

**DenunciApp: Diseño e Implementación de una
Aplicación Móvil para la Denuncia de Delitos
Ambientales**
TESIS DE GRADO

Ixent Galpin

**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
DECANATURA DE DIVISIÓN DE EDUCACIÓN ABIERTA Y A DISTANCIA
INGENIERÍA EN INFORMÁTICA
BOGOTÁ
2019**

**DenunciApp: Diseño e Implementación de una
Aplicación Móvil para la Denuncia de Delitos
Ambientales**
TESIS DE GRADO

TÍTULO ACADÉMICO: INGENIERO EN INFORMÁTICA

**DIRECTOR DE TESIS:
PABLO EMILIO CUENCA RIVERA**

**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
VICERRECTORÍA DE UNIVERSIDAD ABIERTA Y A DISTANCIA
INGENIERÍA EN INFORMÁTICA
BOGOTÁ
2019**

DEDICATORIA

A mi esposa Johana.

Por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

AGRADECIMIENTOS

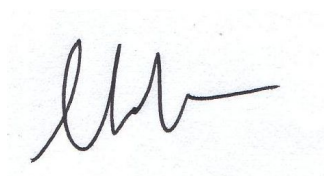
Al finalizar este trabajo quiero utilizar este espacio para agradecer a:

- los habitantes del Cañón del Combeima, Municipio de Ibagué, Tolima, quienes me brindaron su tiempo para realizar el diagnóstico de los problemas ambientales que afectan su comunidad;
- a mis padres que han sabido darme su ejemplo de trabajo y honradez, y
- a mi esposa Johana por su apoyo y paciencia en este proyecto de estudio.

En especial quiero dar un agradecimiento a la Universidad Santo Tomás, a todos los profesores del programa de Ingeniería en Informática, y sobretodo al Profesor Pablo Emilio Cuenca Rivera por su guianza durante el desarrollo de este proyecto.

CARTA DE AUTORIZACIÓN

El estudiante autoriza al Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación CRAI-USTA de la Universidad Santo Tomás, para que con fines académicos su trabajo de grado / tesis sea visible y pueda ser consultado en el Repositorio Institucional, por los usuarios a los que sea de su interés. La reproducción parcial del trabajo se hace de acuerdo con lo establecido por el artículo 30 de la ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993 “Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores” los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.



Ixent Galpin
C.E. 303.572

TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTOS	4
CARTA DE AUTORIZACIÓN	5
TABLA DE CONTENIDO	6
ABSTRACT	9
RESUMEN	10
INTRODUCCIÓN	11
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
1.1 Formulación del Problema	14
2. JUSTIFICACIÓN	16
3. OBJETIVOS	19
3.1 Objetivo General	19
3.2 Objetivos Específicos	19
4. ALCANCES Y LIMITACIONES	20
4.1 Espacio	20
4.2 Tiempo	21
4.3 Temática	21
4.4 Alcance del proyecto	21
5. MARCO DE REFERENCIA	22
5.1 Estado del Arte	22
5.2 Marco Teórico	25
5.2.1 Los Sistemas de Información	25
5.2.2 El Derecho	26
5.2.3 Las Ciencias Ambientales	27
5.3 Marco Conceptual	28
5.4 Marco Metodológico	29
6. ASPECTOS METODOLÓGICOS DE DESARROLLO	30
6.1 Identificación de Requerimientos	33
6.1.1 Requerimientos Funcionales	33
6.1.2 Requerimientos No Funcionales	36
6.2 Modelo de Análisis	37

6.2.1 Análisis de Requisitos	37
6.2.2 Modelo de Análisis	39
6.2.2.1 Diagramas de Casos de Uso	39
6.2.2.2 Diagramas de Actividad	44
6.2.2.3 Diagramas de Clases	46
6.2.2.4 Diagramas de Implementación	47
6.2.2.5 Diagramas de Estado	47
6.2.2.6 Diagramas de Secuencia	48
6.2.2.7 Diagramas de Comunicación	49
6.3 Diseño	51
6.3.1 Modelo Arquitectónico	51
6.3.2 Modelo de Datos	53
6.3.3 Diseño de Interfaces	54
6.3.3.1 Suscribirse Como Usuario	56
6.3.3.2 Recuperar Contraseña	58
6.3.3.3 Pasos para Autenticarse	59
6.3.3.4 Denunciar Delito Ambiental	60
6.3.3.5 Editar Perfil	63
6.3.3.6 Solicitar Informe Denuncias Enviadas	64
6.4 Desarrollo	65
6.4.1 Estructura General del Proceso de Desarrollo de Software	65
6.4.2 El Archivo Manifest	67
6.4.3 Las Actividades del Proyecto	68
6.4.3.1 Actividad: MainActivity	68
6.4.3.2 Actividad: SelectCategoryActivity	69
6.4.3.3 Actividad: FindLocationActivity	71
6.4.3.4 Actividad: SelectDateTimeActivity	73
6.4.3.5 Actividad: AddEvidenceActivity	74
6.4.3.6 Actividad: AddDescriptionActivity	75
6.4.3.7 Actividad: ViewReportActivity	76
6.5 Integración	77
6.5.1 Entorno de Desarrollo	77
6.5.2 La Base de Datos en el Cliente	77
6.5.3 La Base de Datos en el Servidor	79
6.6 Pruebas	81
6.6.1 Pruebas Unitarias	82
6.6.2 Pruebas de Integración	82
7. RESULTADOS	83

8. CONCLUSIONES	85
9. RECOMENDACIONES Y TRABAJOS FUTUROS	86
10. BIBLIOGRAFÍA	88
ANEXO 1: CARTOGRAFÍA	91
ANEXO 2: REGISTRO FOTOGRÁFICO DE DELITOS AMBIENTALES	94
ANEXO 3: LEGISLACIÓN COLOMBIANA	99
ANEXO 4: ASPECTOS ADMINISTRATIVOS	107
CRONOGRAMA	107
PRESUPUESTO	108
ESTUDIO DE VIABILIDAD	111

ABSTRACT

The Combeima Canyon, in the foothills of the *Nevado del Tolima* snow-capped mountain, located in the Tolima department of Colombia, is renowned as an area of outstanding natural beauty. As much of the country, it is rich in biodiversity, with recorded sightings of 270-280 species of birds, and produces water for the city of Ibagué. As such, it has significant potential for eco-tourism, as well as being strategic for the well-being of many Colombians. Sadly, the area has suffered considerable environmental degradation, due to the presence of illegal mining, logging, unlicensed construction, and pervasive littering, among other activities which have a negative impact on the local environment. This work aims to address the problem that most environmental offences or crimes committed in the area go unreported, thus preventing the relevant authorities from taking appropriate action. The solution proposed is a smartphone application (App) aimed at ordinary citizens for reporting such incidents. The App enables users to record key details about any incident of concern that they witness, such as time, location and a textual description. Furthermore, items of multimedia evidence such as photographs, videos and audios can be integrated as part of the incident report, which is transmitted to a MongoDB database in the cloud, and subsequently provides a notification for the relevant environmental authority. This work proposes a design for such an App, and includes a prototype implementation for the Android platform.

RESUMEN

El Cañón de Combeima, en las estribaciones del Nevado del Tolima, ubicado en el departamento de Tolima de Colombia, es reconocido como un área de excepcional belleza natural. Como gran parte del país, es rica en biodiversidad, con avistamientos registrados de 270-280 especies de aves, y produce agua para la ciudad de Ibagué. Como tal, tiene un potencial significativo para el ecoturismo, además de ser estratégico para el bienestar de muchos colombianos. Lamentablemente, el área ha sufrido una degradación ambiental considerable, debido a la presencia de minería ilegal, tala, construcción sin licencia y basura generalizada, entre otras actividades que tienen un impacto negativo en el medio ambiente local. Este trabajo tiene como objetivo abordar el problema de que la mayoría de los delitos ambientales o delitos cometidos en el área no se denuncian, evitando así que las autoridades pertinentes tomen las medidas adecuadas. La solución propuesta es una aplicación para teléfonos inteligentes (App) dirigida a ciudadanos comunes para reportar tales incidentes. La aplicación permite a los usuarios registrar detalles claves sobre cualquier incidente de preocupación que presencian, como la hora, la ubicación y una descripción textual. Además, los elementos de evidencia multimedia como fotografías, videos y audios pueden integrarse como parte del informe del incidente, que se transmite a una base de datos MongoDB en la nube y, posteriormente, proporciona una notificación a la autoridad ambiental correspondiente. Este trabajo propone un diseño para dicha aplicación e incluye una implementación prototipo para la plataforma Android.

INTRODUCCIÓN

El Cañón del Combeima está ubicado a media hora de la ciudad de Ibagué, capital del departamento del Tolima, Colombia, en la vía para el Nevado del Tolima, y es destacado por la riqueza paisajística y ambiental que la caracteriza. Ubicado en la zona amortiguadora del sur del Parque Natural Nacional los Nevados, según Yesid Varón, ex-concejal cuya familia ha vivido varias generaciones en el Cañón, “produce agua para más de 700.000 personas: los habitantes de la ciudad de Ibagué, los arroceros...” (citado por Galpin, 2016). Además, de acuerdo a Pedro Bahamón, director de la ONG Fundación Río Cocora, se estima que esta zona cuenta con la presencia de entre 270-280 especies de aves, lo cual constituye casi una séptima parte de las aves en Colombia, país notable por ocupar el primer puesto mundial en biodiversidad de aves. Los paisajes del Cañón incluyen iconos imponentes como el Nevado del Tolima y abundantes cascadas, y son destacados por el escritor polaco Krzysztof Dydyński, autor de las primeras ediciones de la guía turística Lonely Planet para Colombia. Este escritor, al describir el sector entre Juntas y El Silencio, afirma que “el camino bordea alrededor del borde de un magnífico cañón, con 200 metros de profundidad, y el Río Combeima abajo, y es un espléndido paseo escénico” (Dydyński, 1995). Daniel Templeton, habitante del Cañón y fundador de la empresa de deportes extremos *Locombia*, citado por Galpin (2016), considera que las mayores riquezas del Cañón son “la biodiversidad, el clima, y el agua”. Es importante resaltar que todos los puntos mencionados están relacionadas con los servicios ambientales que provee el Cañón del Combeima, con importante énfasis en el agua.

A pesar de su riqueza, el Cañón del Combeima tiene varios problemas ambientales a raíz de la actividad humana, la cual incluye la actividad agropecuaria de los habitantes de la región, y la presencia masiva de turistas los fines de semana. Algunos de los problemas identificados por las entrevistas recopiladas en Galpin (2016) son:

- El continuo deterioro de la cuenca del Río Combeima, a pesar de inversiones estatales;

- La expansión de la frontera de la ganadería y la agricultura, incluso en zonas donde hay bosque ripario o primario (ver fotografías en las Figuras B.1 y B.2 del Anexo 2);
- El uso de agrotóxicos por parte de los campesinos;
- La basura dejada en la zona por los turistas que vienen a realizar “paseos de olla” (ver fotografías en la Figuras B.3 y B.4 del Anexo 2);
- El abandono sistemático de mascotas;
- La cacería ilegal en la zona, sobre todo de animales en vía de extinción, como lo son las águilas cuasmeras.
- La construcción de edificios en zonas protegidas sin los respectivos permisos, la deposición de residuos, y el abandono de mascotas, entre otros comportamientos que resultan nocivos para la sostenibilidad del sector (ver fotografía en la Figuras B.5 del Anexo 2).

La persistencia de estos delitos es de importante preocupación, ya que el Cañón del Combeima es zona con una importante diversidad de flora y fauna, y es la principal suministradora de agua para la ciudad de Ibagué, capital del Departamento del Tolima, y la abundante zona agrícola que la rodea.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Como se comentaba anteriormente, los daños ambientales descritos son causados tanto por habitantes de la zona, como por visitantes que llegan los fines de semana y días festivos. Para preservar el patrimonio ambiental del Cañón del Combeima para futuras generaciones, se han llevado a cabo diversas y extensas campañas de carácter pedagógico para concientizar a las personas de las riquezas ambientales que les rodean, con el fin de persuadir a las personas de cuidar el medio ambiente. Por ejemplo, en los últimos años se han llevado a cabo varias campañas que ha reunido voluntarios para realizar la recolección de basuras, tanto causadas por los turistas como los habitantes de la región. En dos jornadas recientes organizadas por la Empresa Ibaguereña de Acueducto y Alcantarillado (IBAL) y el Grupo de Prevención y Atención de Desastres (GPAD), se reporta la recolección de más de 500Kg de basura en el páramo del Nevado del Tolima y el Cañón del Combeima (CIMPP, 2019). Por otro lado, la *Fundación Río Cocora* realiza campañas anualmente denunciando la caza ilegal de aves cuasmeras, y organiza jornadas de sensibilización en los colegios y con los campesinos de la región, con el fin de que las futuras generaciones tengan la oportunidad de observar estas aves (Cortolima, 2015). La ONG *Travesía Verde* organiza diversas actividades culturales con el fin de promover el ecoturismo y la educación ambiental, con las cuales también procura fortalecer el sentido de pertenencia de habitantes de la región de esta forma buscando que cuiden mejor su entorno (TV, 2019). El Portal Ambiental del Cañón del Combeima (PACC, 2019) es un espacio virtual dedicado a aumentar la conciencia ambiental de los habitantes de la zona. Aunque indudablemente estas iniciativas de conciencia ambiental son muy meritorias, dado la persistencia de estos comportamientos que son nocivos para el bienestar general de la población, es razonable concluir que han resultado insuficientes para persuadir a los infractores a que cambien sus comportamientos.

Es importante destacar que la legislación colombiana contempla sanciones para los comportamientos mencionados anteriormente. De acuerdo al fiscal general de la nación, Néstor Humberto Martínez, “la impunidad en Colombia ronda por el 99%. La

misma tasa que denunció el Departamento Nacional de Planeación en 1991 cuando se creó la Fiscalía” (citado en El Colombiano (2016, Agosto 16)). Aunque no se encontraron estadísticas específicas para los delitos ambientales, es razonable suponer que la impunidad para esta clase de delitos es similar, o incluso mayor, por tratarse de una categoría de delito cuyos efectos no se perciben necesariamente a corto plazo. Estos datos preocupantes implican que, para la mayoría de los ciudadanos, existe la percepción de que pueden llevar a cabo este tipo de delito sin consecuencias. Es razonable pensar que si existiera una forma de reducir la impunidad para este tipo de delitos, habría una reducción de los mismos, y por consiguiente, una mejor protección para el medio ambiente. Por ende, se puede pensar que parte de la solución para el problema de los delitos ambientales en el Cañón del Combeima está en la identificación de estrategias para reducir la impunidad de estos delitos.

En el Cañón del Combeima existen únicamente dos inspecciones de policía a servicio de toda la zona. Aunque se podría pensar en aumentar el número de policías en el Cañón del Combeima, dado la extensión de la zona es poco probable que estos logren monitorear los delitos ambientales de una forma económicamente viable. Una solución como cámaras de vigilancia tampoco resultaría práctica, dada la naturaleza rural de la zona en cuestión, y su extensión. Por ende, una alternativa de solución para reducir la cantidad de delitos ambientales en el Cañón del Combeima puede estar con facilitar a que los propios ciudadanos conscientes actúen como vigías, brindándoles una forma fácil y segura para reportar cualquier problema ambiental que se presente.

1.1 Formulación del Problema

Actualmente los ciudadanos pueden denunciar delitos ambientales usando un número telefónico dispuesto para ello. Sin embargo, esta opción tiene la desventaja de que el texto de la denuncia debe ser digitalizado por los operadores en el centro de llamadas, lo cual genera costos administrativos para el cuerpo de policía. Esta opción también tiene la limitante de que los soportes que actúan como evidencia de un delito ambiental (fotografías, videos, u otros documentos) deben ser enviados y

sistematizados en un momento posterior a la denuncia telefónica. Por otro lado, la ubicación del delito ambiental a menudo puede resultar imprecisa, ya que los ciudadanos en el momento de hacer la denuncia dan una descripción cualitativa (y subjetiva) del lugar de los hechos, lo cual significa que la policía puede demorarse en encontrar la ubicación exacta. Estas limitaciones dan lugar a la siguiente formulación del problema en cuestión:

¿Cómo brindar una solución informática, que permita el reporte de denuncias ambientales por parte de los ciudadanos del Cañón del Combeima a la respectiva autoridad ambiental, de una forma fácil y eficiente?

Dado el uso generalizado de *smartphones* (teléfonos celulares inteligentes) entre los ciudadanos de todas las clases sociales, los cuales están dotados con la capacidad de tomar fotografías, grabar videos, recibir y transmitir datos, además de registrar coordenadas de ubicación con el sensor GPS, esta plataforma resulta prometedora en la búsqueda de una solución que permita a los ciudadanos reportar delitos ambientales a la respectiva autoridad de una forma fácil, eficiente y segura. A raíz de esta observación, este proyecto propone una aplicación para teléfonos celulares (una “App”) que permite a los ciudadanos realizar denuncias acerca de delitos ambientales, integrando información necesaria como evidencias multimedia y una ubicación precisa tomada con GPS.

Es importante aclarar que al referirnos a “ciudadanos”, nos referimos principalmente a personas naturales que residen en el Cañón del Combeima, o que están visitando la zona. Aunque potencialmente podría usarse por parte de personas jurídicas, no es el enfoque principal de esta aplicación móvil, ya que se contempla que una persona jurídica como una organización ambiental tendría mayores capacidades para realizar un denuncia de un delito ambiental de un carácter más formal.

2. JUSTIFICACIÓN

La importancia de proteger el patrimonio ambiental ha sido enfatizado por diversos científicos destacados alrededor del mundo. Por ejemplo, Stephen Hawking, en el famoso documental *La Hora 11* (también conocido como *La Última Hora*) afirma:

La explotación humana del planeta está llegando a un límite crítico. Pero las demandas y expectativas humanas son cada vez mayores. No podemos continuar contaminando la atmósfera, envenenando el océano y agotando la tierra. No hay más disponible” (DiCaprio, 2007).

Por otro lado, el Papa Francisco, en la Carta Encíclica *Laudato Sí*, hace un llamado urgente a proteger la “Casa Común”, haciendo alusión a los problemas de contaminación, cambio climático, la cuestión del agua, la pérdida de biodiversidad, temas que a su vez ocasionan problemas sociales como lo son el deterioro en la calidad de vida y la inequidad (Papa Francisco, 2015). Hay amplio consenso que el cuidado del medio ambiente es una emergencia que como humanidad debemos atender urgentemente para asegurar el bienestar de la humanidad, y estas observaciones son pertinentes tanto a nivel global como a nivel local.

Este proyecto consiste en la creación de una App para ciudadanos que brindaría la posibilidad de realizar denuncias de delitos ambientales de los cuales son testigos, de una forma práctica, cómoda y segura. Con pocos taps en su celular personal podrían tomar evidencias de un delito ambiental, georreferenciados con el GPS del celular, y de forma anónima si lo desean. Esta solución complementaría las diversas iniciativas pedagógicas de concientización ciudadana que se están llevando a cabo en el Cañón del Combeima, permitiendo que los infractores de delitos ambientales sean identificados y las medidas necesarias llevadas a cabo, con el fin de proteger el medio ambiente.

Uno de los beneficios principales esperados a corto plazo es una reducción a la tasa de impunidad de delitos ambientales en el Cañón del Combeima, lo cual se espera resultaría en una disminución en el deterioro ambiental de la zona. A largo plazo, se espera que se genere mayor conciencia ambiental, entendiendo que los servicios ambientales tiene un mayor valor a largo plazo que brindarán beneficios a toda la población.

Hay importantes actores que se verán beneficiados por esta solución propuesta. Los ciudadanos podrían denunciar delitos de una forma rápida, fácil y segura. Las autoridades ambientales, por su lado, recibirían notificaciones en tiempo real de denuncias de delitos ambientales que ocurren en su jurisdicción, en un formato que les es conveniente, y que podrían importar a sus sistemas de información de forma automatizada. Esto significaría mayor eficiencia en el momento de detectar delitos ambientales y tomar las medidas correspondientes. Los veedores ambientales, de igual forma, se beneficiarían de recibir información de forma automatizada, y poderle hacer seguimiento a las actividades de las autoridades ambientales. La información recolectada permitiría generar estadísticas para entender mejor los problemas ambientales de la zona, y poder definir estrategias para combatirlos, e incluso, prevenirlos. Finalmente, por los motivos anteriormente expuestos, se puede deducir que la sociedad en general también se beneficiaría, ya que nos permitiría vivir en un ambiente más sano, donde existe mayor conciencia para preservar el agua, el aire, la flora y la fauna para futuras generaciones.

Por otra parte el proyecto, tanto el problema como su objetivo general, se enmarca en el núcleo problémico establecido por el programa de Ingeniería en Informática de la Universidad Santo Tomás en su Proyecto Educativo del Programa (PEP) 2016. En este documento (Universidad Santo Tomás, 2016, p.21), se define el interés por investigar en aspectos que incluyen:

- la necesidades tanto locales como regionales e internacionales que la ingeniería en informática puede satisfacer;
- el diseño de software de calidad que cumpla con los requerimientos de diversos sectores;

- la gestión de información para garantizar la confidencialidad, integridad y disponibilidad;
- la gestión eficiente de la información.

El problema planteado en este proyecto abarca elementos de todos los aspectos anteriormente mencionados, por ende, se observa que está alineado con los propósitos del programa de Ingeniería en Informática. Adicionalmente, el PEP cita dos núcleos de investigación que definen el ámbito investigativo de dicho programa, los cuales son el *desarrollo de software* y la *telemática*. Se puede afirmar que el objetivo general de este proyecto está dentro del ámbito investigativo del programa, dado que abarca ambos núcleos de forma transversal.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo General

El objetivo principal del presente trabajo es:

- Diseñar una aplicación móvil efectiva para el registro y denuncia de delitos ambientales en el Cañón del Combeima, zona de importante riqueza ambiental para todos los tolimenses.

