista: el archivo *views.py* contiene la lógica de la página, en la función *latest_books()*.

- Controlador: el archivo *urls.py* especifica la vista que es llamada según la URL.
- El archivo *latest_books.html* es una plantilla HTML que describe el diseño de la página.

La Figura P.1 muestra el diagrama del flujo que tiene una aplicación programada con el *framework* de *Django* desde que el navegador realiza una petición hasta que pasa por *Python*, se divide en tres capas así:

- *Capa middleware*: Envío de peticiones antes que sean retornadas al resto de la aplicación y sean devueltas al usuario.
- *Capa de enrutamiento*: Depende de la URL solicitada, la cual se envía al modelo correspondiente que resuelve la lógica detrás de la URL.
- *Capa de vista*: Una vez resuelta la lógica ejecutada en la capa de enrutamiento envía una vista que dibujará el resultado, retornando al navegador.

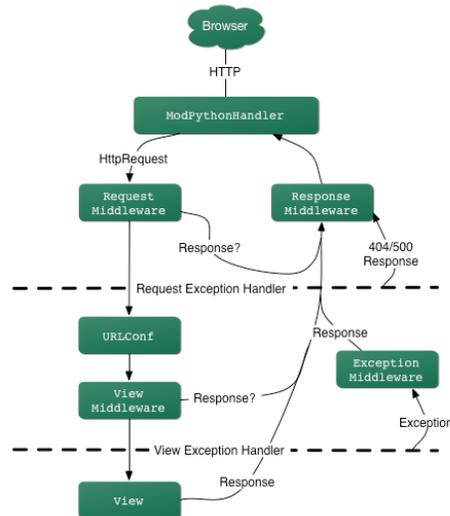


Figura P.1. Flujo comunicación *Django*.

Fuente: <https://www.djangoproject.com>.

En la Figura P.2, se observa que desde *Object1* se realiza una petición al ORM que es precedido por el proceso mostrado en el diagrama de la Figura P.3.

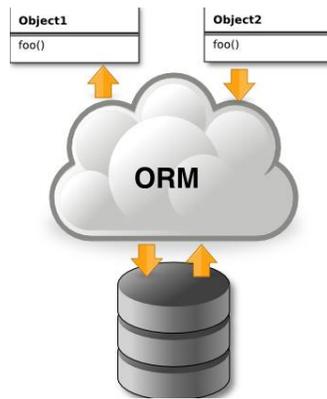


Figura P.2. Modelo ORM.

Fuente: <http://codesamplez.com/>.

Django cuenta con un esquema bajo el modelo *Object Relational mapping (ORM)* en el que se define la estructura de la base de datos usando *Python*, de acuerdo con esto ORM (Figura P.3) es una capa intermedia que permite mapear la tabla de la base de datos para crear entidades, las cuales representan un registro de una tabla de la base de datos, devolverá los resultados en forma de objetos de *Python*, de acuerdo con esto no se usará la forma tradicional de realizar consultas a una base de datos, para ello se selecciona un driver que permite la comunicación con la base de datos mediante el uso de sentencias estándar que realizan peticiones a la base de datos mediante funciones y objetos definidos en *Python* retornando la información solicitada.

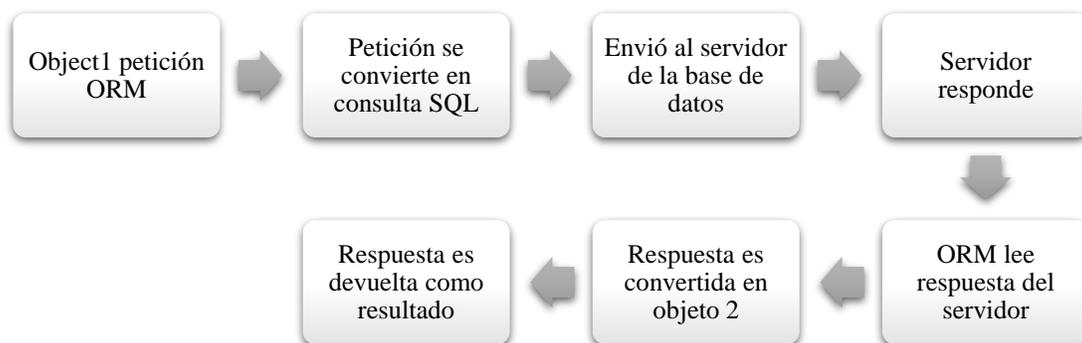


Figura P.3. Consulta ORM.