3.2 Objetivos Específicos

1. Caracterizar el problema de los delitos ambientales en el Cañón del Combeima (Tolima) y plantear una posible solución.
2. Llevar a cabo el análisis pertinente de esta solución, con el fin de identificar los actores involucrados, población beneficiada, soluciones existentes, impacto y alcance esperado, aspectos legales y posibles patrocinadores.
3. Diseñar los casos de uso que surgen a partir de la solución planteada, con sus interfaces de usuario adecuadas para realizar la actividad en cuestión.
4. Diseñar el modelo de la base de datos correspondiente, que permitirá la persistencia de la información registrada.
5. Diseñar la arquitectura que permitirá el registro de denuncias de delitos ambientales desde la aplicación móvil a la base de datos en la nube.
6. Construir un prototipo en la plataforma Android para los casos de uso relacionados con los actores *Ciudadano* y *Autoridad Ambiental*.
7. Evaluación del sistema implementado.

4. ALCANCES Y LIMITACIONES

4.1 Espacio

El espacio de este proyecto corresponde al Cañón del Combeima, en la zona rural del Municipio de Ibagué, departamento del Tolima, Colombia. De acuerdo a Ruiz (2013):

[el Cañón del Combeima se encuentra ubicado en el] costado oriental del parque natural “Los Nevados” en la llamada Cordillera Central de Colombia y comprende una extensión de 27.628 hectáreas, que van desde el nacimiento del río Combeima hasta su desembocadura en el río Coello en el municipio de Ibagué.

En el Anexo 1, la Figura A.1 muestra un mapa que muestra a Ibagué en el contexto nacional y departamental. La Figura A.2 presenta un mapa de la Cuenca del Río Combeima, que corresponde a la definición de Ruiz (2013). Sin embargo, el sector denominado el **Cañón del Combeima** por los ibaguereños suele corresponder a un área menor que comprende aproximadamente las veredas 1-25 en la Figura A.2, y a la totalidad de la Figura A.3¹. Esta zona es, precisamente, el objeto de este trabajo. De acuerdo al ex-concejal Yesid Varón (Galpin, 2016) el Cañón del Combeima comprende tres corregimientos del Municipio de Ibagué, los cuales son el Corregimiento 7 (Cay), Corregimiento 8 (Villa Restrepo) y Corregimiento 9 (Juntas). En el último censo (DANE, 2010), la población de estos tres corregimientos era de aproximadamente 8.400 personas. Sin embargo, es importante tener en cuenta que la población beneficiada corresponde tanto a los habitantes del Cañón del Combeima, como todos los tolimeses que se benefician de servicios ambientales que brinda esta zona. Por ejemplo, los alimentos cultivados en el Cañón del Combeima son vendidos en las plazas de mercado de la ciudad de Ibagué. La ciudad de Ibagué y los agricultores de la zona aledaña a Ibagué también consumen agua que proviene del Cañón del Combeima.

¹ Esto se debe a que una parte significativa de la Ciudad de Ibagué se encuentra sobre la cuenca del Río Combeima, y estas zonas tienen identidad urbana.

4.2 Tiempo

El tiempo de este proyecto se ubica en la actualidad (2019), aunque se espera que la solución de App móvil propuesta se siga utilizando a mediano y largo plazo.

4.3 Temática

Este proyecto pertenece a tres principales áreas de conocimiento:

- Primero y ante todo, pertenece al área de la **ingeniería en informática**, y en particular al área de sistemas de información, dado que la solución planteada de crear una App implica el diseño e implementación de una aplicación de software.
- Por otro lado, pertenece al área del **derecho**, ya que el comportamiento nocivo para el medio ambiente está contemplado por la legislación colombiana vigente, y tiene sanciones estipuladas de acuerdo a esta legislación.
- Finalmente, pertenece al área de las **ciencias ambientales**, dado que el problema que se ha diagnosticado está relacionado con la preservación del medio ambiente.

4.4 Alcance del proyecto

Es importante aclarar que, como se estipula en la sección de los objetivos, el alcance de este proyecto es crear un *prototipo* de la aplicación móvil mencionada para permitir a los ciudadanos denunciar delitos ambientales. Cuando se habla de un prototipo se entiende que se está creando una “prueba de concepto”, lo cual implica que es una versión inicial o preliminar que pretende demostrar la viabilidad de la solución propuesta. Por ende, el software producido por este proyecto no pretende tener las características de robustez que tendría un software de producción. A partir del prototipo, estaría contemplado que se podría desarrollar una versión de producción como parte de un proyecto posterior.

5. MARCO DE REFERENCIA

5.1 Estado del Arte

Actualmente, la denuncia de crímenes ambientales se lleva a cabo principalmente por medio telefónico (a la línea nacional 123). El número de la policía ambiental de Ibagué no es difundido ampliamente y es difícil encontrarlo en la página web de la policía. En términos de soluciones informáticas existentes, se realizó una búsqueda general en Google, Google Scholar, en el Play Store de Android, y en Apps.co, entre otras fuentes, con el fin de corroborar que en la actualidad no existe una aplicación móvil para la denuncia de delitos ambientales (u cualquier otro tipo de delito) en Colombia. En términos de soluciones informáticas, cabe señalar que en la página <https://www.policia.gov.co/proteccion-ambiental/reportar-afectaciones-ambientales>, existe un formulario para reportar delitos ambientales y de maltrato a los animales. La Figura 5.1 muestra un pantallazo de esta página web.

Secure | https://www.policia.gov.co/proteccion-ambiental/reportar-afectaciones-ambientales

Curso: FUNDAMI not labs/mapreduce f s Pedro Almagro L abr Hypoglycemia Di Run Your App | A The Catalan Inde er BBC World

Estudiantes Grados 10 y 11 • Normatividad Ambiental • Preguntas Frecuentes

Reportar ante la Policía Nacional Hechos que Perjudiquen el Medio Ambiente y los Animales

Afectación al medio ambiente *

Escriba su reporte de manera clara y precisa incluyendo todos los datos puntuales que tenga, como nombres direcciones teléfonos, lugares y cualquier otro que considere pertinente

Datos de quien reporta (opcional)

Si desea recibir información acerca del progreso de su reporte o desea que lo contactemos para extender el reporte escriba aquí sus datos de contacto

Evidencia (Opcional)

Choose File No file chosen

Enviar Reporte

Figura 5.1: Pantallazo del formulario de la Policía Nacional para reportar delitos ambientales y maltrato a animales.

El formulario de esta página web solicita:

1. Una descripción de texto explicando los hechos y solicitando el lugar de los mismos.
2. Datos acerca de la persona que reporta los hechos.
3. Una evidencia de los hechos, que se anexa como archivo adjunto.

Como se puede observar, la página web de la Policía Nacional solicita la información de forma poco estructurada usando dos campos de texto libre, lo cual implica que posteriormente se requiere un trabajo administrativo por el lado de la policía para sistematizar esta información. Por otro lado, los datos de ubicación que pide son “direcciones, teléfonos, lugares” lo cual implica que pueden resultar imprecisos. Por otro lado, no pide la hora y fecha de los hechos, lo cual es un dato bastante fundamental.

Por otro lado, una solución a través de una página web tiene limitaciones inherentes. Primero que todo, implica un lapso de tiempo entre el momento que el ciudadano observa los hechos, y el momento que los reporta, ya que muy probablemente tendrá que desplazarse a un computador para realizar la denuncia. Por otro lado, implica que (a diferencia de una App) la denuncia no quedará georeferenciada con coordenadas GPS automáticamente, y que tampoco quedará automáticamente registrada la hora y fecha. Cualquier evidencia que se recolecte, como una fotografía o video, tendría que ser transmitida del dispositivo que la capturó al computador donde se realiza la denuncia. Los factores anteriormente mencionados implican que la información recibida por la policía puede tener omisiones importantes, o que al usuario se le presenten obstáculos técnicos para realizar una denuncia efectiva.

En cambio, una aplicación móvil permite:

- Realizar la denuncia en el momento en que el ciudadano sea testigo de los hechos que desea reportar. En el caso de que no hay cobertura de la red celular, la aplicación puede enviar la denuncia tan pronto exista una conexión de Internet.
- Reportar de forma automática la hora de los hechos, y una ubicación precisa usando el GPS del teléfono celular.
- Recolectar las evidencias multimedia con el mismo dispositivo con el cual se realiza la denuncia, lo cual permite se envíe toda la información de forma integrada fácilmente. Esto implica mejor amigabilidad para el usuario.

Por los motivos anteriormente expuestos, se considera que una aplicación móvil es la solución informática que puede permitir la denuncia de delitos ambientales de la forma más eficaz, lo cual a su vez permitiría la actuación más eficaz de la policía para reducir la impunidad de este tipo de delitos, y por consiguiente, promover la protección de nuestro patrimonio ambiental o “casa común”.

Existe un intento fallido de una App para la recolección de evidencias para reportar crímenes a la policía en el Reino Unido denominado Self Evident App (Witness Confident, 2019). La ONG británica Witness Confident lanzó una App en el año 2017, que permite recolectar evidencias multimedia (fotos, video y audios) de delitos que afectan a los usuarios. Una importante diferencia de esta App es que está

principalmente enfocada para permitir que las víctimas de los crímenes de odio registren sus testimonios, y no a los delitos ambientales. Sin embargo, tras su lanzamiento, esta App no logró recibir financiación de la Policía Metropolitana de Londres, y el servicio de esta App está suspendido desde noviembre 2018. Parece que uno de los motivos detrás de esta decisión es que la Policía Metropolitana de Londres tiene intención de lanzar su propia App (BBC London News, 22 nov 2018).

5.2 Marco Teórico

5.2.1 Los Sistemas de Información

La teoría de los **sistemas de información** es altamente pertinente al presente trabajo, dado que la solución informática que se pretende diseñar corresponde a la definición de Stair & Reynolds (2016) de un sistema de información:

Un conjunto de componentes interrelacionados que recopilan, manipulan, almacenan y difunden datos e información y proporcionan un mecanismo de retroalimentación para cumplir un objetivo.

Los sistemas de información existen en cualquier organización u empresa de carácter pública o privada que uno se pueda imaginar, de todas las escalas existentes, de pequeña empresa a multinacional. Por ejemplo, tanto una aerolínea comercial, como una refinería de petróleo, o una tienda de discos musicales, tienen la necesidad de un sistema de información para realizar sus operaciones de forma eficaz. La infraestructura asociada a un sistema de información abarca todo el hardware, software, las bases de datos, las telecomunicaciones, las personas y los procedimientos que están configurados para manipular, almacenar, y procesar estos datos (Stair & Reynolds, 2016).

Las categorías más comunes en los sistemas de información empresariales son los que se utilizan para el comercio electrónico, el comercio móvil, el procesamiento de transacciones, la información gerencial, y el soporte de decisiones. Hoy en día, con la omnipresencia de las nubes públicas como Amazon AWS o Microsoft Azure, es frecuente que las empresas alquilen infraestructura para hospedar sus sistemas de

información, de esta manera convirtiendo los gastos fijos de una empresa en gastos variables.

Recordemos que el enunciado del objetivo general del presente trabajo incluye “diseñar e implementar una aplicación móvil efectiva para el registro y denuncia de delitos ambientales”. Este objetivo implica que DenunciApp deberá recopilar, manipular, almacenar y difundir datos relacionados con denuncias. Dada esta observación, se concluye que exhibe el comportamientos de un sistema de información.

5.2.2 El Derecho

De acuerdo al Diccionario de la Real Academia Española, el derecho se define como el:

Conjunto de principios y normas, expresivos de una idea de justicia y de orden, que regulan las relaciones humanas en toda sociedad y cuya observancia puede ser impuesta de manera coactiva (RAE, s.f.).

El conjunto de normas que constituyen el derecho se determinan en un lugar y tiempo específico, lo cual en el caso del proyecto actual corresponde a la República de Colombia y el momento actual (2019) respectivamente. En Colombia la constitución se considera como la “norma de normas” tanto para los gobernantes como para los gobernados. El capítulo 3 de la Constitución Política de Colombia del 1991 regula los temas relacionados con los derechos colectivos y el medio ambiente. En especial, el Artículo 79 estipula que todas la personas tienen el derecho de disfrutar de un ambiente sano, y asimismo enfatiza el deber del Estado de proteger la diversidad e integridad del ambiente (Const., 1991). Por otro lado, el Artículo 82 defiende el interés común por encima del particular.

El derecho colombiano tiene dos leyes recientes en particular que regulan el comportamiento de las personas y el medio ambiente. El Código de Policía, que corresponde Ley 1801 de 29 julio 2016, regula diversos aspectos de delitos relacionado con diversos temas, lo cuales incluyen la protección del agua, los animales, las áreas protegidas, la flora y fauna, y además procuran evitar

comportamientos nocivos relacionados con la basura, la minería, las quemas, y el urbanismo (Ley 1801, 2016). Por otro lado, la Ley 1774 de 2016 está enfocada principalmente en evitar el maltrato de los animales y promover el bienestar animal (Ley 1774, 2016). El Anexo 3 presenta un resumen de la normatividad que cubren esas leyes.

5.2.3 Las Ciencias Ambientales

Las ciencias ambientales comprenden

un área de estudio interdisciplinario que incluye tanto aspectos aplicados como teóricos del impacto humano en el mundo. Dado que los humanos generalmente están organizados en grupos, las ciencias ambientales deben tratar con la política, la organización social, la economía, la ética y la filosofía. Por lo tanto, las ciencias ambientales son una mezcla de ciencia tradicional, valores sociales y conciencia política. En resumen, las ciencias ambientales implican una comprensión de los principios científicos, las influencias económicas y la acción política (Enger and Smith, 2001).

Se observa que los campos de acción de las ciencias ambientales tratan temas amplios y diversos. Por ejemplo, Nebel & Wright (1993) trata temas como por ejemplo:

- los ecosistemas, su funcionamiento, y la sostenibilidad;
- el equilibrio entre suelo, agua, población y agricultura;
- la contaminación de aguas, aires y suelos;
- el calentamiento global y el deterioro de la capa de ozono;
- la extinción de especies y la pérdida de biodiversidad;
- el problema ocasionado por los residuos;
- problemas ocasionados por los combustibles fósiles y la energía nuclear;
- las promesas brindadas por la energía renovable como lo es la eólica y la solar.

5.3 Marco Conceptual

En esta sección se definen los conceptos principales que se emplean a lo largo de esta tesis.

- **Usuario** - En el contexto de este trabajo, un usuario se refiere a un usuario de la aplicación móvil desarrollada. Cada usuario tiene un rol específico. El rol más común es el **Ciudadano**, persona natural que realiza denuncias de delitos ambientales. Sin embargo, existe la categoría **Autoridad Ambiental**, que corresponde a un ente encargado de investigar los delitos ambientales y llevar a cabo acciones punitivas cuando es pertinente. Por ejemplo, la Policía Ambiental o la Corporación Regional Autónoma son dos ejemplos de usuarios que se pueden considerar autoridades ambientales. Por otro lado, existe la categoría de usuario denominada **Veedor Ambiental**, que corresponde a ONGs que están interesadas en hacerle seguimiento a los delitos ambientales en la zona, como por ejemplo lo sería la Fundación Río Cócora o Travesía Verde. Finalmente, existe la categoría de **Administrador**, que corresponde a un súper usuario con permisos para añadir nuevos usuarios, eliminarlos, y llevar a cabo tareas administrativas como, por ejemplo, reestablecer una contraseña.
- **Denuncia** - Una denuncia se define como “Participar o declarar oficialmente el estado ilegal, irregular o inconveniente de algo [...] dar a la autoridad judicial o administrativa parte o noticia de una actuación ilícita o de un suceso irregular” (RAE, s.f.). Tradicionalmente, una denuncia se realiza de forma presencial en una comisaría de policía, o incluso mediante una llamada telefónica. En el contexto de este trabajo, una **denuncia digital** es un reporte que se realiza electrónicamente mediante un dispositivo móvil acerca de un Delito que un usuario con rol Ciudadano realiza y que va dirigida a una Autoridad Ambiental, en un punto en el tiempo y el espacio. Se espera que un delito sea procesado por la respectiva autoridad ambiental, y que el caso sea cerrado, con una respuesta para el ciudadano denunciante si es pertinente. Una denuncia está asociado a un tipo de delito específico, y puede ir acompañada de una o varias denuncias.
- Un **Delito** es una acción llevada a cabo por persona natural o jurídica que violenta la legislación ambiental en la ubicación donde ocurre. Concretamente,

en este caso un Delito corresponde a un artículo de una ley colombiana, y está en una de las siguientes categorías: Agua, Animales, Áreas Protegidas, Basura, Flora y Fauna, Minería, Quemas o Urbanismo.

- Una **Evidencia** es un archivo multimedia digital que se anexa a una denuncia como soporte. Por ejemplo, un video o fotografía es un ejemplo de una evidencia.

5.4 Marco Metodológico

De acuerdo a Hernández, Fernández y Baptista (1997) los trabajos de investigación se pueden clasificar en cuatro categorías:

- Los **estudios exploratorios** se realizan para adentrarse en un tema que ha sido poco estudiado, de tal modo que es inherentemente novedoso para la humanidad. Tiene como propósito completar un vacío de conocimiento en esta área.
- Los **estudios descriptivos** caracterizan fenómenos empleando un enfoque empírico-analítico con el fin de entender a mayor profundidad las características o condiciones asociadas al fenómeno.
- Los **estudios correlacionales** buscan la relación en variables o conceptos relacionadas con un fenómeno.
- Los **estudios explicativos** tienen como objetivo identificar las causas de un fenómeno de interés.

El presente trabajo, dado que consiste en diseñar e implementar un prototipo de una nueva aplicación de software, se ubica en la categoría de **estudio exploratorio**.

6. ASPECTOS METODOLÓGICOS DE DESARROLLO

Dado que, como se señala en el Marco Teórico, la aplicación es una instancia de un sistema de información, se propone aplicar la metodología propuesta por Stair & Reynolds del ciclo y desarrollo de sistemas de información (véase Figura 6.1).

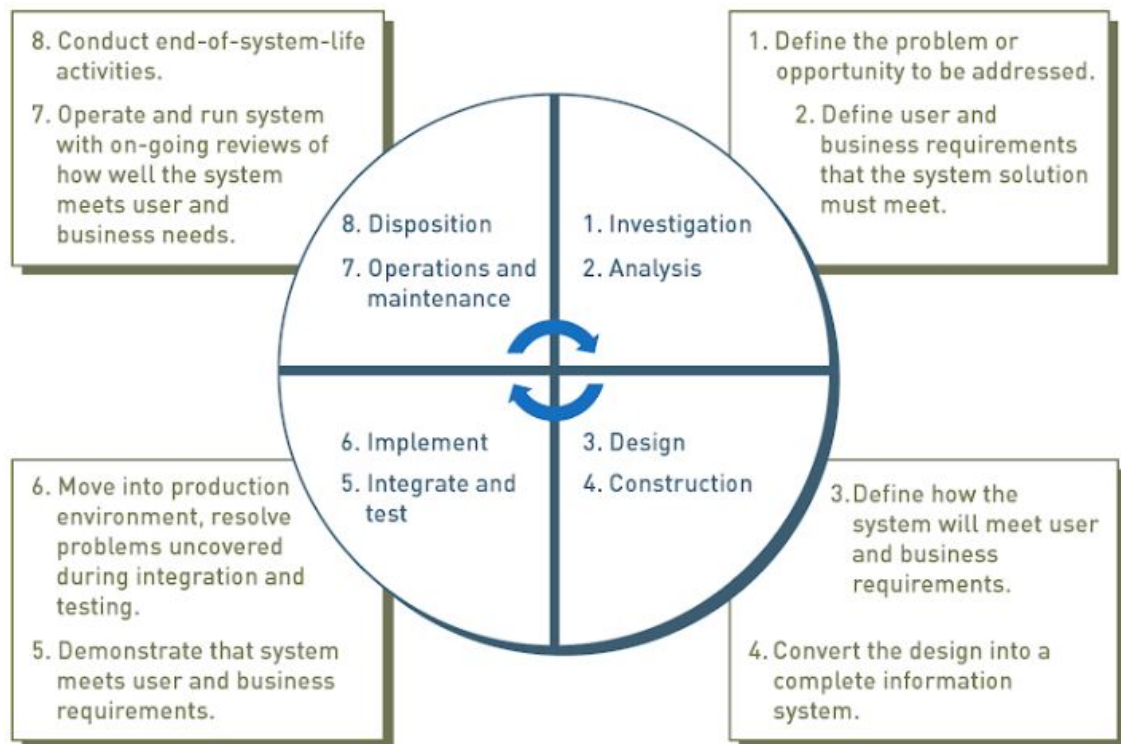


Figura 6.1: El ciclo de desarrollo para un Sistema de Información, tomado de Stair & Reynolds (2016).

En el ciclo de desarrollo para los Sistemas de Información, se observa que las primeras dos etapas corresponden a la investigación y el análisis: consisten en la definición del problema y los requerimientos del negocio. En la tercera etapa, se realiza el diseño, lo cual define de qué modo el sistema cumplirá con los requerimientos de los usuarios y el negocio. Posteriormente, en la cuarta etapa, se construye el sistema que se diseñó en la etapa anterior, cuyo resultado es un sistema

de información completo. En la etapa cinco, se demuestra que el sistema cumple con los requisitos del usuario y el negocio a través de su integración y pruebas. La etapa seis corresponde a la operación y el mantenimiento del sistema, la etapa siete a su operación, y la etapa ocho al desmantelamiento del mismo. Dado que el alcance de este proyecto es la implementación de un prototipo, se llevan a cabo las etapas del uno al cinco en este proyecto. En la Tabla 6.1 se relacionan los objetivos específicos definidos para el presente trabajo con las etapas del ciclo de vida para los sistemas de información de Stair y Reynolds (2016).

Objetivo Específico	Etapas Ciclo de Vida de Stair & Reynolds (2016)	Estrategias	Recursos
Caracterizar el problema de los delitos ambientales en el Cañón del Combeima (Tolima) y plantear una posible solución.	1	Barrido de artículos en los medios de Ibagué y el Tolima; fotografías; entrevistas con habitantes de la zona y con personas involucradas.	Grabadora; viáticos para viajes a Ibagué, Tolima.
Llevar a cabo el análisis pertinente de esta solución, con el fin de identificar los actores involucrados, población beneficiada, soluciones	2	Análisis de la información recolectada.	

existentes, impacto y alcance esperado, aspectos legales y posibles patrocinadores.			
Diseñar los casos de uso que surgen a partir de la solución planteada, con sus interfaces de usuario adecuadas para realizar la actividad en cuestión.		Análisis de los diferentes escenarios que se pueden presentar.	Software de diagramación en la nube draw.io
Diseñar el modelo de la base de datos correspondiente, que permitirá la persistencia de la información registrada.	3	Análisis de los distintos tipos de información que se debe recolectar en cada paso de la aplicación, y ante distintos escenarios.	Software de diagramación en la nube draw.io
Diseñar la arquitectura que permitirá el registro de denuncias de delitos ambientales desde la aplicación	3	Diseño de una arquitectura de software que permita parametrizar aspectos de la aplicación que sean específicas al tiempo y el espacio (por ejemplo, la legislación vigente de un	Software de diagramación en la nube draw.io

móvil a la base de datos en la nube.		lugar en particular).	
Implementación de un prototipo en la plataforma Android para los casos de uso relacionados con los actores <i>Ciudadano y Autoridad Ambiental.</i>	4	Desarrollo de software de acuerdo a los requerimientos establecidos.	Java, Android Studio, teléfono celular con el Sistema Operativo Android.
Evaluación del sistema implementado	5	Análisis de resultados obtenidos vs. objetivos específicos	

Tabla 6.1: Relación entre los objetivos específicos del presente trabajo y las etapas en el ciclo de desarrollo de Stair & Reynolds (2016).

En esta sección se presenta el diseño de la aplicación móvil que permite la realización de denuncias digitales. Los contenidos de esta sección corresponden a la fase tres del ciclo de desarrollo de Stair & Reynolds (2016), y tiene como objetivo definir como el sistema cumplirá con los requerimientos identificados anteriormente. La definición del problema, que corresponde a la primera fase de dicho ciclo, se presentó en el Capítulo 1 del presente trabajo, y el análisis de los requerimientos de negocio, que corresponde a la segunda fase, se presentó en los Capítulos 4 y 5 del presente trabajo.

6.1 Identificación de Requerimientos

6.1.1 Requerimientos Funcionales

Un requerimiento funcional hace referencia a “un servicio que el programa debe proveer al usuario” Villalobos (2006). En la Tabla 6.2, se describen los requerimientos funcionales que DenunciApp debe proveer a los diferentes tipos de usuarios.

Requerimiento funcional 1 (R1)	Nombre	Suscribirse como ciudadano
	Usuario	Ciudadano
	Resumen	Inscripción de ciudadanos para dar de alta el servicio de DenunciApp
	Entradas	Correo electrónico, nombre y contraseña
	Resultado	El ciudadano queda registrado para utilizar la aplicación.
Requerimiento funcional 2 (R2)	Nombre	Editar Perfil
	Usuario	Ciudadano, Autoridad Ambiental, Veedor Ambiental, Administrador
	Resumen	Permite al usuario cambiar información personal como su nombre, correo electrónico o la contraseña.
	Entradas	El nuevo nombre, correo electrónico o contraseña del usuario.
	Resultado	El nuevo nombre, correo electrónico o contraseña del usuario queda registrado en el sistema.
Requerimiento funcional 3 (R3)	Nombre	Recuperar Contraseña
	Usuario	Ciudadano, Autoridad Ambiental, Veedor Ambiental, Administrador
	Resumen	Permite al usuario recibir una contraseña temporal en caso de olvido o problemas de seguridad.
	Entradas	El correo electrónico que tiene registrado el usuario.
	Resultado	El usuario recibe una contraseña temporal por correo electrónico que posteriormente podrá utilizar para ingresar a la App y cambiar la contraseña.
Requerimiento funcional 4 (R4)	Nombre	Denunciar Delito Ambiental
	Usuario	Ciudadano
	Resumen	Permite al ciudadano realizar una denuncia digital, recolectando las evidencias pertinentes y posteriormente enviando esta información a la Autoridad Ambiental.
	Entradas	La categoría y sub-categoría del delito, la ubicación y

		hora, fotos y videos, y un texto de descripción del delito.
	Resultado	El delito es enviado a la Autoridad Ambiental.
Requerimiento funcional 5 (R5)	Nombre	Solicitar Informe Denuncias Enviadas
	Usuario	Ciudadano
	Resumen	Permite al usuario solicitar un informe del estado de todas sus denuncias
	Entradas	Ninguna
	Resultado	Le aparece al ciudadano una lista de todas las denuncias enviadas y su estado actual de resolución.
Requerimiento funcional 6 (R6)	Nombre	Responder Denuncia Ambiental
	Usuario	Autoridad Ambiental
	Resumen	Permite a la Autoridad Ambiental dar una respuesta al ciudadano que envió una denuncia digital acerca de la resolución del delito.
	Entradas	Un texto de respuesta para el Ciudadano.
	Resultado	La respuesta es enviada al Ciudadano.
Requerimiento funcional 7 (R7)	Nombre	Solicitar Informe Denuncias Recibidas
	Usuario	Autoridad Ambiental, Veedor Ambiental
	Resumen	Permite a la Autoridad Ambiental visualizar las denuncias enviadas por los ciudadanos.
	Entradas	Rango de fechas
	Resultado	Un listado de las denuncias digitales enviadas a la Autoridad Ambiental.
Requerimiento funcional 8 (R8)	Nombre	Agregar Usuario
	Usuario	Administrador
	Resumen	Permite al administrador agregar un usuario directamente.
	Entradas	Correo electrónico, nombre, contraseña y rol del nuevo usuario.

	Resultado	El usuario es agregado al sistema.
Requerimiento funcional 9 (R9)	Nombre	Eliminar Usuario
	Usuario	Administrador
	Resumen	Permite al administrador eliminar un usuario directamente.
	Entradas	Correo electrónico del usuario a eliminar
	Resultado	El usuario es eliminado del sistema.
Requerimiento funcional 10 (R10)	Nombre	Asignar Rol a Usuario
	Usuario	Administrador
	Resumen	Permite al administrador cambiar el rol de un usuario.
	Entradas	El correo electrónico y nuevo rol que se va asignar al usuario.
	Resultado	El usuario queda asignado al nuevo rol.
Requerimiento funcional 11 (R11)	Nombre	Configurar la aplicación
	Usuario	Administrador
	Resumen	Permite al administrador llevar a cabo tareas para que al aplicación esté preparada para su uso, como cargar el marco legislativo de denuncias ambientales o definir el área de jurisdicción de una autoridad ambiental.
	Entradas	Un nuevo marco legislativo de leyes ambientales
	Resultado	La aplicación queda configurada y preparada para ser usada.

Tabla 6.2: Requerimientos Funcionales de DenunciApp.

6.1.2 Requerimientos No Funcionales

De acuerdo a Villalobos (2006), los requerimientos no funcionales corresponden a “las restricciones o condiciones que impone el cliente al programa que se le va construir [...] se utilizan para limitar las soluciones posibles”. Existen diversos tipos de requerimientos no funcionales, por ejemplo, los requerimientos de desempeño, de seguridad, de estabilidad y de calidad del software (Pressman, 2010). Con respecto a

desempeño, es esencial que DenunciApp, una vez se despliegue en producción, tenga la flexibilidad de soportar cargas de trabajo que pueden aumentar repentinamente de forma inesperada sin que esto afecte el rendimiento. Por ello, se puede pensar que un entorno en la nube sería apropiado para alojar la base de datos, ya que la elasticidad que brinda este medio permite aumentar o reducir los recursos informáticos para el procesamiento (Microsoft Azure, s.f.). Con respecto a la **seguridad**, es necesario que DenunciApp garantice la privacidad de los datos de los ciudadanos que la utilicen, lo cual implicaría la necesidad de encriptar los datos transmitidos por las redes, y una autenticación eficaz de sus usuarios. Los requerimientos de **estabilidad** están relacionados con el requerimiento anterior de rendimiento, y la necesidad de realizar pruebas rigurosas del sistema, de tal forma que se anticipen estados inesperados del sistema, y que este en todo momento actúe con suficiente robustez. Finalmente, entre los **atributos de calidad del software**, se la destaca el tema de la usabilidad, lo cual está relacionado con que el software sea intuitivo y fácil de aprender a utilizar para usuarios novatos, y eficiente de tal forma que permita a los usuarios expertos usarlo de forma eficiente. La usabilidad es un aspecto que se considera crítico para la adopción extendida de cualquier producto. Sin embargo, cabe señalar que, como mencionado anteriormente, el software resultado de este proyecto es un prototipo, y que los requerimientos no funcionales descritos serían principalmente consideraciones para el sistema si lleva a ser desplegado a producción.

6.2 Modelo de Análisis

6.2.1 Análisis de Requisitos

De acuerdo a los requerimientos funcionales identificados anteriormente, en esta sección se identifican los casos de uso que surgen a partir de ellos. Para el actor **Ciudadano**, los requerimientos funcionales y respectivos casos de uso son:

- R1: Suscribirse como ciudadano
- R2: Editar Perfil
- R3: Recuperar contraseña
- R4: Denunciar Delito Ambiental
- R5: Solicitar Informe Denuncias Enviadas

Para el actor **Autoridad Ambiental**, los requerimientos funcionales y respectivos casos de uso que aplicarían son:

- R2: Editar Perfil
- R3: Recuperar Contraseña
- R6: Responder Denuncia Ambiental
- R7: Solicitar Informe Denuncias Recibidas

Para el actor **Veedor Ambiental**, los requerimientos funcionales y respectivos casos de uso que aplicarían son:

- R2: Editar Perfil
- R3: Recuperar Contraseña
- R7: Solicitar Informe Denuncias Recibidas

Para el actor **Administrador**, los requerimientos funcionales y respectivos casos de uso que aplicarían son:

- R2: Editar Perfil
- R3: Recuperar Contraseña
- R8: Agregar Usuario
- R9: Eliminar Usuario
- R10: Asignar Rol a Usuario
- R11: Configurar la aplicación

Los diagramas de caso de uso correspondientes se presentan en la siguiente sección.

Con respecto a los requerimientos no funcionales, se considera que aunque serían imprescindibles para una versión de producción de DenunciApp, algunos de ellos, como es el caso de la escalabilidad, no serían necesarios para la implementación de un prototipo, dado que no se espera que este sería usado por un gran número de usuarios. En cambio, se considera que la usabilidad sería un requerimiento no funcional de vital importancia para el prototipo, dado que como este tiene como objetivo mostrar una prueba de concepto a posibles patrocinadores, y por ende debe exhibir características como ser intuitivo y fácil de utilizar.

6.2.2 Modelo de Análisis

6.2.2.1 Diagramas de Casos de Uso

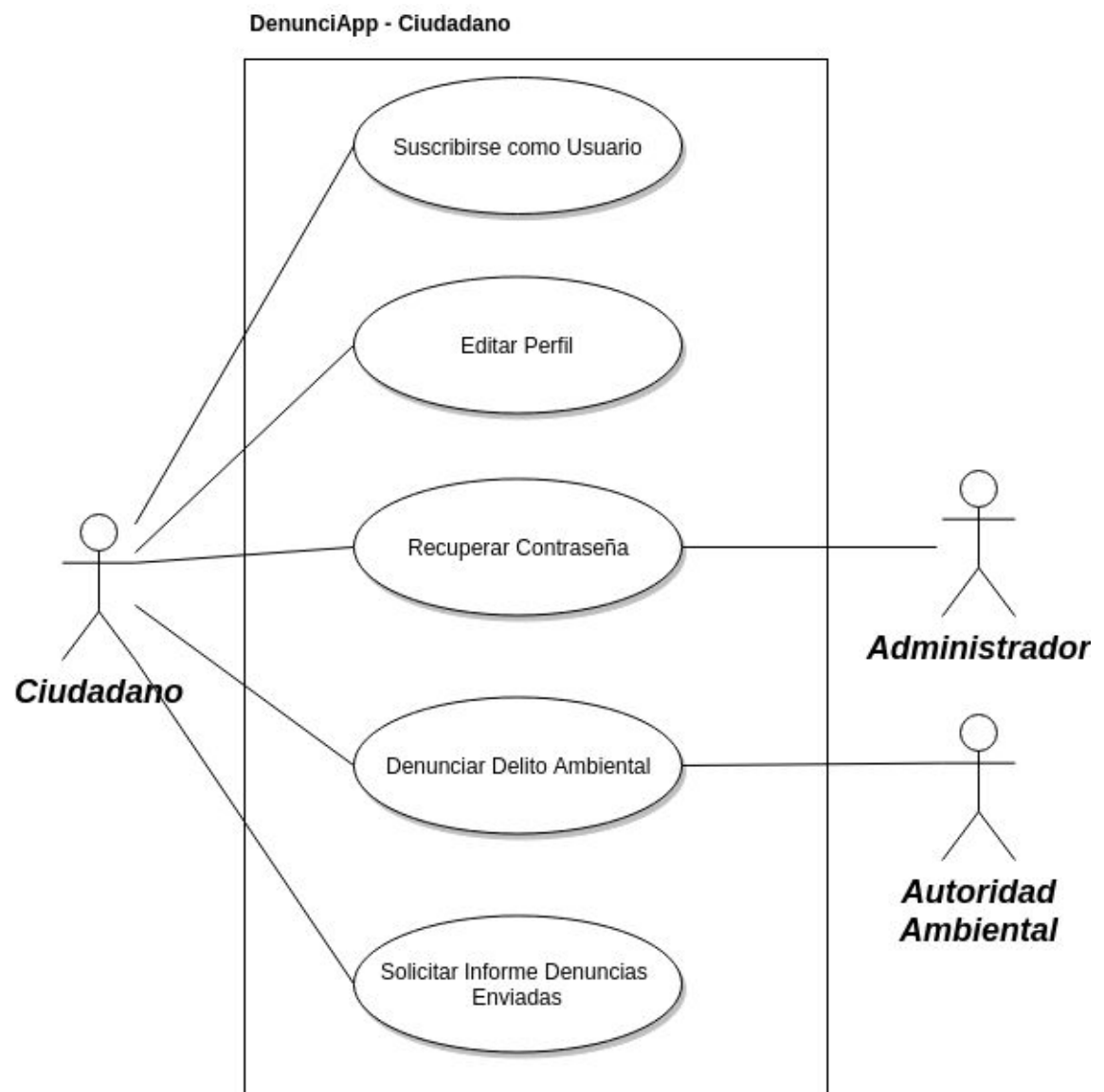


Figura 6.2: Diagrama UML con los principales casos de uso de DenunciApp para los ciudadanos.

En la Figura 6.2, se observa los siguientes casos de uso, los cuales corresponden a los requerimientos funcionales enunciados en la Sección 6.1.1:

1. Como ciudadano, antes de usar el App para denunciar un delito, es necesario primero **Suscribirse como usuario (R1)**. Para ello se requiere información minimalista, teniendo en cuenta que los datos personales son delicados: el correo electrónico, nombre y contraseña. Al suscribirse el usuario recibe un correo electrónico con un enlace para activar la cuenta. Cualquier usuario que se suscriba a DenunciaApp tiene por defecto el rol de ciudadano; el administrador puede cambiar el rol de un usuario según corresponda.
2. El caso de uso **Editar Perfil (R2)** le permite al usuario cambiar información personal como su nombre, correo electrónico o la contraseña.
3. El caso de uso **Recuperar Contraseña (R3)** permite al usuario solicitar una contraseña temporal por correo electrónico si por algún motivo ha olvidado su contraseña.
4. El caso principal es el de **Denunciar Delito Ambiental (R4)**. Este está detallado en la Figura 6.5 y explicado más adelante. Este caso de uso también involucra a la Autoridad Ambiental, ya que este actor es quien recibe la información del ciudadano denunciante.
5. En el caso **Solicitar Informe Denuncias Enviadas (R5)**, el ciudadano puede solicitar un informe del estado de todas sus denuncias.

Para los casos de uso **Editar Perfil** y **Solicitar Informe Denuncias Enviadas** es necesario estar autenticado. Para **Denunciar Delito Ambiental** es necesario autenticarse antes de enviar la información a la autoridad ambiental.

En la Figura 6.3 se observan los casos de uso para las autoridades ambientales y veedores ambientales. Al igual que los ciudadanos, ambos tipos de actores tienen las funcionalidades asociadas con los casos de uso **Editar Perfil (R2)** y **Recuperar Contraseña (R3)**. El caso **Responder Denuncia Ambiental (R6)** es iniciado por la Autoridad Ambiental para cerrar el delito reportado por el ciudadano. El ciudadano recibe una notificación por correo electrónico de que su denuncia ha sido resuelta, con la explicación/respuesta pertinente. Las Autoridades Ambientales pueden **Solicitar Informe Denuncias Recibidas (R7)**, donde pueden observar los delitos ambientales, y su estado actual (recibido/en proceso/cerrado). Puede visualizar la información en forma tabular, o sobrepuesto sobre un mapa.

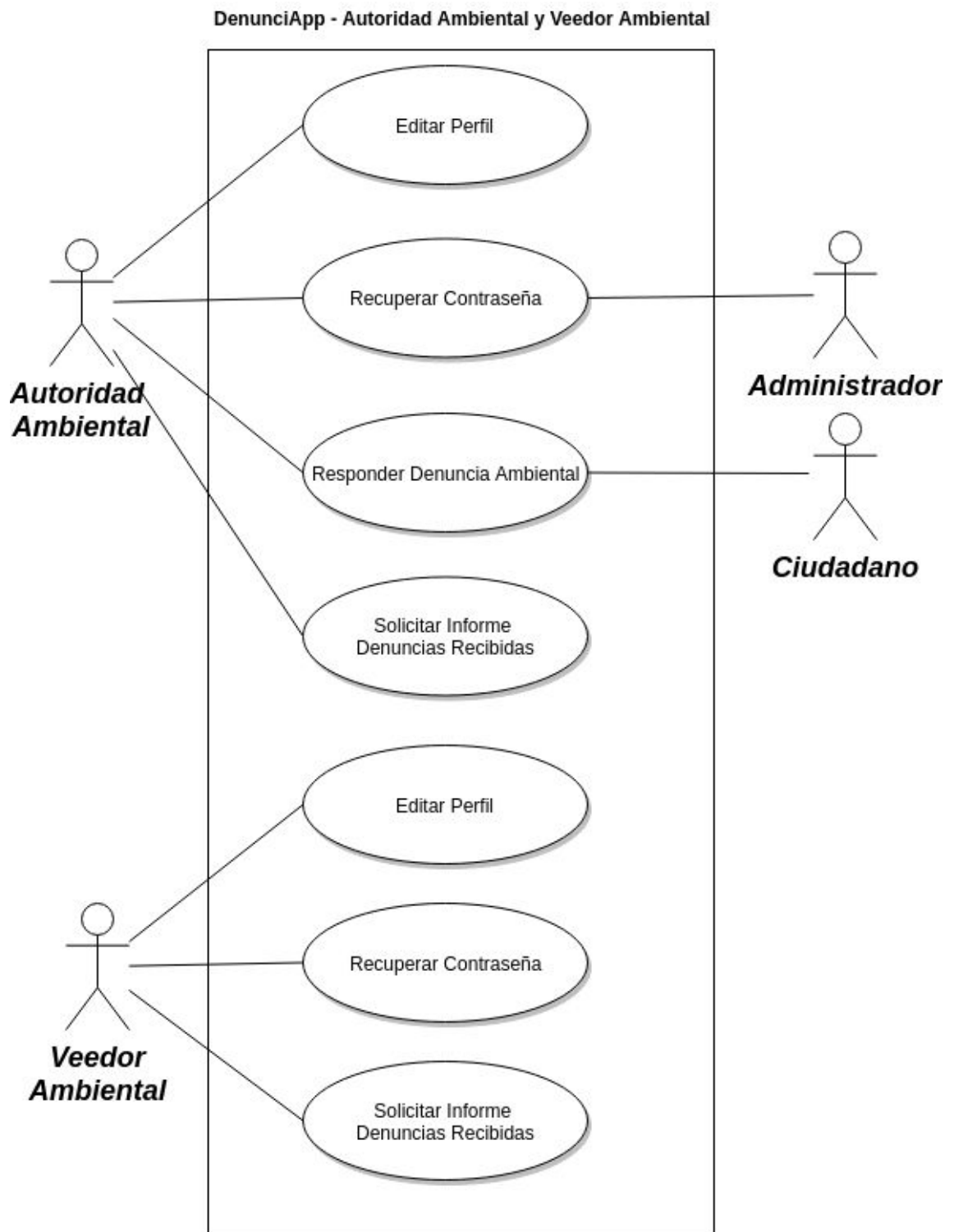


Figura 6.3: Diagrama UML con los principales casos de uso de DenunciApp para las autoridades ambientales y los veedores ambientales.

Para el Administrador, existen los casos de uso mostrados en la Figura 6.4:

1. En el caso de uso **Agregar Usuario** (R8) puede agregar un nuevo usuario directamente al sistema.
2. El caso de uso **Eliminar Usuario** (R9) permite al administrador remover a un usuario del sistema, si esto fuera necesario.
3. El caso de uso **Asignar rol a Usuario** (R10) permite al administrador cambiar el rol de un usuario a cualquiera de los cuatro roles existentes. Es importante aclarar que cada usuario sólo tiene un rol a la vez.
4. El caso de uso **Recuperar Contraseña** (R3), al igual que para los demás tipos de actores, permite recibir una nueva contraseña por correo electrónico.
5. El caso de uso **Configurar Aplicación** (R11), permite al administrador llevar a cabo tareas relacionadas cómo cargar nuevos delitos ambientales o definir el área de jurisdicción para una autoridad ambiental.