Fuente: Elaboración propia.

P.1.5 Servidor: Base de Datos

En el presente ítem se detallan las herramientas usadas para el almacenamiento de la base de datos.

P.1.5.1 PostgreSQL 9.4

Es un sistema gestor de base de datos objeto – relacional (ORDBMS) basado en el proyecto *PostgreSQL* que tiene funcionalidades encaminadas a agilizar y flexibilidad en la manipulación de datos, su propósito es multiusuario y de código abierto, liberado bajo la licencia *Berkeley Software Distribution* (BSD) (Esta licencia consiste en que el código pueda ser redistribuido y modificado. *PostgreSQL* es libre, por ende, su código fuente está disponible), soportando gran parte del estándar *Structure Query Language* (SQL).

PostgreSQL tiene características de la orientación a objetos como consultas complejas, disparadores (ejecuta cualquier función definida por el usuario desde cualquiera de sus lenguajes de procedimiento), vistas, integridad transaccional (evitar inconsistencia en la información almacenada en la base de datos), control de concurrencia multiversión y puede ser extendido al usuario añadiendo tipos de datos, operadores, funciones agregadas, ventanas o recursivas, métodos de indexado y lenguajes procedurales (PostgreSQL, PostgreSQL 9.4.9 Documentation, 2016).

De acuerdo con lo anterior, indica que posee gran escalabilidad, es decir, es capaz de ajustarse al número de CPU's y a la cantidad de memoria que posea el sistema, lo que permite que soporte mayor cantidad de peticiones simultáneas de manera correcta, además que almacena procedimientos en la propia base de datos. En la Figura P.4 se muestra el sistema de base relacional orientada a objetos (Juaréz, 2015).

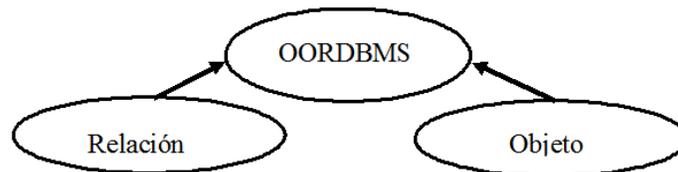


Figura P.4.Sistema de base relacional orientada a objetos (ORDBMS).

Fuente: José Javier Juárez Caballero

P.1.5.2 PostGis 2.1.5.

PostGis es una extensión espacial para *PostgreSQL* que permite gestionar objetos geográficos, de modo que añade esta capacidad al sistema de gestión de bases de datos (SGDB) *PostgreSQL* para que pueda ser usado por los sistemas de información geográfica (GIS) (Muñoz - Cruzado García, 2016), en todos los objetos que aparecen en la especificación OpenGIS como: puntos, líneas poligonas, multilíneas, multipuntos y colecciones geométricas (Ramsey, 2015).

PostGis fue desarrollado por la empresa canadiense Refraction especializada en productos "Open Source", entre ellos destaca el software SIG uDig (uDig, 2016) y está liberado bajo la licencia pública general de GNU.

Para la instalación de *PostGis* deben estar instalado el paquete *PostgreSQL* y las librerías *geospatial data abstraction* (GDAL), *Geometry Engine - Open Source* (GEOS) y *Cartographic projection* (PROJ), ya que permiten hacer uso de las funciones espaciales y la reproyección (Django Project, 2016). A continuación, se describe en términos generales cada librería.

GDAL (GDAL, 2016) es una librería que hace las veces de traductor de datos geoespaciales que están bajo la licencia X/MIT (licencia de software libre del Instituto de Tecnología de Massachusetts) de la función geoespacial de código abierto (OSGeo) que apoya el desarrollo colaborativo. Está apoyado en formatos raster (GeoTIFF, Erdas Imagine, ECW, MrSID, JPEG 2000, DTED, NITF, GeoPackage) y formatos vectoriales (ESRI, ESRI ArcSDE, ESRI FileGDB, MapInfo, GML, KML, *PostGis*, Oracle Spatial).