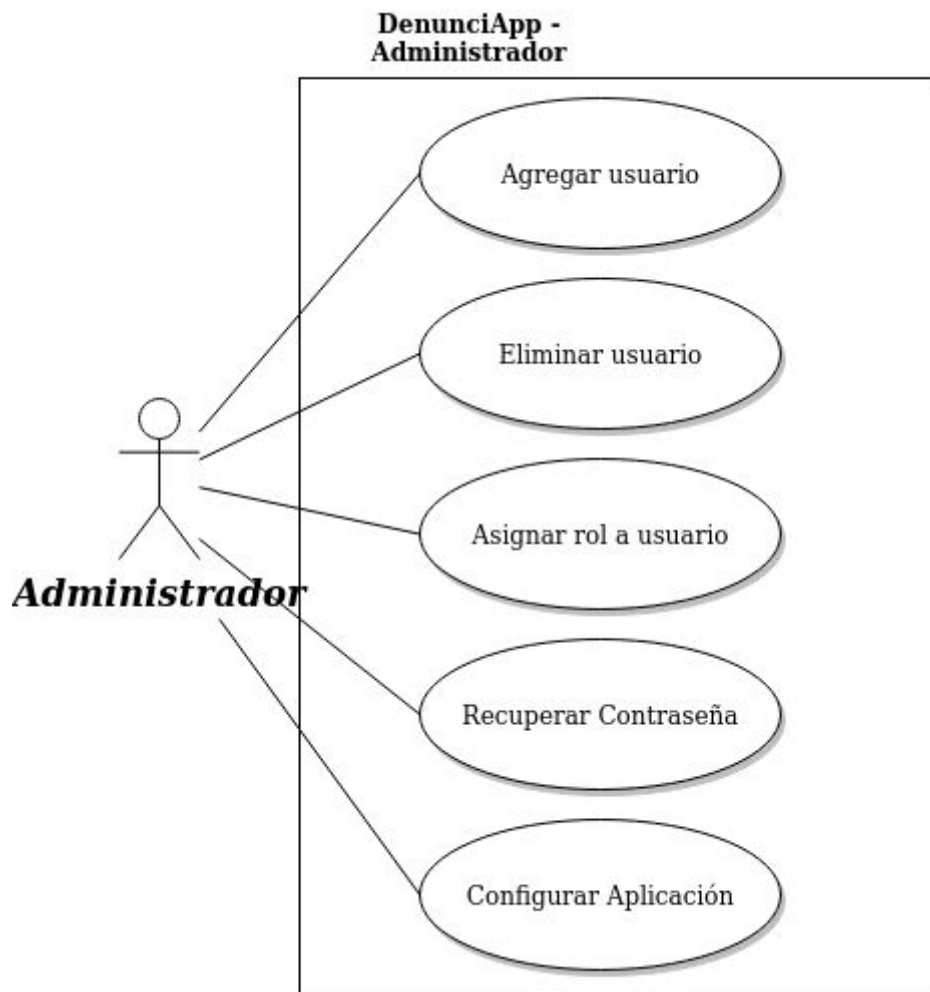


Figura 6.4 Diagrama UML con los principales casos de uso de DenunciApp para los administradores.

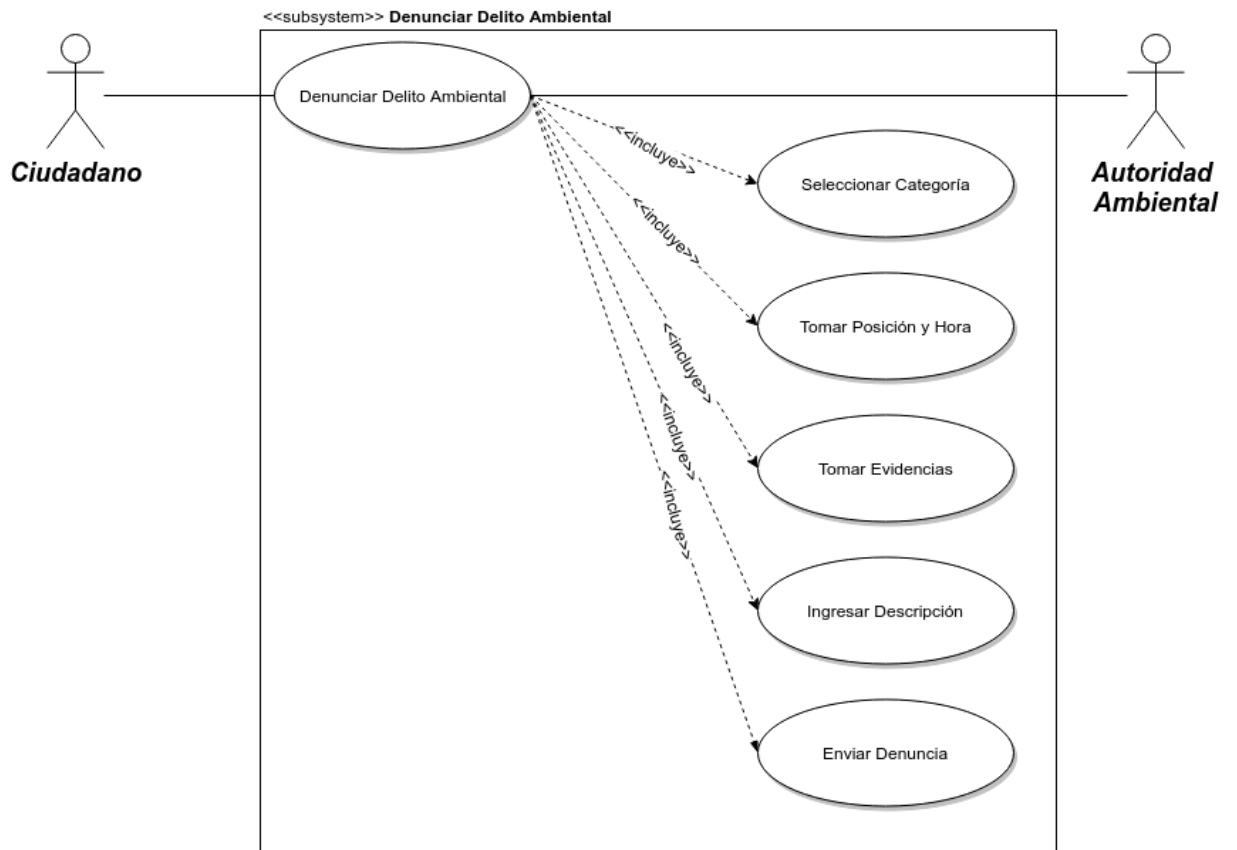


Figura 6.5: Diagrama UML detallando el caso de uso *Denunciar Delito Ambiental*.

El caso de uso para el actor ciudadano denominado **Denunciar Delito Ambiental**, mostrado en la Figura 6.5, comprende varias funcionalidades descritas a continuación:

1. El usuario selecciona la categoría y sub-categoría del delito en cuestión, usando una interfaz amigable.
2. Usando el GPS del celular, se obtiene la ubicación actual del usuario. Esto permite que la denuncia sea georreferenciada de forma automática. La hora también se registra de forma automática.
3. Si el ciudadano lo considera pertinente, puede tomar fotos o video, para anexarlos como evidencia a su denuncia.
4. El ciudadano también debe (obligatoriamente) registrar una breve descripción textual explicando el delito del cual es testigo.

5. Una vez el ciudadano considere que la información de la denuncia esté completa, se envía a todas las autoridades ambientales que tienen la ubicación bajo su jurisdicción.
6. El información enviada por el ciudadano es recibido por la Autoridad Ambiental. El usuario recibe una copia de la información enviada por correo electrónico.

Una precondition para enviar la información es que el ciudadano esté autenticado. No es necesario tener acceso a Internet en el momento de hacer una denuncia, ya que la aplicación esperará hasta que la denuncia se haya enviado exitosamente.

6.2.2.2 Diagramas de Actividad

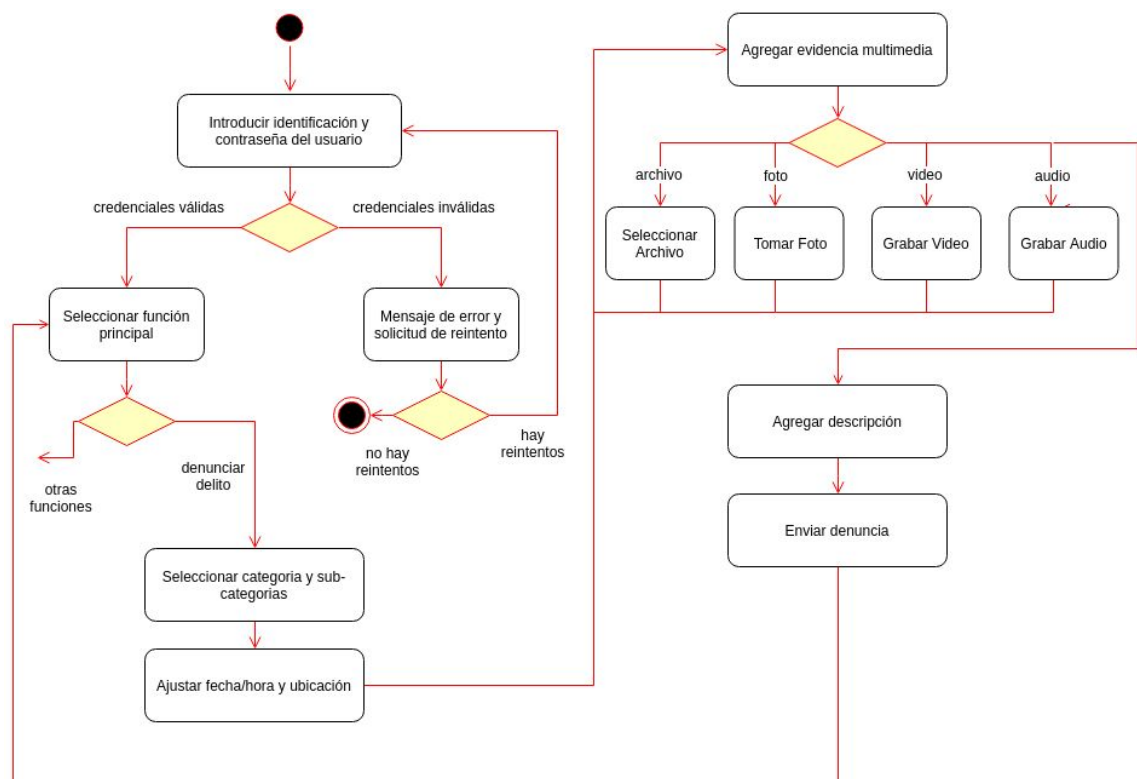


Figura 6.6: Diagrama de Actividad para Autenticación, elaboración y envío de una denuncia.

La Figura 6.6 presenta un diagrama de Actividad para un usuario de tipo Ciudadano, con los pasos de autenticación a la App, la selección de la función de denunciar un delito ambiental, y la realización de la respectiva denuncia. El Ciudadano tiene la

opción de agregar evidencias multimedia (archivos, fotos, videos y audios). Una vez enviada la denuncia, se vuelve al menú principal.

6.2.2.3 Diagramas de Clases

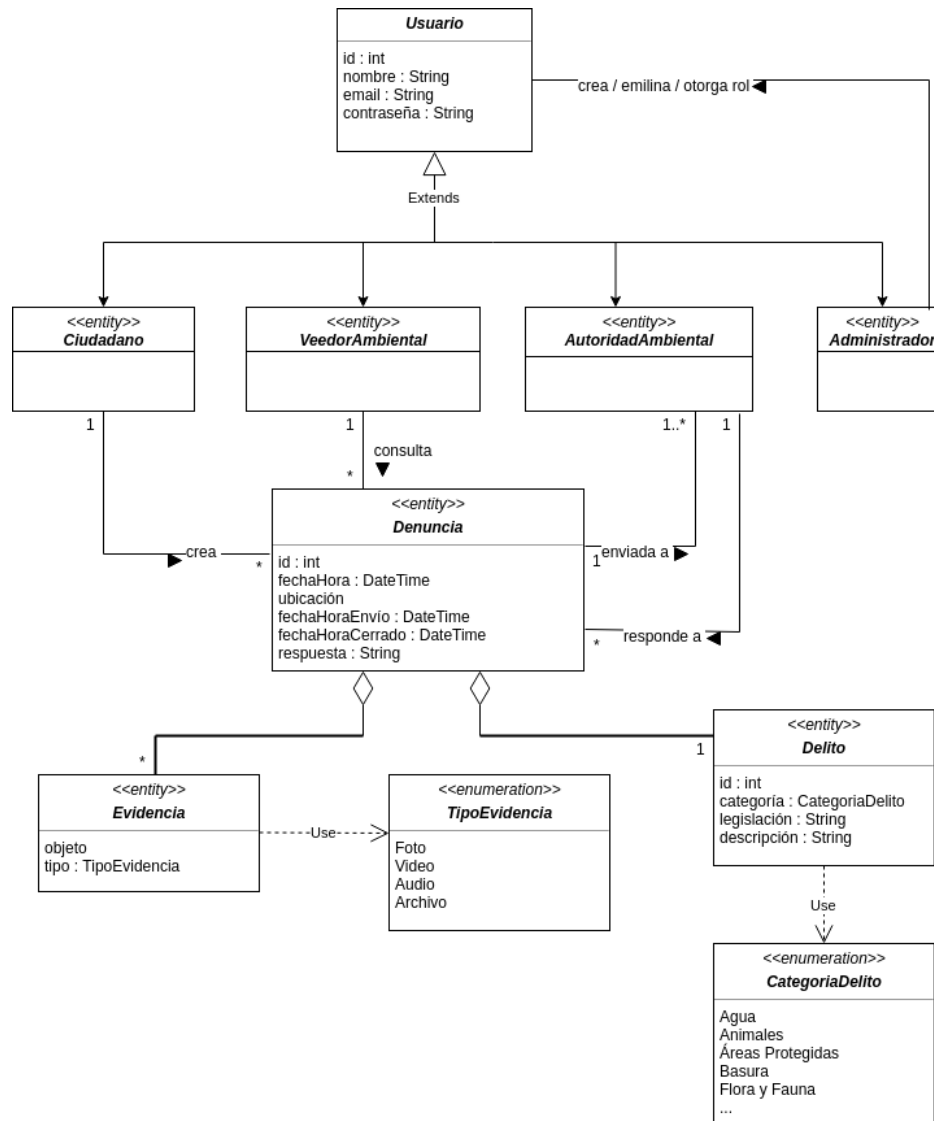


Figura 6.7: Diagrama de clases de la aplicación móvil DenunciApp.

La Figura 6.7 muestra el diagrama de las clases principales del dominio de la aplicación DenunciApp. En este diagrama se ven reflejados los distintos tipos de usuario y las relaciones entre ellos. Por ejemplo, un administrador puede crear, eliminar u otorgar roles a usuarios, y el Ciudadano crea Denuncias que son enviadas a las Autoridades Ambientales, a las cuales, a su vez, dan respuesta. Asimismo, se evidencian los diferentes tipos de evidencias y las Categorías de los Delitos.

6.2.2.4 Diagramas de Implementación

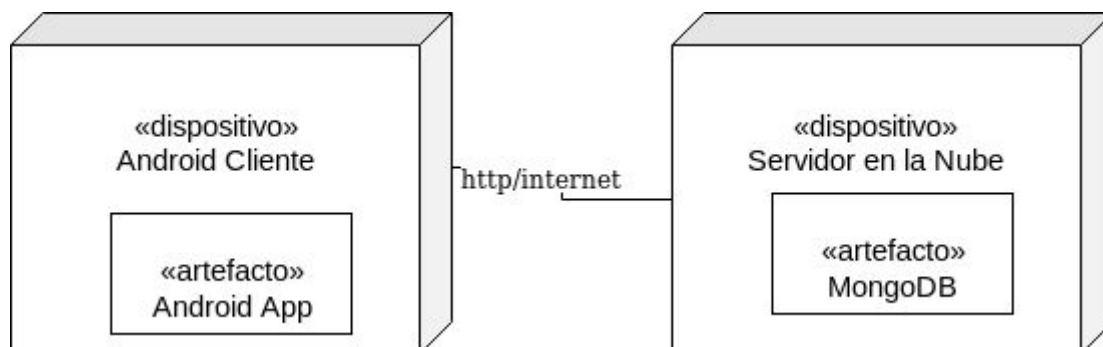


Figura 6.8: Diagrama de Implementación de la aplicación móvil DenunciApp.

La Figura 6.8 muestra diagrama de implementación de la aplicación móvil DenunciApp. El cliente Android, donde reside la App, se comunica con una base de datos MongoDB que reside en la nube, donde se pueden almacenar y consultar las denuncias.

6.2.2.5 Diagramas de Estado

En la Figura 6.9 se presenta el correspondiente diagrama de transición de estados de la aplicación móvil DenunciApp para el usuario Ciudadano.

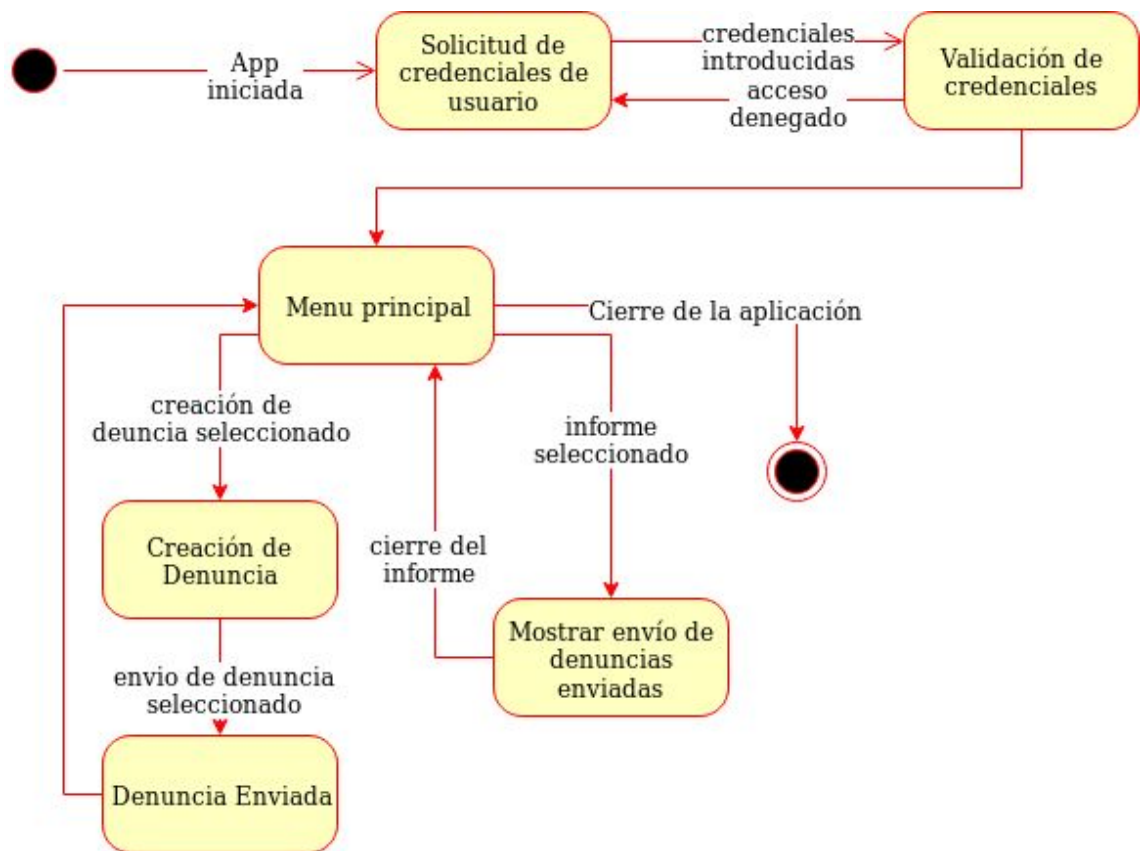


Figura 6.9: Diagrama de Implementación de la aplicación móvil DenunciApp.

6.2.2.6 Diagramas de Secuencia

La Figura 6.10 muestra un diagrama de secuencia general para la aplicación DenunciApp. Al iniciarse la App, se crea la Actividad con el menú principal, una instancia de la clase denominada MainActivity. Al seleccionarse la opción de crear una denuncia, se invoca la actividad para seleccionar una categoría del delito, denominada SelectCategoryActivity. Una vez realizada esta actividad, se invoca la siguiente actividad, FindLocationActivity, que tiene como objetivo registrar la ubicación del delito. La siguiente actividad registra la fecha y hora del delito (SelectDateTimeActivity). Posteriormente, se registran evidencias multimedia (archivos, fotos, videos, audios) relacionadas con el delito que se está reportando. Finalmente, la actividad AddDescriptionActivity solicita al usuario una descripción textual de los hechos ocurridos, y realiza el envío de la denuncia digital a la base de datos MongoDB ubicada en la nube.