GEOS (PostiGIS, 2016) puede ser instalada en cualesquiera instancia *PostGis* utilizada por GeoServer ya que permite realizar operaciones espaciales y está habilitado bajo los términos de la licencia pública general lesser (LGNU).

PROJ (Proj4, 2016) permite realizar conversiones entre las proyecciones cartográficas, que corresponde a un filtro estándar que convierte de coordenadas geográficas (longitud y latitud) a coordenadas cartesianas y viceversa.

P.1.6 Administrador: Navegador Web Actualizado

Se debe contar con el navegador *web* actualizado ya que con esto se garantiza al administrador seguridad, velocidad, compatibilidad, comodidad y mejor experiencia en el uso, interacción y manejo de la aplicación, dichas características (Valdés, 2007) se explican a continuación:

- *Seguridad*: un navegador con la versión actualizada protege mejor contra virus, troyanos, fraudes y otras amenazas, ya que un navegador desactualizado está desprotegido en aspectos de seguridad frente a ataques porque una nueva versión de navegador contiene soluciones a las más recientes estrategias de software malicioso y se han corregido las vulnerabilidades que pudiera tener la versión anterior, además que cuanto más actualizado esté el navegador, garantiza mayor protección al equipo del usuario.
- *Velocidad*: ejecución rápida de las funciones y permite la navegación sin tantas esperas en la carga de páginas.
- *Compatibilidad*: puede generar inconvenientes de vulnerabilidad e inestabilidad, para ello la página debe cumplir con las especificaciones, tanto para HTML como para CSS publicadas por el *World Wide Web Consortium (W3C)*.
- *Comodidad y mejor experiencia*: nuevas características y extensiones personalizadas, que procura que el usuario vea las páginas *web* con fidelidad, accesible y sencilla, es decir, permiten tener una mejor experiencia en la *web*.

P.1.7 Google: Google Maps API 3.0

Google Maps API (Google Developers, 2016) permite embeber los mapas de *Google* tanto en el dispositivo móvil (usada por el usuario) como en la aplicación de escritorio del navegador (usada por el administrador *web*), ver Figura P.5. La API incluye la localización para más de 50 idiomas,

localización de la región y geo codificación. A continuación, se detallan las características principales usadas para la programación:

- *Sensor*: La API de *Google Maps* se le indica algún tipo de sensor, en el caso de la aplicación para determinar la ubicación del usuario a través del localizador de GPS, donde en la programación realizada este valor es igual a *true*.
- *Localización (idioma)*: La API de *Google Maps* determina automáticamente el idioma que debe usar la interfaz de usuario.
- *Localización (región)*: La API de *Google Maps* está predeterminada por defecto a Estados Unidos, para ello se definen las coordenadas de latitud y longitud donde se debe centrar el mapa usado para el servidor *Google.maps.LatLng (4.657181, -73.959335)*, para el caso de la aplicación móvil desarrollada se creó un método que permite buscar la posición actual, esto gracias al uso de la clase *LocationManager* para *Android*, la cual permite acceder a los servicios del sistema de localización.



Figura P.5 Clave API *Google*.

Fuente: *Google Maps Android API*.

P.1.8 Cliente: Dispositivo Móvil

Dispositivo móvil: conocido como teléfono inteligente o *smartphone* ha sido definido como un aparato (Rojas, Roa, & Alarcón, 2011) que fue diseñado con una función específica aunque debido a la evolución tecnológica se le han incorporado funciones adicionales ya debido se han creado diversas aplicaciones; dentro de sus características, se destacan el pequeño tamaño, con capacidad de procesamiento, memoria limitada y conexión (permanente o intermitente) a una red. En el caso del desarrollo de la aplicación debe tener instalada una versión igual o superior a 4.4.