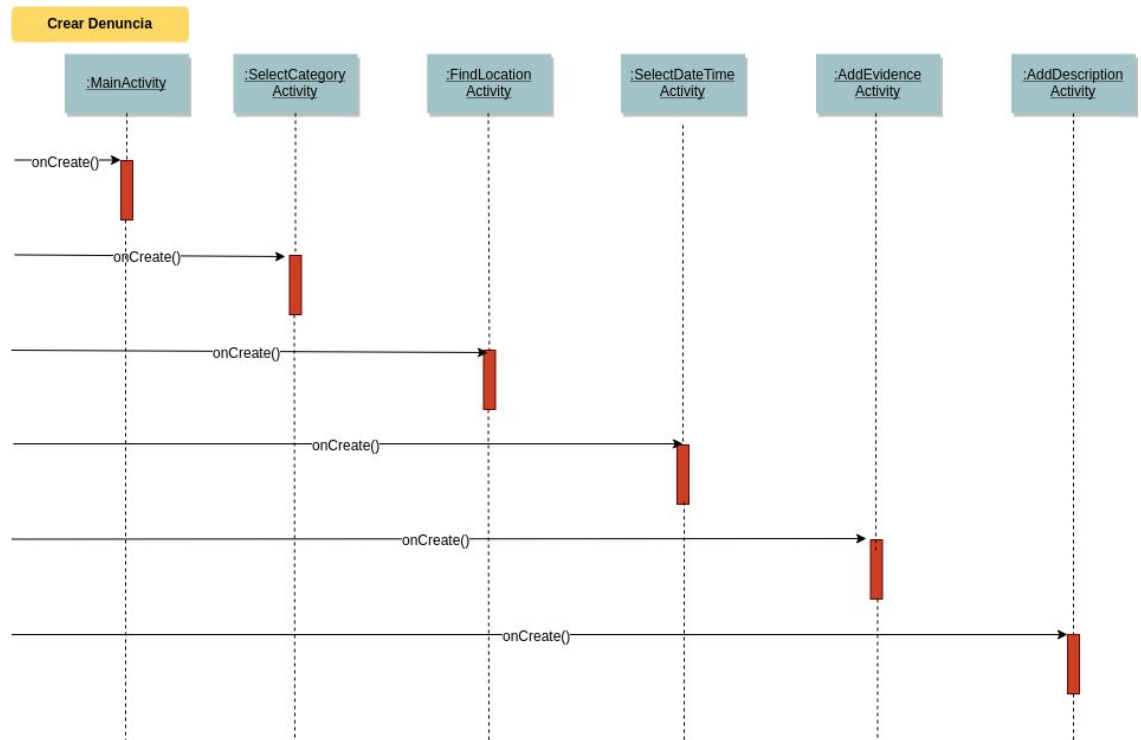


Figura 6.10: Diagrama de Secuencia mostrando creación de una denuncia digital en la aplicación móvil DenunciApp.

6.2.2.7 Diagramas de Comunicación

La Figura 6.11 muestra el diagrama de comunicación general de la aplicación móvil DenunciApp para la creación y envío de una denuncia digital.

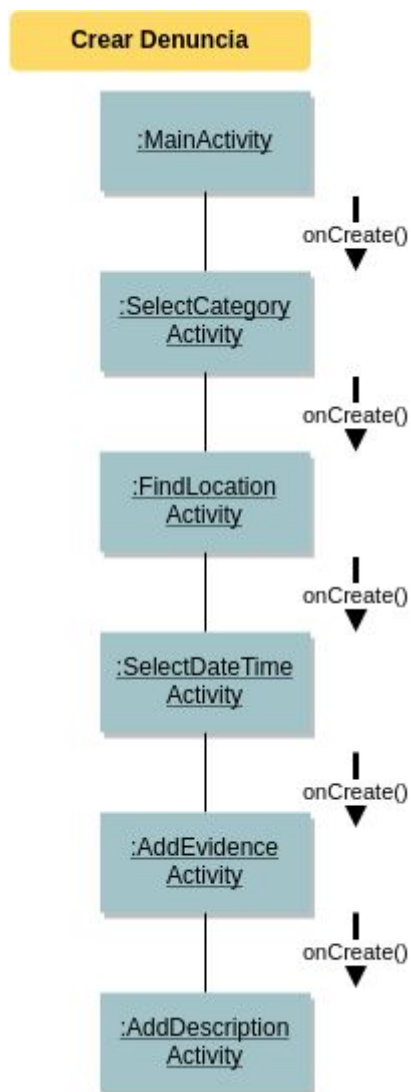


Figura 6.11: Diagrama de Comunicación general de la aplicación móvil DenunciApp.

6.3 Diseño

6.3.1 Modelo Arquitectónico

Las aplicaciones distribuidas, como es el caso de DenunciApp, pueden obedecer a diversos modelos arquitectónicos. Dos modelos arquitectónicos emblemáticos ubicados en extremos opuestos del espectro de los modelos arquitecturas distribuidas son la arquitectura **cliente-servidor** y la arquitectura **punto-a-punto** (denominado peer-to-peer en inglés). La arquitectura cliente-servidor reparte la carga de trabajo entre los **servidores**, nodos responsables de proveer un recurso o servicio, y los **clientes**, quienes solicitan este servicio. En una arquitectura punto-a-punto, los componentes de la aplicación distribuida comparten los recursos de forma descentralizada, pueden comunicarse entre sí directamente, y no existe una jerarquía entre ellos. En este caso, un nodo es un cliente y un servidor al mismo tiempo. La Figura 6.12 ilustra la diferencia entre estos dos modelos arquitectónicos.

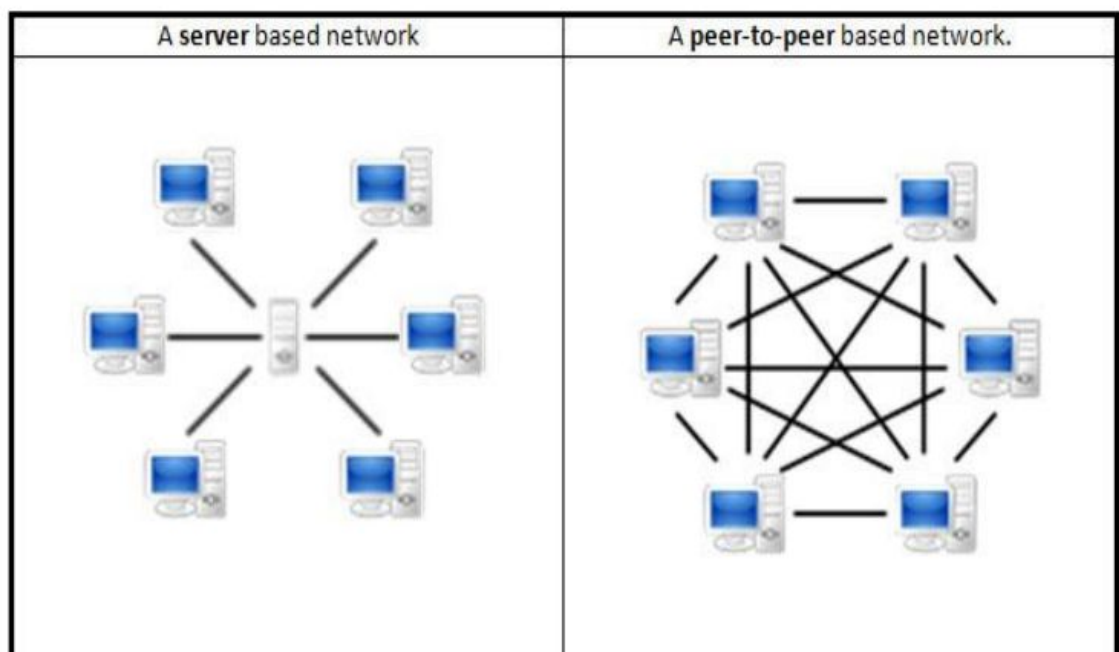


Figura 6.12: Modelos Cliente-Servidor y Punto-a-Punto (Alghabban, 2015)

Para el caso de DenunciApp, los datos de las denuncias digitales deben, por su naturaleza, guardarse en punto centralizado a cargo de una Autoridad Ambiental. Esto se debe a que dada la naturaleza confidencial y sensible de los datos, es necesario que la Autoridad Ambiental tenga control total sobre estos datos. Si se optara por una arquitectura punto-a-punto, aunque esta tiene ventajas en términos de escalabilidad y es frecuentemente empleada para sistemas Big Data, la Autoridad Ambiental no tendría control sobre estos datos. En conclusión, se determina que el modelo arquitectónico adecuado para DenunciApp es la de cliente-servidor, en donde los clientes corresponden a los usuarios quienes utilizan una App Android en sus celulares personales, y el servidor corresponde a un servidor con una Bases de Datos MongoDB (ver Figura 6.13). Se opta por una base de datos MongoDB dado que soporta datos no-estructurados y permite tener un esquema flexible, y la vez es destacado como un sistema escalable que soporte grandes volúmenes de datos.

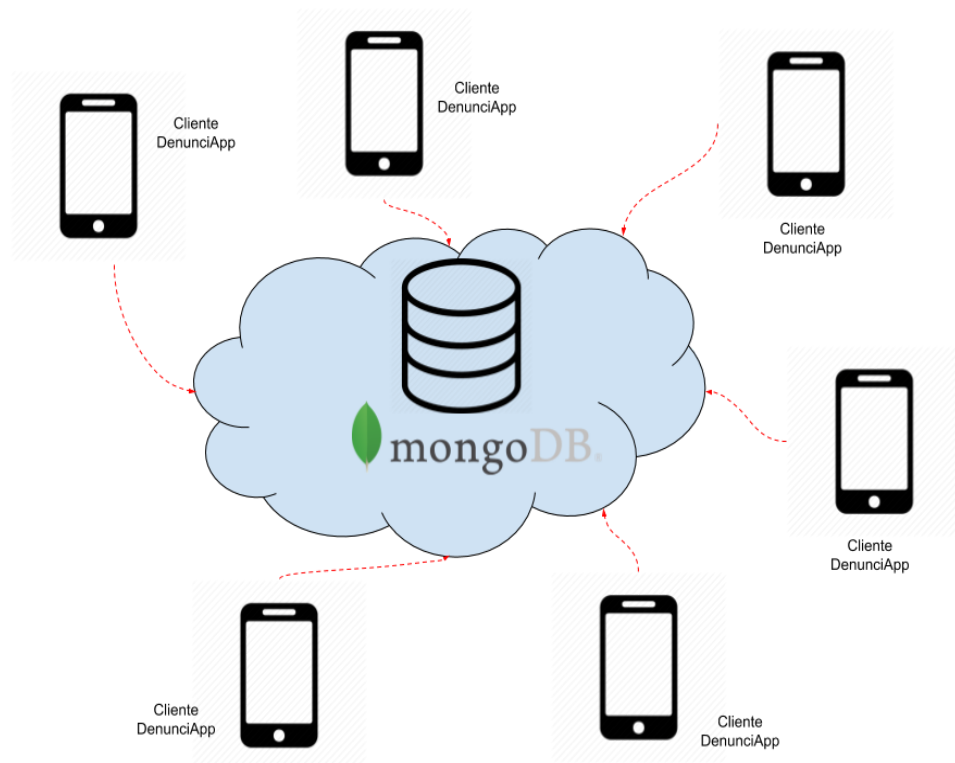


Figure 6.13: Arquitectura Cliente-Servidor de DenunciApp.

6.3.2 Modelo de Datos

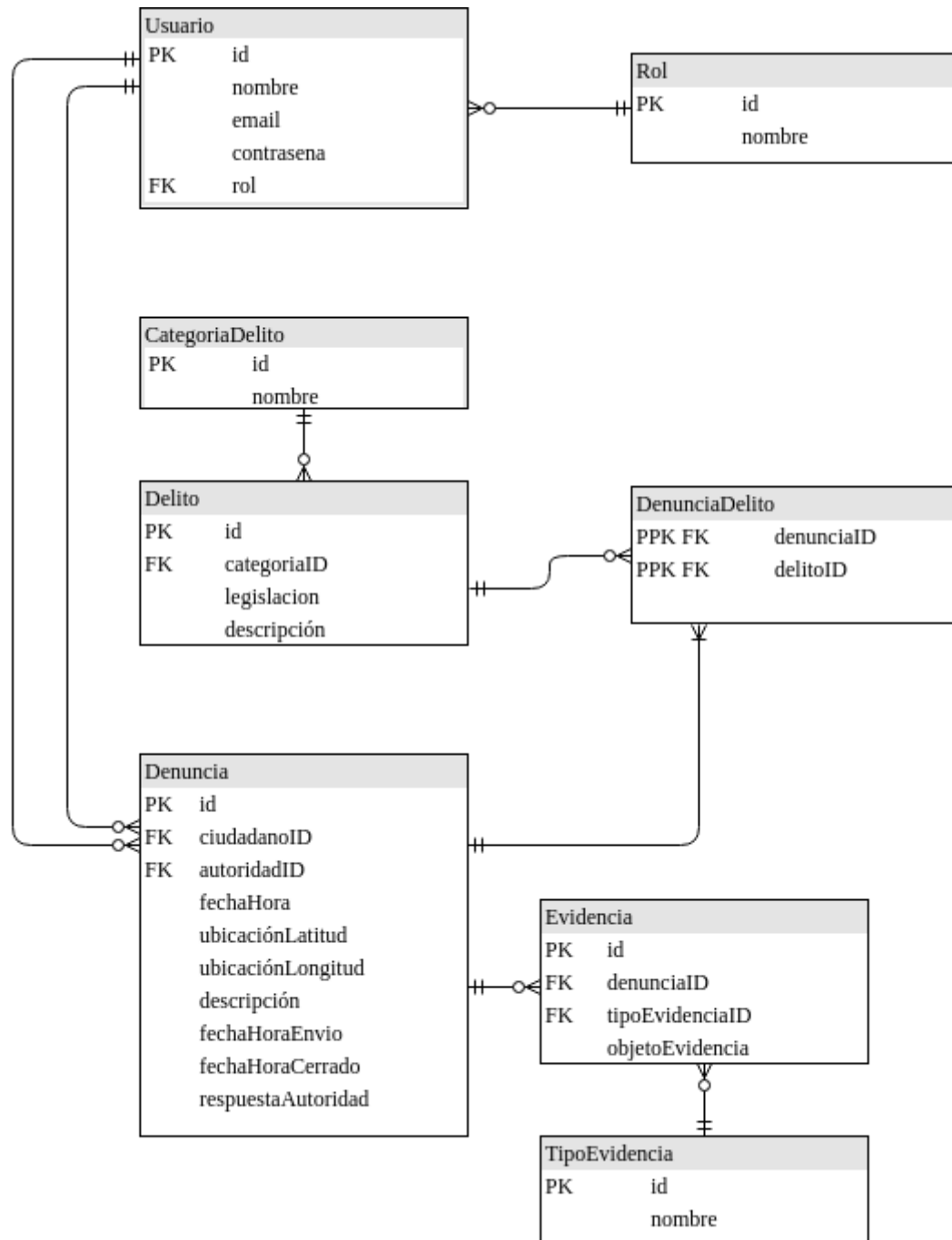


Figura 6.14: Modelo de Datos de DenunciApp

En la página anterior se muestra el modelo de datos de DenunciApp. Las tablas Rol, CategoriaDelito y TipoEvidencia son tablas de consulta (*lookup tables* en inglés). La tabla Rol contiene los roles que los usuarios pueden tener (cada usuario tiene exactamente un rol), la tabla CategoriaDelito los tipos de Delitos que existen (por ejemplo, relacionado con agua, basura etc), y la tabla TipoEvidencia contiene los tipos de evidencia (foto, video etc) que se pueden suministrar. Los contenidos de estas tablas se muestran en la Figura 6.15.

Rol	
id	nombre
1	Ciudadano
2	AutoridadAmbiental
3	VeedorAmbiental
4	Administrador

TipoEvidencia	
id	nombre
1	Foto
2	Video
3	Audio
4	Documento

CategoriaDelito	
id	nombre
1	Agua
2	Animales
3	Áreas Protegidas
4	Basura
5	Flora Y Fauna
6	Minería
7	Quemas
8	Urbanismo

Figura 6.15: Contenidos de las tablas de referencia del modelo de datos.

La tabla Delito contiene información acerca de la categoría de cada delito, su legislación pertinente, y su descripción según la ley colombiana. Esta tabla es poblada a partir de la información en el Anexo 3.

La tabla principal es Denuncia, que integra toda la información relacionada con una denuncia ciudadana. Una denuncia es radicada por un ciudadano ciudadanoID, y es asignada a una autoridad ambiental autoridadID. Una denuncia comprende uno o más delitos. A una denuncia también se le pueden asociar cero o más evidencias (fotos, video, audio) que se almacenan en la base de datos en formato BLOB (en inglés, *binary large object*).

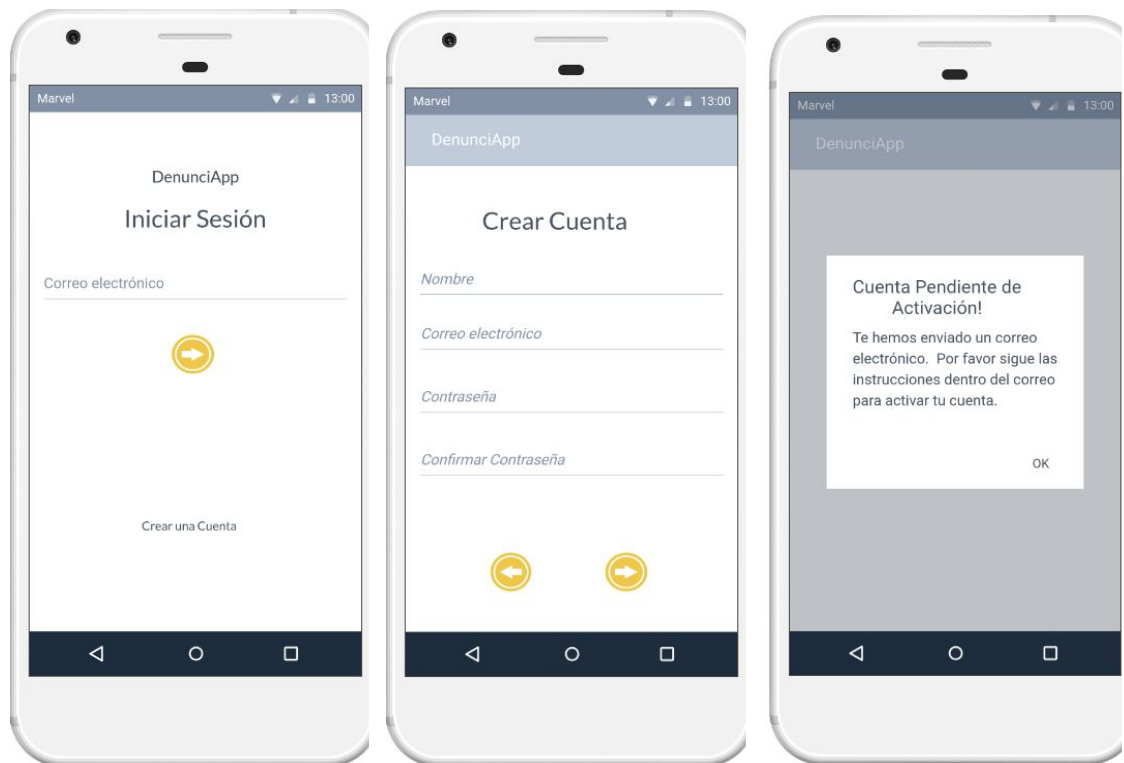
6.3.3 Diseño de Interfaces

La interfaz de usuario de los ciudadanos sería por celular, debido a que se contempla que la mayoría de los delitos ambientales se observarían en la intemperie,

especialmente en zonas rurales, y esta sería la forma más adecuada para recolectar los datos y realizar la denuncia oportunamente. Las autoridades ambientales, veedores ambientales, y el administrador, accederían al sistema mediante una interfaz web sencilla ya que estos seguramente utilizarían el sistema principalmente desde un PC en la oficina.

En esta sección se presentan los diseños de las pantallas del App para los ciudadanos. Para realizar los diseños, inicialmente se consideró la herramienta para diseño de interfaces de usuario Pencil (<http://pencil.evolus.vn>), que es de código abierto y gratuita. Sin embargo, esta opción se descartó debido a que tenía plantillas únicamente para Android ICS, versión lanzada en 2011 que ya no tiene soporte de Google. Tras una búsqueda, se optó por utilizar MarvelApp (<https://marvelapp.com>), un opción en la nube con plantillas de Android actualizadas. Usando esta herramienta, se creó un wireframe de la interfaz de usuario que se puede visualizar de forma interactiva en <https://marvelapp.com/4714g1i>. En las siguientes páginas se muestra el diseño de la interfaz de usuario para la secuencia de pantallas que corresponde a cada caso de uso para el actor ciudadano definido anteriormente.

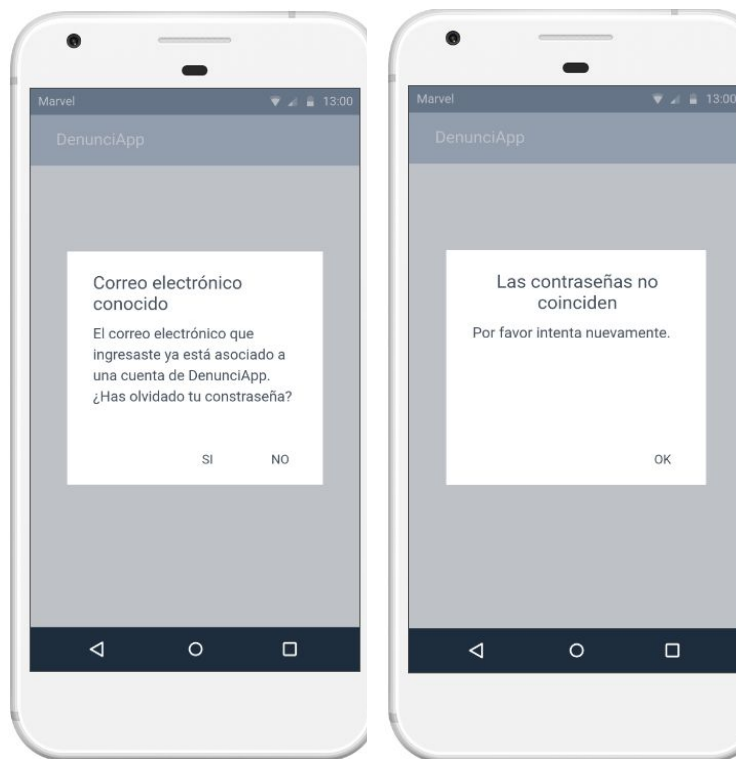
6.3.3.1 Suscribirse Como Usuario



1. El usuario hace tap sobre **Crear una Cuenta**.

2. El usuario ingresa sus datos. Las contraseñas no son visibles en la pantalla por motivos de seguridad. Posteriormente, hace clic en el icono con la flecha hacia la derecha.