Software para dispositivo móvil: el desarrollo de aplicaciones móviles se ha enfocado en diferentes áreas ya sea para fines lucrativos, de investigación y de satisfacción de necesidades, entre otros (Rojas, Roa, & Alarcón, 2011). Con respecto al desarrollo de aplicaciones basadas en *Android* se usa lenguaje Java y su respectivo conjunto de herramientas *software development kit* (SDK) como: dispositivo virtual, de desarrollo y de depuración.

P.1.8 Puertos de comunicación: Puerto 80

El puerto 80 es el más usado para la *web*, es decir, el navegador realiza una conexión al puerto 80 del servidor *web*, en este caso el estado del puerto es abierto ya que acepta conexiones y existe una aplicación escuchando el puerto, con la posibilidad de conectarse.

P.1.9 Protocolo HTTP (Protocolo de Transferencia de HiperTexto)

El protocolo HTTP es usado por los navegadores para la carga de las páginas *web*, que corresponde a un protocolo cliente – servidor que realiza intercambio de información entre los clientes *Web* y los servidores HTTP.

Las comunicaciones están soportadas sobre los servicios de conexión TCP/IP, en este proceso el servidor escucha en un puerto de comunicaciones TCP (por defecto el puerto 80) y espera la solicitud de conexión de los clientes *web*, en este caso la aplicación en *Django*, cliente administrador *web* y cliente dispositivo móvil, una vez se establece la comunicación, el protocolo TCP se encarga de mantener la comunicación y garantizar el intercambio de datos libre de errores. El protocolo HTTP basa sus operaciones en solicitud/respuesta, el proceso realizado es el siguiente:

1. Un cliente establece una conexión con un servidor y envía un mensaje con los datos de la solicitud.
2. El servidor responde con un mensaje similar, que contiene el estado de la operación y su posible resultado.

3. Todas las operaciones pueden adjuntar un objeto o recurso sobre el que actúan; cada objeto *Web* (documento HTML, fichero multimedia o aplicación CGI) es conocido por su URL.

Una transacción HTTP se realiza cada vez que un cliente realiza una petición al servidor y se ejecutan en el siguiente orden:

1. El administrador accede a una URL, que debe ser introducida directamente en el campo *location* del cliente *web*.
2. El cliente *web* decodifica la URL, separándola por partes donde se identifica el protocolo de acceso, la dirección DNS o IP del servidor, el puerto requerido que en el caso de la aplicación diseñada es el 80 y el objeto requerido en el servidor.
3. Se abre la conexión TCP/IP en el servidor, comunicándose con el puerto TCP respectivo. Se realiza la petición, para ello se envía el comando necesario (GET, POST, HEAD, etc.), contenido de la URL que sigue a la dirección del servidor (dirección del objeto requerido) y la versión del protocolo HTTP empleada (por lo general HTTP/1.0) e información que incluye datos sobre la capacidad del navegador y datos opcionales del servidor.
4. El servidor retorna la respuesta al cliente.
5. Se cierra la conexión TCP.

La secuencia de ejecución de una transacción *web* se muestra en la Figura P.6

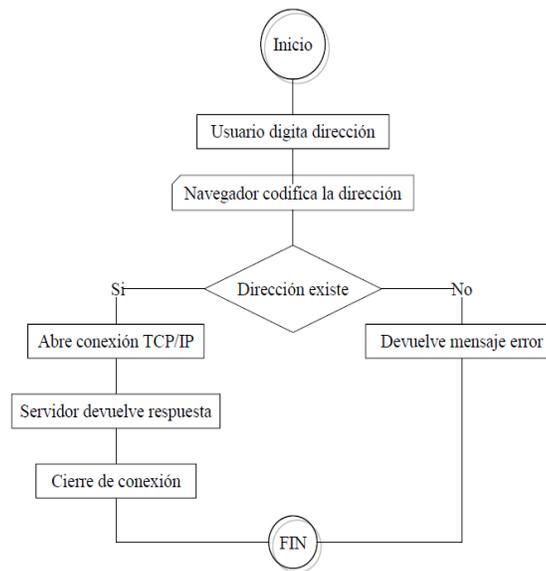


Figura P.6. Transacción HTTP.

Fuente: Elaboración propia.

P.1.10 Google Api Key

La comunicación en el *Google Api Key* se realiza a través de HTTPS usando POST. Tanto la solicitud como la respuesta poseen formato JSON, y el tipo de contenido de ambas es `application/json`. En la siguiente dirección URL se envían las solicitudes de geolocalización usando POST:

`https://maps.google.com/maps/api/js?key=YOUR_API_KEY`

En donde,

- `YOUR_API_KEY` corresponde a especificar una clave en la solicitud como el valor del parámetro `key`. Una `key` es la clave API de la aplicación que permite incrustar *Google Maps* en páginas *web* o recuperar datos de *Google Maps*, y permiten, ya sea para uso simple o una amplia personalización.

P.1.10.1 Puerto 5433

Para la comunicación entre *Django* y la base de datos esta predeterminado el puerto TCP 5433 (*PostgreSQL*, 2016) el cual usa el protocolo de control de transmisión. TCP es un protocolo principal en redes TCP/IP.

P.1.11. Web Services

Un servicio *Web* o *WebService* es un servicio ofrecido por una aplicación que expone su lógica a clientes de cualquier plataforma mediante una interfaz accesible a través de la red utilizando tecnologías (protocolos) estándar de Internet.

P.1.12. Servidor: Api Rest Full

Representational State Transfer (REST) API es una API o librería de funciones a las cuales se accede por el protocolo HTTP, mediante el uso de direcciones *Web* o URL's en las que se envían los datos de la consulta y para ello se obtienen los datos en formato *JavaScript Object Notation* (JSON).

El uso de este servicio *web* en la aplicación tiene la ventaja que si en un futuro se desarrolla en IOS, no existirán inconvenientes ya que está programado en JSON, el cual puede ser leído por cualquier lenguaje de programación y usado para intercambio de información en distintas tecnologías. Presenta las siguientes características:

- *Protocolo cliente/servidor sin estado*: en cada petición HTTP está presente toda la información necesaria para ejecutarla, esto permite que ni cliente ni servidor necesiten recordar ningún estado previo para cumplirla.
- Las operaciones relacionadas con los datos del sistema REST y la especificación HTTP son cuatro: POST (crear), GET (leer y consultar), PUT (editar) y DELETE (eliminar).

La API de REST es independiente de tipo de plataformas y lenguajes ya que siempre se adapta al tipo de sintaxis o plataformas con las que se están trabajando, ofreciendo libertad en el momento de cambiar o probar nuevos entornos de desarrollo, para ello las respuestas a peticiones se deben hacer en lenguaje de intercambio ya sea XML o JSON.

P.1.13. Google Maps: Api Key de Autenticación

Para el manejo de mapas, geolocalización y rutas se ha empleado la API de *Google Maps*. Todas las operaciones relacionadas con los mapas se han realizado con las funciones de JavaScript proporcionadas por la propia API de *Google*.

Los servicios *web* proporcionan como una interfaz que permite solicitar datos de Maps API a servidores externos para ser usados en la aplicación los cuales son diseñados de acuerdo a las condiciones de servicio de *Google Maps API*.

Al igual que el *Api Rest Full* también se usan solicitudes HTTP, donde se les pasan a los servicios los parámetros de la dirección URL como argumentos, devolviendo los datos en JSON para ser procesados por la aplicación. La solicitud del servicio *web*, se debe especificar el tipo de servicio en la URL, para ello tiene la siguiente forma:

`https://maps.googleapis.com/maps/api/JSON/output?parameters`

P.1.14. Dispositivo Móvil: Geolocalización

El GPS (Martinez, 2010) (Global Positioning System: sistema de posicionamiento global) o NAVSTAR-GPS es un sistema global de navegación por satélite (GNSS) que permite determinar la posición de un objeto, una persona, un vehículo o una nave, con una precisión hasta de centímetros (si se utiliza GPS diferencial).

En un teléfono móvil se tiene implementado un receptor GPS que proporcionan los datos de posicionamiento que son interpretados por alguna aplicación con por ejemplo *Google Maps*. Si el teléfono móvil no cuenta con GPS no funcionaría la aplicación porque se basa en obtener los datos de latitud y longitud.

Glosario de Términos

Algoritmo

Secuencia de instrucciones que dan solución a un determinado problema.