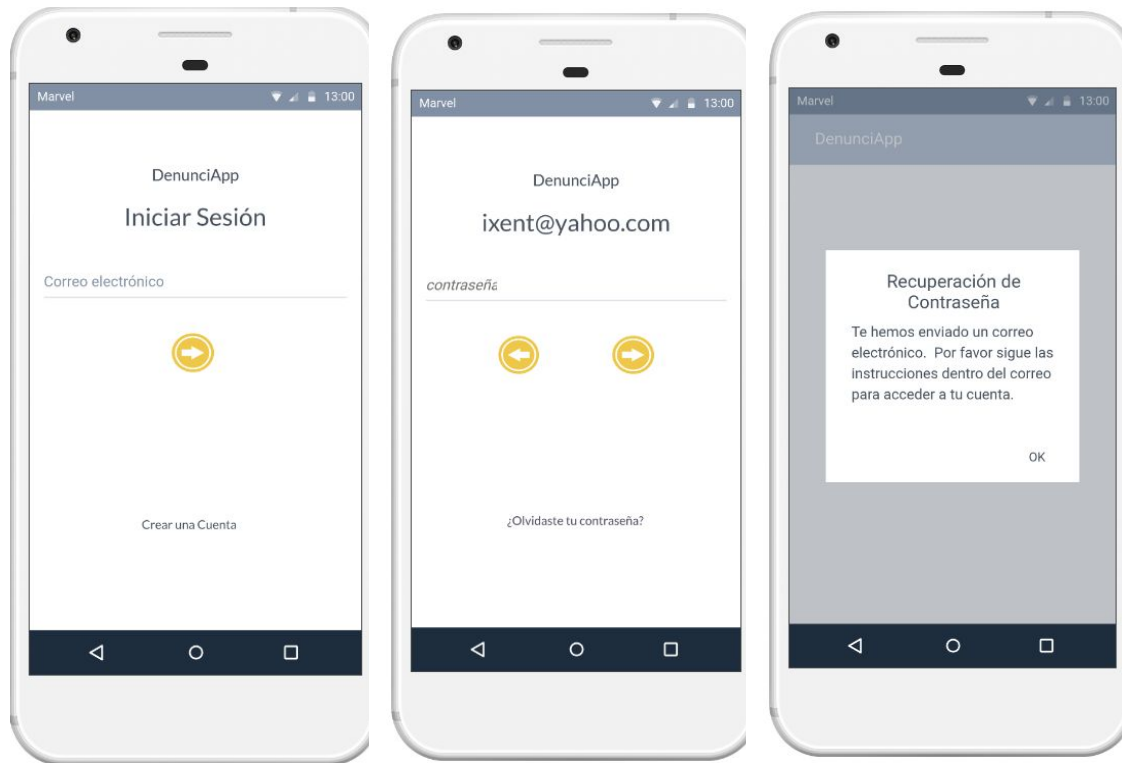
3. El usuario recibe mensaje notificándole que recibirá correo electrónico para activar su cuenta. Tras hacer tap sobre **OK** el usuario vuelve a la pantalla inicial.



Excepción 1: Si el usuario ingresa una contraseña que ya está registrada, se muestra mensaje de error invitando al usuario a recuperar la contraseña. Al hacer tap en **OK** el usuario vuelve al formulario de datos personales.

Excepción 2: Si el usuario ingresa dos contraseñas que no coinciden, se le invita a intentar nuevamente. Al hacer tap en **OK** el usuario vuelve al formulario de datos personales.

6.3.3.2 Recuperar Contraseña

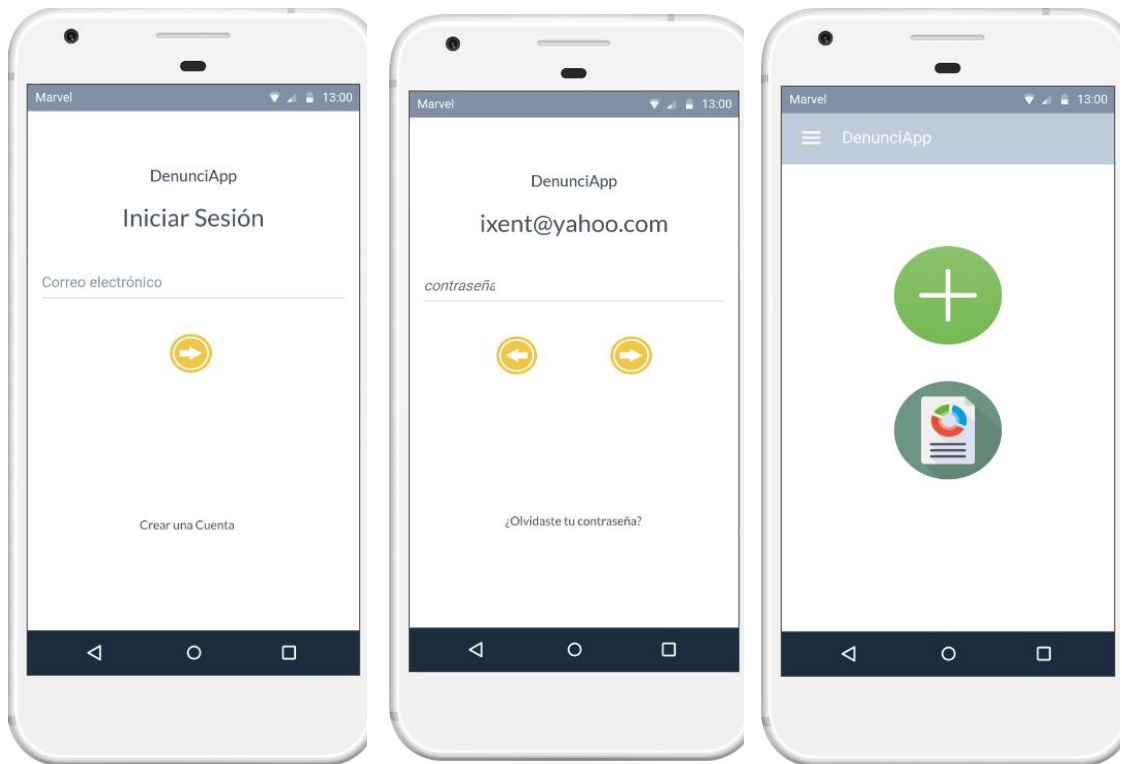


1. El usuario ingresa su correo electrónico, y hace tap en la flecha hacia la derecha para continuar.

2. El usuario hace tap sobre **¿Olvidaste tu Contraseña?**

3. El usuario recibe mensaje notificándole que recibirá correo electrónico con instrucciones para recuperar contraseña. Tras hacer tap en **OK** el usuario vuelve a la pantalla inicial.

6.3.3.3 Pasos para Autenticarse

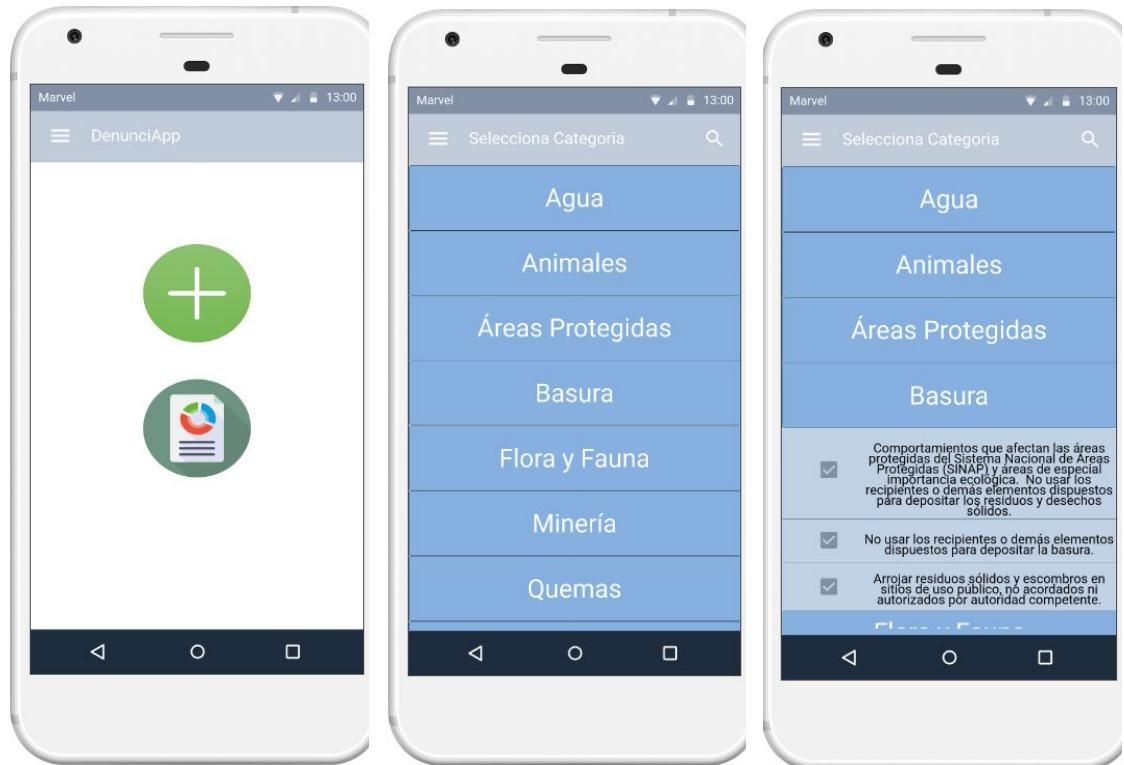


1. El usuario ingresa su correo electrónico, y hace tap en la flecha hacia la derecha para continuar.

2. El usuario ingresa su contraseña (es no es visible en la pantalla por motivos de seguridad). Hace tap en el botón con la flecha hacia la derecha para continuar.

3. El usuario llega al menú principal de DenunciApp.

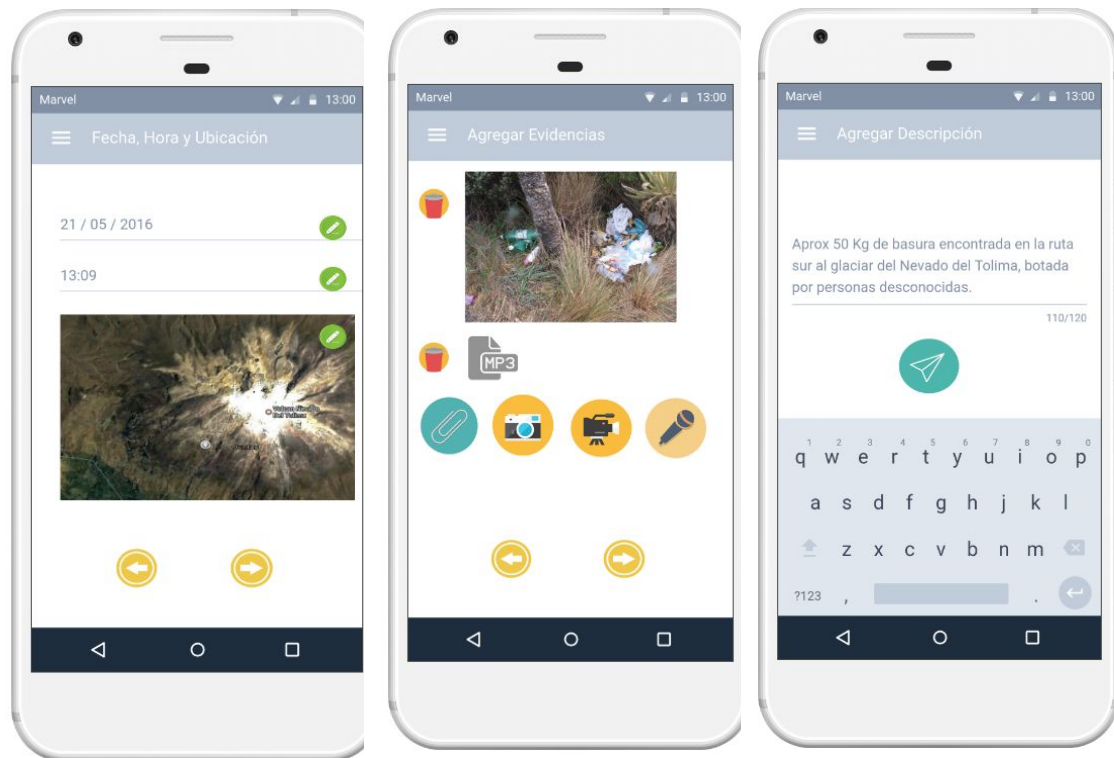
6.3.3.4 Denunciar Delito Ambiental



1. Para este caso de uso es necesario estar autenticado y sólo aplica para usuarios con rol ciudadanos. El usuario hace tap sobre el icono con el símbolo de agregar, para crear una nueva denuncia de delito ambiental.

2. El usuario selecciona la categoría del delito ambiental que desea denunciar. También existe opción de búsqueda para facilitar el hallazgo de la legislación pertinente.

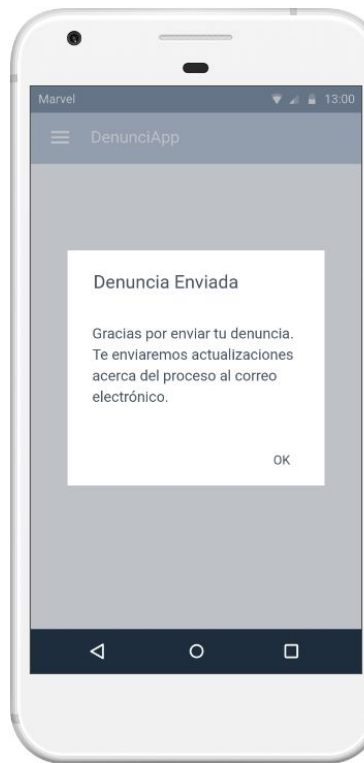
3. El usuario selecciona todas las descripciones de delitos que aplican (pueden ser de más de una categoría). El texto de descripción de cada delito ha sido tomado de documentos legales compilados en el Anexo 3.



4. La aplicación obtiene automáticamente la fecha, hora y ubicación. La ubicación se muestra usando interfaz de Google Maps. Es posible cambiar esta información predeterminada haciendo tap en el icono de modificación verde. Cuando toda la información está correcta, el usuario hace tap en la flecha hacia la derecha.

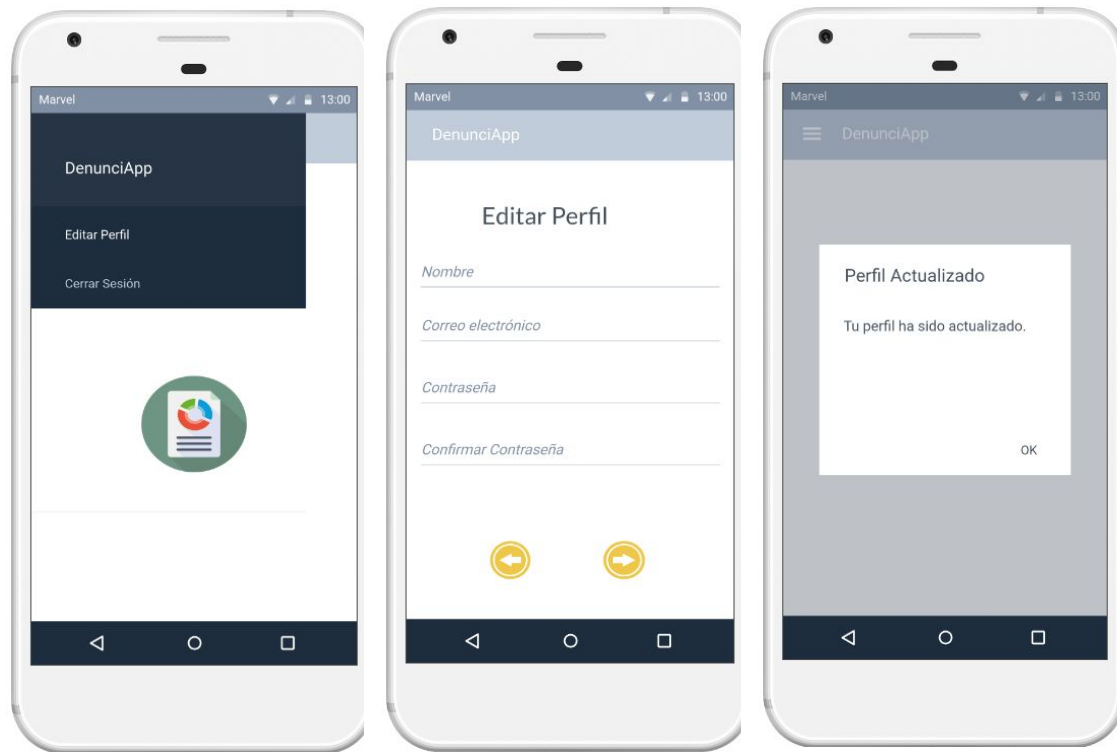
5. El usuario agrega evidencias del delito (optativo). Para ello, puede tomar fotos, grabar video o grabar audio. También puede anexar fotos, video y audio grabados previamente haciendo tap en anexar archivo (icono de clip de papel). El usuario puede anexar un límite de cinco evidencias. Esta restricción existe para evitar el uso de espacio de almacenamiento excesivo en la base de datos en la nube.

6. El usuario ingresa una descripción textual del delito. Cuando ha terminado, hace tap en el ícono de enviar para que la denunciada sea enviada a la autoridad ambiental.



7. La información es enviada y almacenada en la base de datos en la nube. Aparece un diálogo informando al usuario que la denunciada ha sido enviada, y que recibirá actualizaciones por correo electrónico. Tras hacer tap el usuario regresa al menú principal.

6.3.3.5 Editar Perfil



1. Para este caso de uso, es necesario estar autenticado. Desde el menú principal, el usuario hace tap sobre el submenú y, posteriormente, sobre **Editar Perfil**.

2. El usuario actualiza su información de perfil. Cuando haya terminado, hace tap en el botón con la flecha hacia la derecha. En este caso de uso existen las mismas excepciones que para el caso de uso *Suscribirse Como Usuario*.

6. Aparece un diálogo notificando al usuario que el perfil ha sido actualizado exitosamente. Al hacer tap en **OK**, el usuario regresa al menú principal.

6.3.3.6 Solicitar Informe Denuncias Enviadas



1. Para este caso de uso, es necesario estar autenticado. Desde el menú principal, el usuario hace tap sobre el icono de informes.

2. El usuario visualiza los denuncias que ha realizado, con su categoría principal. Hay un icono que indica si el caso sigue abierto o cerrado.

3. Al hacer tap sobre una denuncia, el usuario puede observar las información suministrada acerca de la denuncia, al igual que cualquier respuesta de alguna autoridad ambiental. Al hacer tap en el icono de volver, se regresa al menú principal.

6.4 Desarrollo

En esta sección se describe la construcción del prototipo de software que pretende servir como prueba de concepto de App para el envío de denuncias digitales. Esta sección describe cómo el diseño descrito anteriormente se convierte en un sistema de información completo. Por ende, corresponde a la fase cuatro del ciclo de vida de Stair & Reynolds (2016).

6.4.1 Estructura General del Proceso de Desarrollo de Software

El proyecto Android está dividido como se muestra en la Figura 6.16.

- En la carpeta manifests el archivo `AndroidManifest.xml` es responsable de declarar todos los componentes utilizados por el proyecto, incluyendo las clases de Java y los permisos para dispositivos como la cámara, GPS y lector de tarjeta SD del teléfono móvil.
- En la carpeta java están ubicadas las clases con código fuente Java (ver Figura 6.17, explicada más adelante)
- En la carpeta assets hay archivos utilizados por la aplicación. Los archivos `categorias.data`, `delitos.data` y `tipoevidencias.data` contienen información, mostrada en el Anexo 3, usada para poblar la base de datos la primera vez que se ejecuta la aplicación.
- La carpeta res contiene todo tipo de recursos. En particular, la sub-carpeta layout contiene archivos XML que especifican el diseño de la interfaz gráfica para cada actividad.
- Los Gradle Scripts son utilizados para construir y compilar el proyecto.

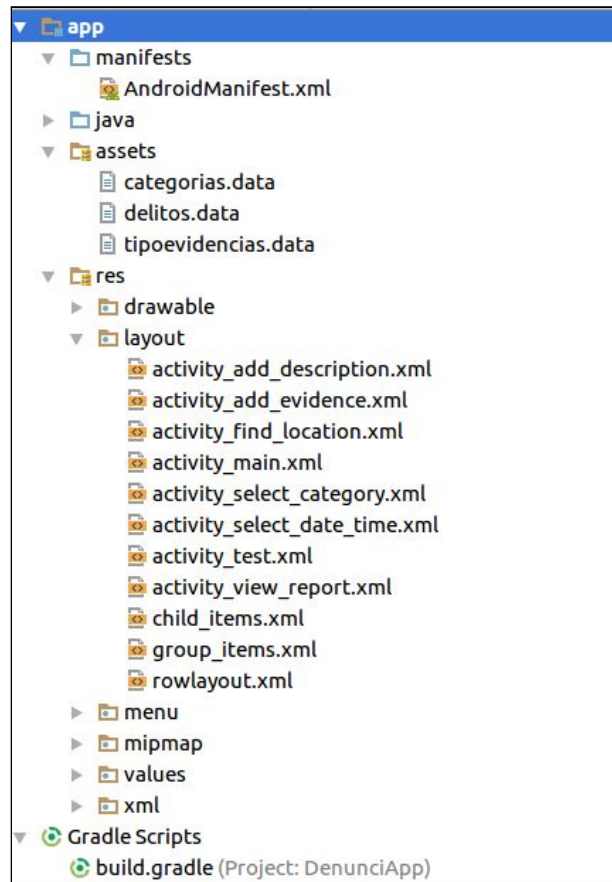


Figura 6.16: La estructura general del proyecto DenunciApp.

De acuerdo a la Figura 6.17, las clases Java del proyecto están divididas en tres paquetes:

- `co.edu.ustadistancia.denunciapp.activity`
En este paquete están ubicadas las clases relacionadas con las actividades que componen la aplicación. En la terminología Android, una actividad corresponde a cada pantalla de la aplicación. Todas estas clases heredan de la superclase `AppCompatActivity`,
- `co.edu.ustadistancia.denunciapp.db`
En este paquete están las clases utilizadas para interactuar entre la aplicación como tal y una base de datos `SQLite`² que es responsable de guardar el estado de la aplicación de forma persistente.

² <https://www.sqlite.org/>

- `co.edu.ustadistancia.denunciapp.util`

Este paquete se utiliza para clases con funciones misceláneas. Por ejemplo, contiene las clases que crean diálogos para ingresar horas y fechas.

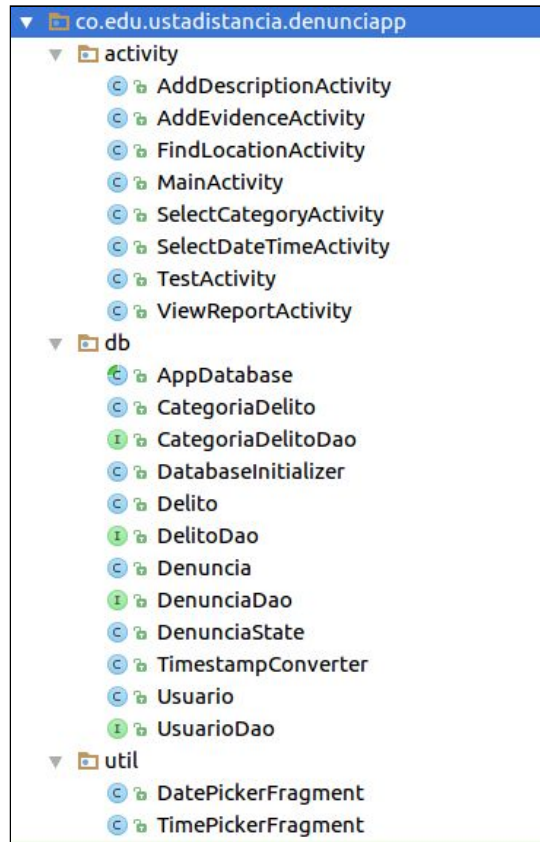


Figura 6.17: Las clases de Java utilizadas en el proyecto DenunciApp.

6.4.2 El Archivo Manifest

El archivo `AndroidManifest.xml` lleva a cabo las siguientes acciones:

- Configura los permisos del GPS para que la aplicación pueda acceder a la ubicación de la forma más detallada posible.
- Especifica que la aplicación puede hacer uso de la cámara, aunque cabe notar que su presencia no es obligatoria para que la aplicación funcione.
- Especifica la llave usada por el API de Google Maps, usada para mostrar el map de la zona al usuario.
- Configura un proveedor de archivos (FileProvider), con el fin de que la aplicación pueda almacenar fotos y videos en el sistema de archivos del teléfono celular.

- Enumera una lista de todas las actividades que componen el proyecto.

6.4.3 Las Actividades del Proyecto

Las actividades implementadas corresponden al caso de uso *Denunciar Delito Ambiental* y, parcialmente, al caso de uso *Solicitar Informe Denuncias Envidadas*, ambos descritos en la Sección 3. En la implementación actual los delitos son registrados de forma persistente en una base de datos local, y enviados a una base de datos MongoDB en la nube.

6.4.3.1 Actividad: MainActivity

Esta actividad presenta un menú inicial en dónde el usuario puede seleccionar la opción de denunciar un delito, o la opción de ver un informe de los delitos registrados (ver Figura 6.18). Esta actividad también tiene la función de cargar los datos relacionados con los delitos y sus respectivas categorías (ver Anexo 3), en caso de que la base de datos esté vacía.

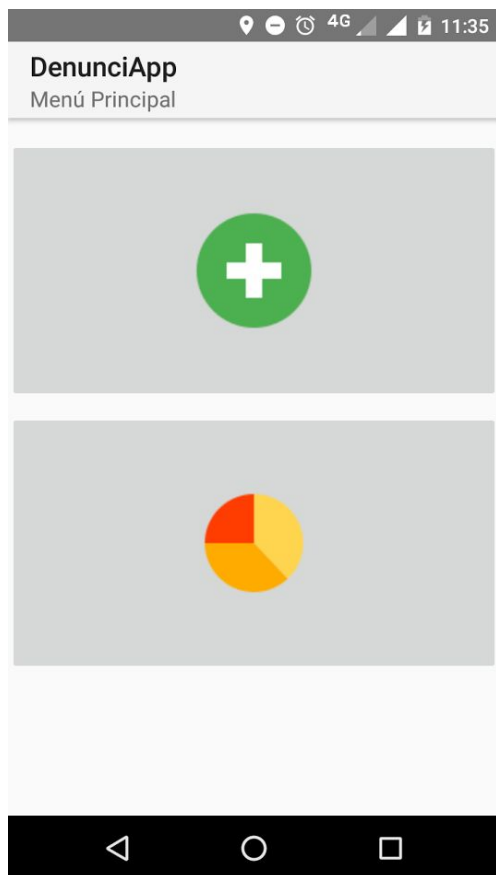


Figura 6.18: El Menú principal de MainActivity

6.4.3.2 Actividad: SelectCategoryActivity

Esta actividad, invocada desde MainActivity cuando el usuario elige la opción de registrar un nuevo delito, permite al usuario seleccionar el tipo de delito. Los delitos están agrupados por las categorías identificadas en el Anexo 3, y son cargados de la base de datos. De esta forma, es posible editar, agregar o eliminar delitos sin que sea necesario recompilar la aplicación. Ello también permitiría el uso de la aplicación en jurisdicciones diferentes con distinta legislación, únicamente cambiando el contenido de la base de datos.

Esta actividad se implementa usando un `ExpandableListView`³, un widget de Android que permite presentar información en una lista de elementos agrupados. Cada grupo de elementos corresponde a una categoría de delito, y los hijos de cada grupo a los tipos de delitos (ver Figura 6.19). Al seleccionar la cabecera de un grupo, este grupo se expande y se muestran los hijos dentro del grupo. La implementación actual permite seleccionar un sólo tipo de delito, aunque el modelo de datos en las Figuras 6.14 y 6.15 permite que para una denuncia se registre uno o más tipos de delitos.

Para avanzar al siguiente paso, el usuario debe hacer tap sobre el icono con la flecha hacia la derecha, lo cual invoca la actividad `FindLocationActivity`. La flecha hacia la izquierda invoca la menu principal en la actividad MainActivity.

³ <https://developer.android.com/reference/android/widget/ExpandableListView.html>

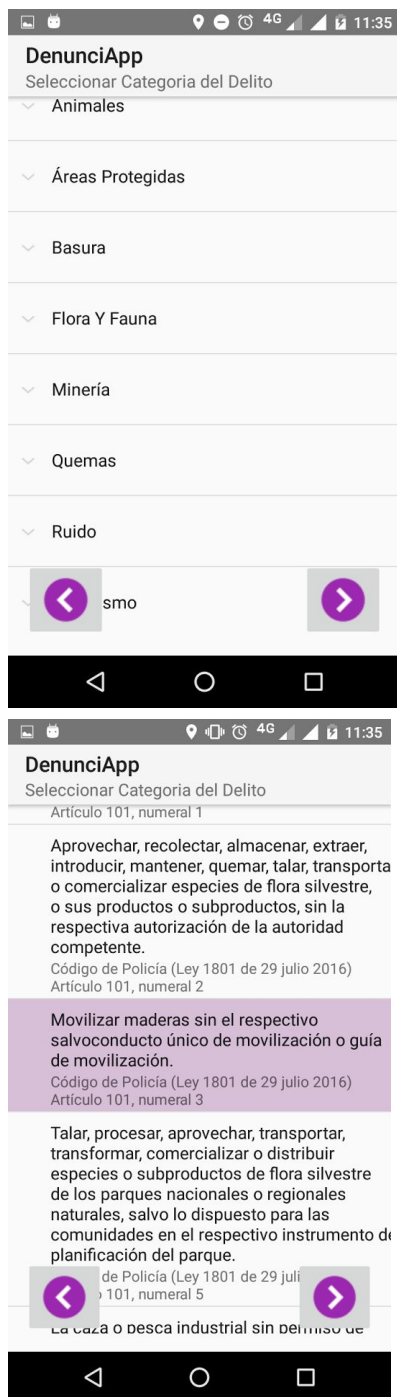


Figura 6.19: El ExpandableListView con las categorías de los delitos (izquierda), y expandido con un delito seleccionado (derecha).

6.4.3.3 Actividad: FindLocationActivity

Esta actividad, invocada desde `SelectCategoryActivity`, permite al usuario seleccionar la ubicación del delito mediante una interfaz Google Maps. Aquí cabe notar que se tomó la decisión para cambiar el diseño propuesto en la Sección 3, debido a que al realizar pruebas de usabilidad se consideró que sería más amigable para el usuario tener una pantalla completa para buscar y seleccionar la ubicación en el mapa. Por lo tanto, la selección de la fecha y hora del delito se realizan en una actividad separada, `SelectDateTimeActivity`.

Esta actividad utiliza un `SupportMapFragment` widget del API de Android⁴. Mediante un menú en la barra de herramientas, el usuario puede cambiar el tipo de mapa (un mapa normal, un mapa satelital, un mapa de terreno, y un mapa híbrido). Esta actividad obtiene la ubicación actual usando el GPS y, por defecto, centra el mapa en esta misma⁵. El usuario puede dejar la ubicación del delito como la ubicación actual, o tiene la opción de seleccionar una ubicación diferente. Para ello, puede acercar y alejar el mapa, y desplazarse por el mapa. Una vez encuentre la ubicación que desea registrar como la ubicación del delito, solamente necesita hacer tap en el punto del mapa deseado.

Para avanzar al siguiente paso, el usuario debe hacer tap sobre el icono con la flecha hacia la derecha, lo cual invoca la actividad `SelectDateTimeActivity`. La flecha hacia la izquierda invoca la menú principal en la actividad `SelectCategoryActivity`.

⁴

<https://developers.google.com/android/reference/com/google/android/gms/maps/SupportMapFragment>

⁵ <https://developers.google.com/maps/documentation/android-api/current-place-tutorial>

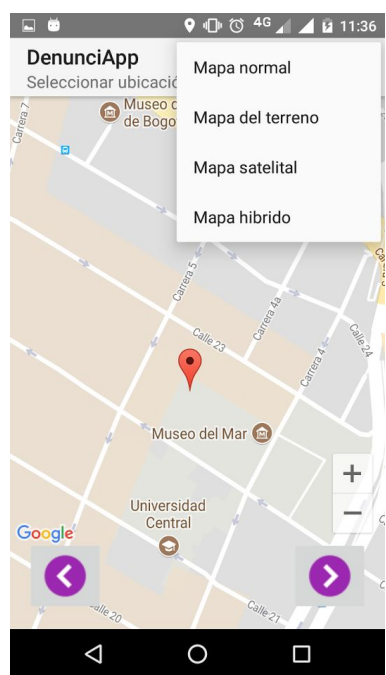
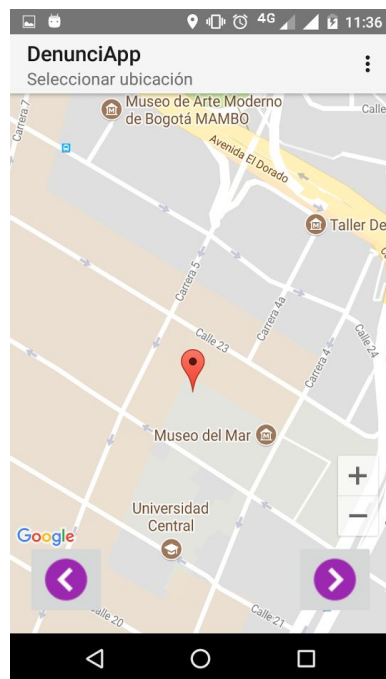


Figura 6.20: Pantallazos correspondientes a SelectLocationActivity.

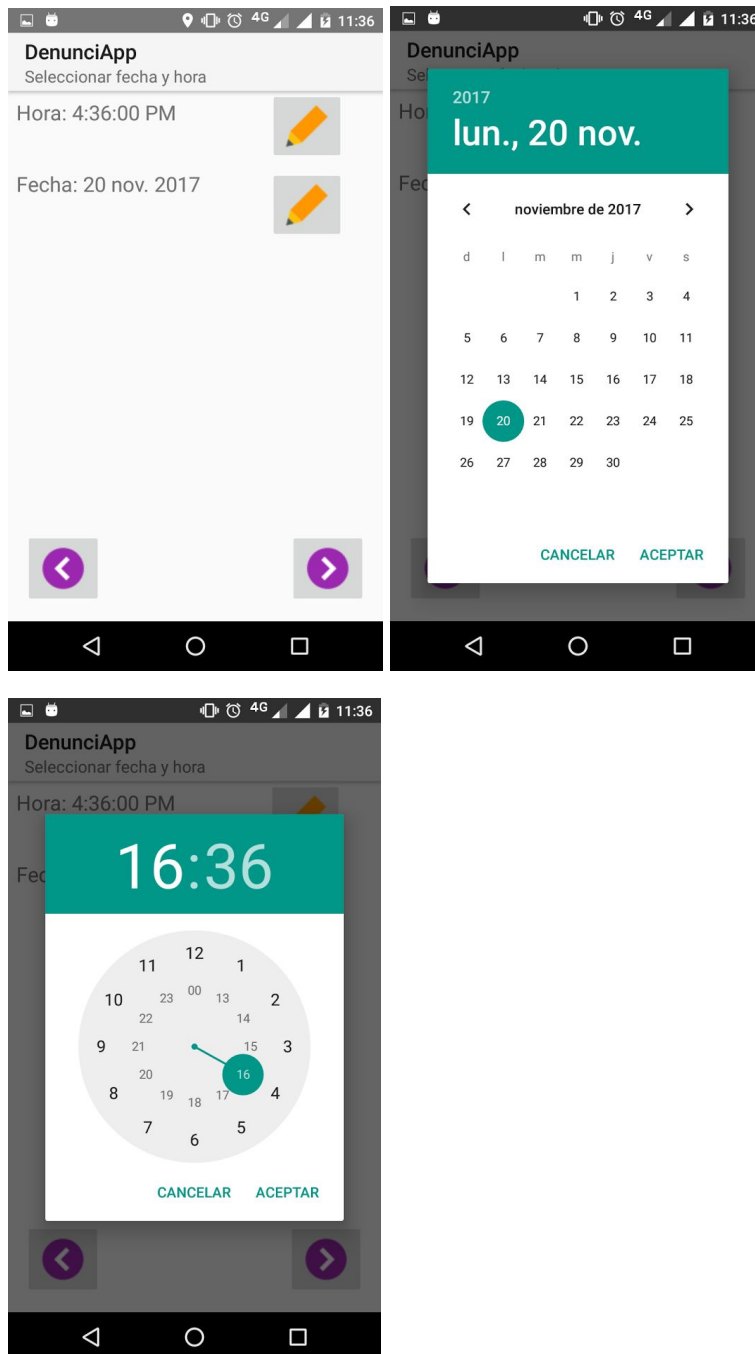


Figura 6.21: Pantallazos correspondientes a SelectDateTimeActivity.

6.4.3.4 Actividad: SelectDateTimeActivity

Esta actividad, invocada desde FindLocationActivity, permite al usuario seleccionar la fecha y la hora del delito. Por defecto, aparecen la fecha y hora actual.

Sin embargo, el usuario puede hacer tap sobre los iconos de editar para cambiar estos atributos. Se hacen uso de diálogos especiales para cada caso:

- Para seleccionar una fecha, se utiliza un `DatePickerDialog`⁶, el cual permite seleccionar la fecha usando una interfaz de calendario estándar para aplicaciones Android.
- Para seleccionar una hora, se utiliza un `TimePickerDialog`⁷, el cual permite seleccionar la hora usando una interfaz de reloj estándar para aplicaciones Android.

Para avanzar al siguiente paso, el usuario debe hacer tap sobre el icono con la flecha hacia la derecha, lo cual invoca la actividad `AddEvidenceActivity`. La flecha hacia la izquierda invoca la menú principal en la actividad `FindLocationActivity`.

6.4.3.5 Actividad: `AddEvidenceActivity`

Esta actividad, invocada desde `SelectDateTimeActivity`, permite al usuario agregar evidencias relacionadas con el delito, como lo son fotos y videos.

Para agregar una foto, el usuario hace tap en el icono de la cámara fotográfica. Para realizar esta acción, se invoca una actividad separada del API de Android, que está encargada de tomar la foto, y escribir la imagen en un archivo con la ruta especificada. Posteriormente se agrega la imagen a la galería del teléfono celular, y se muestra un icono con la foto tomada. Es importante mencionar que los pasos para implementar esta función se basan en el contenido del tutorial de Android⁸.

De igual forma, haciendo tap sobre el icono de la cámara de vídeo, el usuario puede grabar un vídeo y almacenarlo. Funciona de manera similar al proceso que se realiza para tomar la fotografía. Sin embargo, esta función se basa en un tutorial diferente de la página web de Android⁹.

⁶ <https://developer.android.com/reference/android/app/DatePickerDialog.html>

⁷ <https://developer.android.com/reference/android/app/TimePickerDialog.html>

⁸ <https://developer.android.com/training/camera/photobasics.html>

⁹ <https://developer.android.com/training/camera/videobasics.html>

La implementación actual permite únicamente un video y fotografía por denuncia. Sin embargo, el modelo de datos en la Figura 3.5 contempla que se pueden asociar varias evidencias del mismo tipo. A diferencia del diseño propuesto en la Sección 3, La implementación actual no tiene soporte para agregar audios o archivos anexos.

Para avanzar al siguiente paso, el usuario debe hacer tap sobre el icono con la flecha hacia la derecha, lo cual invoca la actividad `AddDescriptionActivity`. La flecha hacia la izquierda invoca la menú principal en la actividad `SelectDateTimeActivity`.

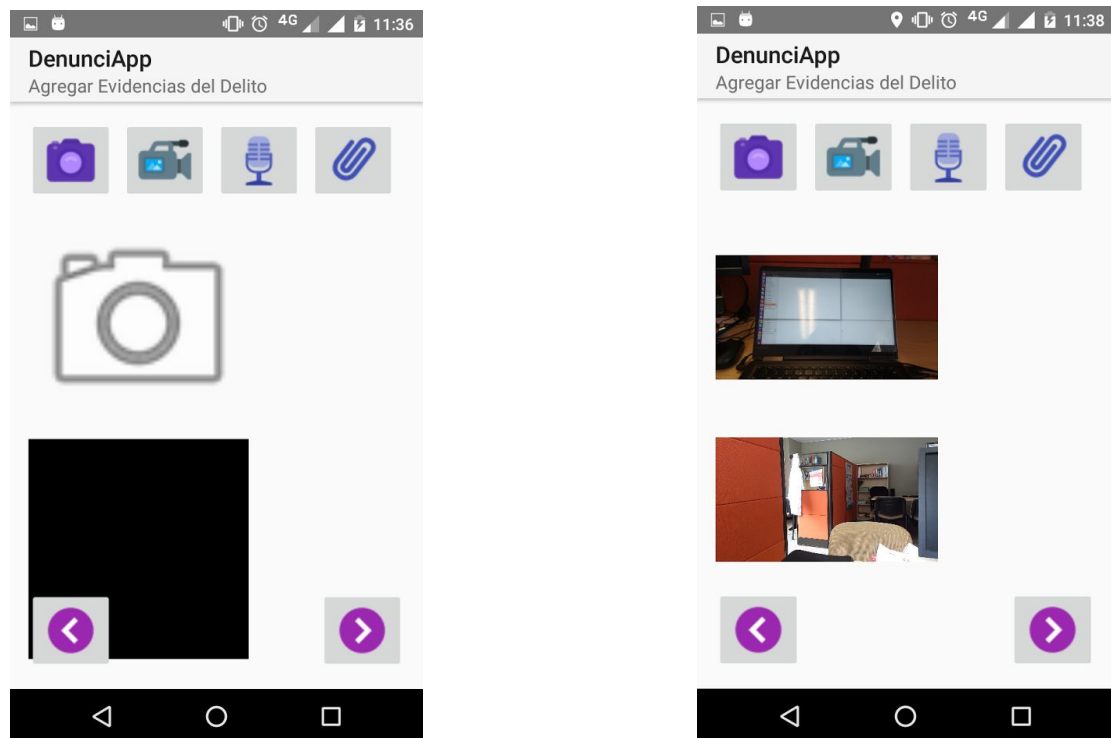


Figura 6.22: Pantallazos correspondientes a `AddEvidenceActivity`.

6.4.3.6 Actividad: `AddDescriptionActivity`

Esta actividad, invocada desde `AddEvidenceActivity`, es el paso final para el usuario registrar la denuncia.

Un `EditText` widget permite al usuario ingresar una descripción textual de la denuncia que desea registrar. Un teclado aparece de forma automática cuando el usuario hace tap en ese espacio. Una vez terminado, el usuario debe hacer tap en el botón para enviar la denuncia, y confirmar que desea enviarla a través de un diálogo emergente. Finalmente, los datos recolectados en los pasos anteriores de la denuncia son

registrados en la base de datos de forma persistente, y aparece otro diálogo confirmando que la denuncia ha sido registrada. Al hacer clic en el diálogo de confirmación, se regresa al menú principal en la actividad MainActivity.