Android

Sistema operativo basado en Linux, diseñado para dispositivos móviles con pantalla táctil como teléfonos inteligentes.

Aplicación móvil

Conjunto de instrucciones lógicas, procedimientos, reglas, documentación, datos e información y funcionan específicamente en dispositivos móviles².

API

La interfaz de programación de aplicaciones, abreviada como API del inglés: Application Programming Interface, es el conjunto de subrutinas, funciones y procedimientos (o métodos, en la programación orientada a objetos) que ofrece cierta biblioteca para ser utilizado por otro software.

Bicicarril

Es un espacio exclusivo para la circulación de bicicletas dentro de la calzada destinada al tráfico motorizado.

Cicloruta

La cicloruta es un espacio urbano destinado de forma exclusiva o preferencial para la circulación de bicicletas, construido en andén y aislado del tráfico vehicular paralelo al mismo.

² UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA (UNAD). Lección 2: ¿Qué es una Aplicación Móvil? En: unad.edu.co. [en línea]. Disponible en http://datateca.unad.edu.co/contenidos/233016/EXE_SAM/leccin_2_que_es_una_aplicacin_mvil.html, consultado 20 de abril 2016.

Cicloparqueadero

El cicloparqueadero o comúnmente conocido como biciparqueadero, es un lugar reservado para estacionar bicicletas.

Ciclousuario

El ciclousuario o comúnmente conocido como biciusuario; persona usuaria de la bicicleta para realizar desplazamientos dentro de la ciudad, por trabajo, estudio, recreación, entre otras actividades cotidianas.

Cliente

Es una aplicación informática que consume un servicio remoto de un servidor implementado en la *web*.

Django

Framework usado para el desarrollo *web*.

Google Maps

Servidor de aplicaciones de mapas en la *web* que pertenece a Alphabet Inc. Las coordenadas de *Google Maps* están en el sistema WGS842 y se muestra la latitud y la longitud, positiva para Norte y Este, negativa para Sur y Oeste. Permite el cálculo de las rutas óptimas debido al detalle en los datos como información de nombres calles y sus sentidos.

Modelo 4+1 Vistas

Describe la arquitectura de sistemas software, basados en el uso de múltiples vistas concurrentes. Las cuatro vistas del modelo son: vista lógica, vista de desarrollo, vista de proceso y vista física. Además, una selección de casos de uso o escenarios suele utilizarse para ilustrar la arquitectura sirviendo como una vista más.

PostGis

Complemento para el soporte de objetos geográficos a la base de datos objeto-relacional *PostgreSQL*, convirtiéndola en una base de datos espacial para su utilización en Sistema de Información Geográfica.

PostgreSQL

Es un sistema de gestión de bases de datos relacional orientado a objetos y libre, publicado bajo la licencia *PostgreSQL*.

Servidor

Aplicación en ejecución (software) capaz de atender las peticiones de un cliente y devolverle una respuesta en concordancia.

Teléfono inteligente

Un teléfono inteligente o smartphone es un término comercial, para denominar un teléfono móvil que se caracteriza por tener pantalla táctil, cuenta con Global Positioning System (GPS), navegación (conexión a internet), acceso a correo electrónico, acceso a multimedia (cámara de fotos y reproductor de video), posibilidad de leer documentos (Microsoft® Office y Portable Document Format (PDF)), entre otras. Una de las funciones principales es la ejecución de múltiples tareas como enviar mensajes de texto, recibir llamadas de voz, responder el correo, escuchar música, es decir, se pueden realizar actividades similares a las de un computador³.

Ubuntu

Sistema operativo basado en GNU/Linux y que se distribuye como software libre, el cual incluye su propio entorno de escritorio denominado Unity. Está orientado al usuario promedio, con un fuerte enfoque en la facilidad de uso y en mejorar la experiencia del usuario. Está compuesto de múltiple software normalmente distribuido bajo una licencia libre o de código abierto.

³ PALENCIA-VIZCARRA, R.J. & PALENCIA- DÍAZ, R. (2013, julio - agosto). *Teléfonos inteligentes y tabletas. ¿Una herramienta o una barrera en la atención del paciente?* Medicina Interna México, 29, 4, 404-409.