6.4.3.7 Actividad: ViewReportActivity

Esta actividad, invocada desde MainActivity, muestra una lista de las denuncias registradas en la base de datos. Al iniciar la actividad, realiza una consulta de tipo SELECT * sobre la tabla denuncias. Muestra las denuncias en un widget ListView de la API Android¹⁰. Esta actividad no ha sido implementada de forma completa, ya que se contempla que:

- Muestre como icono para cada denuncia la foto tomada como evidencia.
- Al hacer tap sobre cualquier denuncia, se invoque otra actividad (ViewDetailsActivity) mostrando los detalles de la misma.

Sin embargo, esta actividad cumple el propósito mostrar que funciona el registro y la recuperación de delitos de forma persistente en la base de datos, así que es de gran utilidad para las pruebas realizadas.

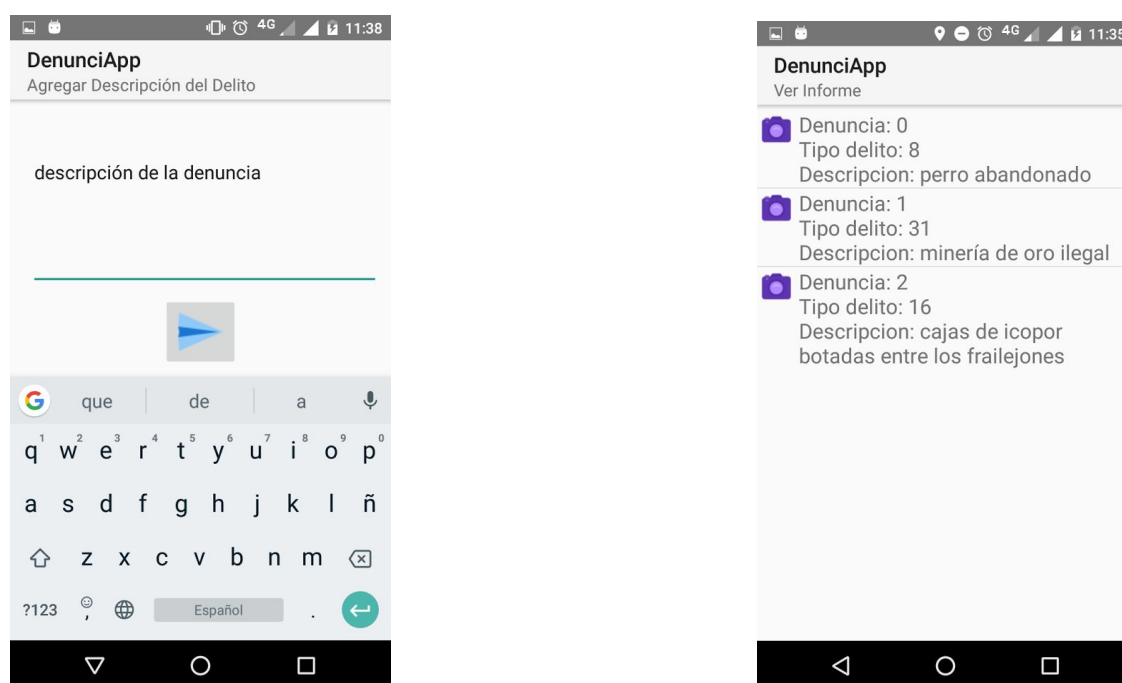


Figura 6.23: Pantallazos correspondientes a las actividades AddDescriptionActivity (izq) y ViewReportActivity (der).

¹⁰ <http://www.vogella.com/tutorials/AndroidListView/article.html>

6.5 Integración

6.5.1 Entorno de Desarrollo

El desarrollo de la aplicación móvil se llevó a cabo usando el Sistema Operativo Linux Ubuntu 16.04 LTS de 64 bits, con un computador portátil Lenovo Yoga 710 con procesador Intel Core i7-6500 @ 2.50 GHz x 4 y 8 GB de memoria RAM. El sistema operativo Linux se consideró como el más adecuado para este desarrollo debido a su inherente aptitud para el desarrollo de software. Cabe también resaltar que el sistema Android, usado actualmente por 85% de los teléfonos celulares según la consultora IDC (2017), está basado en Linux, lo cual permite varias opciones de aceleración de hardware para mejorar el rendimiento del emulador de Android¹¹.

El IDE (entorno de desarrollo integrado) utilizado fue Android Studio 3.5.3, desarrollado específicamente para la implementación de aplicaciones Android, y el Java Development Kit 1.8.0_112. Para la instalación de Android Studio se siguieron los pasos en <https://developer.android.com/studio/install.html>, proceso que transcurrió sin inconvenientes. Para las pruebas se utilizó teléfono celular Motorola 3G Turbo con Android 6 API 26.

6.5.2 La Base de Datos en el Cliente

Para almacenar los datos de la App en los dispositivos móviles de forma persistente, se utiliza una base de datos SQLite con un esquema basado en el que está mostrado en las Figuras 6.14 y 6.15. Esta base de datos almacena información acerca de los delitos ambientales existentes con sus respectivas categorías (tablas Delito y CategoriaDelito), además de los delitos que se van registrando localmente. La interacción de la base de datos SQLite se realiza con la librería Room¹², que permite la

¹¹ <https://developer.android.com/studio/run/emulator-acceleration.html#accel-graphics>

¹² <https://developer.android.com/topic/libraries/architecture/room.html>

definición de clases que representan *data access objects* (DAOs) para cada tabla de la base de datos.

Para cada tabla en la base de datos, es necesario definir una clase para representarla, usando las anotaciones reconocidas por la librería Room para identificar los nombre de la columnas, llaves primarias, etc. Por ejemplo, la Figura 6.24 muestra la definición de la tabla Delito usando las anotaciones correspondientes. Luego, se define una interfaz DelitoDao donde se especifican las consultas que se van a llevar a cabo sobre la tabla Delito (véase la Figura 6.25 para ejemplo).

```
@Entity
public class Delito {
    @PrimaryKey
    private int id;

    @ColumnInfo(name = "categoriaID")
    private int categoriaID;

    @ColumnInfo(name = "legislacion")
    private String legislacion;

    @ColumnInfo(name = "descripcion")
    private String descripcion;

    public Delito(int id, int categoriaID, String legislacion, String descripcion) {...}

    public int getId() { return id; }

    public void setId(int id) { this.id = id; }

    public int getCategoriaID() { return categoriaID; }

    public void setCategoriaID(int categoriaID) { this.categoriaID = categoriaID; }

    public String getLegislacion() { return legislacion; }

    public void setLegislacion(String legislacion) { this.legislacion = legislacion; }

    public String getDescripcion() { return descripcion; }

    public void setDescripcion(String descripcion) { this.descripcion = descripcion; }
}
```

Figura 6.24: La clase Delito que permite modificar y leer una fila de la tabla con el mismo nombre.

```

@Dao
public interface DelitoDao {
    @Query("SELECT * FROM delito")
    List<Delito> getAll();

    @Insert
    void insertAll(Delito... delitos);

    @Update
    void updateUsers(Delito... delitos);

    @Delete
    void delete(Delito delito);

    @Query("DELETE FROM delito")
    void deleteAll();

    @Query("SELECT count(*) FROM delito WHERE categoriaId < :categoriaId")
    int getDelitoOffset(int categoriaId);

    @Query("SELECT categoriaId FROM delito WHERE id = :delitoId")
    int getCategoria(int delitoId);
}

```

Figura 6.25: La interfaz DelitoDao, en donde se declaran las consultas que se llevarán a cabo sobre la tabla Delito.

6.5.3 La Base de Datos en el Servidor

La base de datos en el servidor es de MongoDB, un motor NoSQL especializado en documentos, es decir, datos semi-estructurados que permiten campos variables en los registros. Esta decisión se tomó para facilitar cambios en los datos guardados en el futuro, ya que esto permite mayor flexibilidad, e incluso sería útil para permitir el uso de esta aplicación en distintas zonas geográficas o incluso otros países. Por otro lado, la base de datos MongoDB es el motor NoSQL más popular y tiene alto rendimiento para altas cargas de trabajo. Para la implementación del prototipo, se creó un cluster de MongoDB Atlas lo cual opera sobre la nube de Amazon Web Services, como se puede observar en la Figura 6.26.

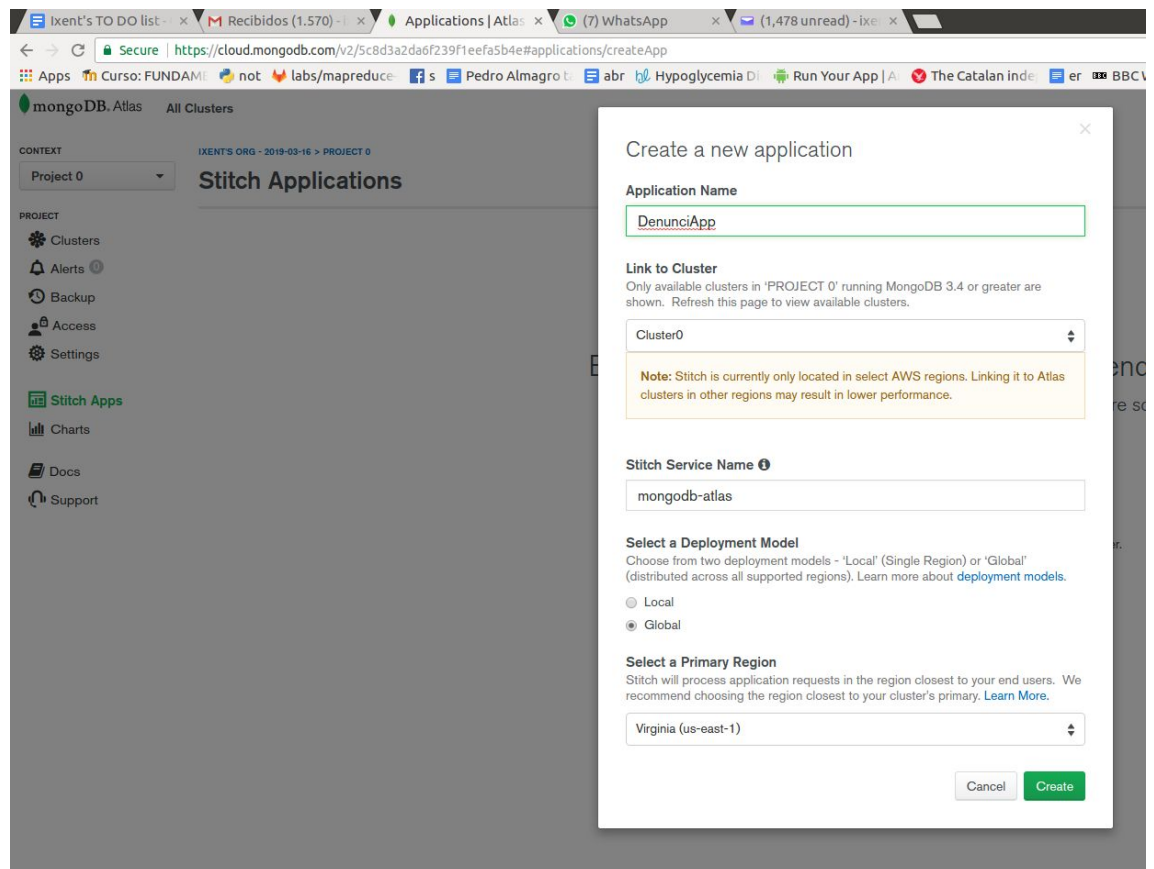


Figura 6.26: Creación de cluster de MongoDB Atlas sobre Amazon Web Services.

Para acceder a MongoDB se utiliza la librería `com.mongodb.stitch` la cual permite persistir un objeto de Java directamente a MongoDB. La Figura 6.27 muestra el código Java para grabar una denuncia digital. El objeto `newDoc` es una tabla hash que permite registrar las propiedades de la denuncia; con el comando `coll.insertOne` se agrega un nuevo registro a la colección de documentos de la base de datos MongoDB.

```

newDoc.put("denuncia_id", DenunciaState.getDenunciaID());
newDoc.put("ciudadano_id", 1);
newDoc.put("autoridad_id", 1);
newDoc.put("delito_id", DenunciaState.getDelitoID());
newDoc.put("fecha", DenunciaState.getFecha().toString());
newDoc.put("hora", DenunciaState.getHora().toString());
newDoc.put("latitude", DenunciaState.getUbicacion().latitude);
newDoc.put("longitude", DenunciaState.getUbicacion().longitude);
newDoc.put("photo", photoURIStr);

newDoc.put("video", videoURIStr);
newDoc.put("description", DenunciaState.getDescription());

return coll.insertOne(newDoc);

```

Figura 6.27: Código fuente Java para agregar los datos de la denuncia digital.

6.6 Pruebas

El emulador de Android permite a los desarrolladores probar sus aplicaciones de forma integrada en el computador donde se lleva a cabo el desarrollo usando Android Studio (Android, s.f.). El emulador de Android puede simular, mediante software, diversos dispositivos y versiones de la API de Android sin que sea necesario probarlo físicamente en cada dispositivo. El emulador simula casi todas las funciones de un dispositivo verdadero, incluyendo llamadas telefónicas entrantes, mensajes de texto SMS entrantes, especificación de la ubicación del dispositivo, distintas velocidades de la red móvil, rotación del dispositivo, y afectación a otros tipos de sensores (Android, s.f.). También tiene la importante ventaja de permitir la realización de pruebas de una forma más rápida de que si se utilizara un dispositivo real, dado que desde Android Studio se puede transferir datos al emulador a una mayor velocidad que por USB (Android, s.f.). Por los motivos anteriormente expuestos, para el prototipo en desarrollo se opta por realizar la mayoría de las pruebas usando el emulador de Android, aunque también se lleva a cabo unas pruebas de integración usando un Motorola Moto 4G Turbo y un Huawei Mate 10 Lite.

6.6.1 Pruebas Unitarias

Las pruebas unitarias realizan pruebas sobre software a la menor granularidad posible. Estas se aplican sobre unidades del programa, lo cual son el componente con menor tamaño que tiene entradas y salidas (es decir, a nivel de Java, sería a nivel de los métodos de una clase). Durante el desarrollo del prototipo se llevaron a cabo pruebas unitarias de forma continua, lo cual es habitual en metodologías de desarrollo de software como, por ejemplo, la metodología ágil (Pressman, 2010).

6.6.2 Pruebas de Integración

Las pruebas de integración consisten en combinar las unidades para probarlas en grupo. El objetivo de este nivel de pruebas es validar que los diferentes componentes funcionan juntos correctamente (Pressman, 2010). Durante el desarrollo del prototipo se llevaron a cabo pruebas de integración para los casos de uso **Denunciar Delito Ambiental** y **Solicitar Informe Denuncias Enviadas**, que corresponden al usuario Ciudadano, y **Solicitar Informe Denuncias Recibidas**, que corresponden a los usuario Autoridad Ambiental y Veedor Ambiental. La pruebas se llevaron a cabo inicialmente con el emulador de Android para diversas plataformas, y posteriormente utilizando teléfonos físicos conectados a Android Studio a través de un cable USB.

7. RESULTADOS

En este capítulo se realiza la evaluación del proyecto realizado, en dónde se contrastan los resultados obtenidos con los objetivos específicos anteriormente anunciados, y corresponde a la etapa cinco del ciclo de vida propuesto por Stair & Reynolds (2016).

Objetivo específico 1: Caracterizar el problema de los delitos ambientales en el Cañón del Combeima (Tolima) y plantear una posible solución.

Para realizar este objetivo se llevó a cabo un barrido de los artículos de la prensa local y regional, y varias visitas de campo a la región de interés. Durante estas visitas de campo se realizó un registro fotográfico y se llevaron a cabo varias entrevistas con habitantes de la zona y personas involucradas con el medio ambiente en la zona. La caracterización de los delitos ambientales del Cañón y la propuesta de la solución (una aplicación para teléfonos móviles) se presenta en el Capítulo 1 del presente trabajo.

Objetivo específico 2: Llevar a cabo el análisis pertinente de esta solución, con el fin de identificar los actores involucrados, población beneficiada, soluciones existentes, impacto y alcance esperado, aspectos legales y posibles patrocinadores.

Para realizar este objetivo se llevó a cabo un análisis de la información recolectada en el paso anterior. Los resultados de este objetivo específico se evidencian principalmente en los Capítulos 4 y 5 del presente trabajo:

- La Sección 5.3 identifica los actores involucrados;
- La Sección 4.1 describe la población beneficiada;
- La Sección 5.1 describe las soluciones existentes y sus limitaciones;
- La Sección 4.4 presenta el impacto y alcance esperado del trabajo.

En el Anexo 4 se discute la viabilidad relacionada con los aspectos legales de este proyecto.

Objetivo específico 3: Diseñar los casos de uso que surgen a partir de la solución planteada, con sus interfaces de usuario adecuadas para realizar la actividad en cuestión.

Para realizar este objetivo se identificaron los requerimientos funcionales y no funcionales que debería exhibir la solución, y se diseñaron los casos de uso correspondientes. Estos aspectos se pueden ver en las secciones 6.1 y 6.2 de este trabajo.

Objetivo específico 4: Diseñar el modelo de la base de datos correspondiente, que permitirá la persistencia de la información registrada.

Para realizar este objetivo, se identificaron los datos necesarios para registrar una denuncia digital y soportar la lógica de DenunciApp. El esquema relacional que se generó como resultado de este ejercicio se muestra en las Figuras 6.14 y 6.15 de la Sección 6.3.2.

Objetivo específico 5: Diseñar la arquitectura que permitirá el registro de denuncias de delitos ambientales desde la aplicación móvil a la base de datos en la nube.

El diagrama con la arquitectura basada en el paradigma Cliente-Servidor está en la Figura 6.13 de la Sección 6.3.1.

Objetivo específico 6: Construir un prototipo en la plataforma Android para los casos de uso relacionados con los actores Ciudadano y Autoridad Ambiental.

Este prototipo se desarrolló usando Android Studio 3.5 y sus componentes se describen en la Sección 6.4.

Objetivo específico 7: Evaluación del sistema implementado.

El presente capítulo de esta tesis realiza una evaluación de la solución propuesta.

8. CONCLUSIONES

En este documento se ha presentado el diseño e implementación del prototipo de una App para teléfonos celulares denominada DenunciApp que tiene como objetivo final reducir la tasa de deterioro ambiental en el Cañón del Combeima (Tolima). Esta aplicación permite al ciudadano que sea testigo de un delito ambiental reportarlo mediante su teléfono celular de forma fácil y segura. En la implementación actual, mediante una interfaz amigable al usuario, el ciudadano selecciona las características del delito que ha observado, y puede anexar evidencias multimedia para que actúen como soporte para la denuncia. El ciudadano posteriormente debe añadir un texto de descripción y lo envía a la Autoridad Ambiental. Cuando el caso es cerrado la Autoridad Ambiental envía una respuesta al ciudadano que hizo la denuncia informando de su resolución. Los veedores ambientales también tienen acceso para hacerle seguimiento a los delitos ambientales de la zona, para poder planear de mejor manera sus campaña de incidencia y pedagogía.

9. RECOMENDACIONES Y TRABAJOS FUTUROS

A finales del 2018, el mercado de sistemas operativos para teléfonos celulares estaba dominado por dos participantes: Android con el 88% del mercado, y iOS con el 11.9% (Statista, 2018). A finales del 2019, la situación no ha cambiado significativamente. Con el objetivo de poder abarcar todo el mercado, se propone desarrollar esta aplicación para ambos sistemas operativos presentes en el mercado. Para ello, se propone el uso de un framework como Ionic React¹³, que permite tener una sólo base de código para todas la plataformas de celular, en lugar de Android Studio.

Por otro lado, es importante considerar los pasos necesarios para pasar de un prototipo que tiene como propósito ser una prueba de concepto para atraer patrocinio a un sistema en producción completamente desarrollado. Un sistema que se va usar en un contexto de producción necesita implementar todos los requerimientos funcionales descritos en la Sección 6.1.1, incluyendo los que son para usuarios administradores. Los requerimientos no funcionales descritos en la Sección 6.2.2 también necesitan ser cumplidos plenamente. Por ejemplo, la aplicación debe brindar las más altas garantías de seguridad, dado que maneja información confidencial, y requiere una serie de pruebas rigurosas para verificar que el sistema funcione correctamente, incluso cuando se presentan situaciones muy inesperadas.

La escalabilidad también es una importante consideración. Se vuelve necesario anticipar la fluctuaciones en el número de usuarios, lo cual a su vez implica que se debe tener la posibilidad de adquirir disponibles recursos computacionales de acuerdo a la demanda esperada. Se puede pensar que una plataforma de computación distribuida como la nube, que tiene la característica crecer o decrecer de forma elástica de acuerdo a la demanda, sería adecuada para este tipo de aplicación.

¹³ <https://ionicframework.com/>

Una vez la aplicación haya tenido buena aceptación en el Cañón del Combeima, también se puede pensar en extenderla a nivel regional e incluso nacional. Teniendo en cuenta que esta App tiene aplicabilidad bastante general, incluso se podría pensar en parametrizarla con delitos que no son de índole ambiental, o con legislación de otros países, debido a que la flexibilidad del diseño de la App significa que solamente sería necesario cargar la base de datos con otro conjunto de delitos para que se pueda usar en un contexto completamente diferente.

10. BIBLIOGRAFÍA

Alghabban, W. & Aljohani, D. & Batarfi, O. (2015). *Reputation Agent: an Approach for Unstructured P2P Reputation*. Sylwan. 158. 31.

Alcaldía de Ibagué (18 may 2017). *Alcaldía busca reforestar 24.000 hectáreas del Cañón del Combeima con ayuda de Holanda*. Extraído el 20 mayo 2019 de <https://www.ibague.gov.co/portal/seccion/noticias/index.php?idnt=2910>.

Android (s.f.). *Run apps on the Android Emulator*. Extraído el 2 diciembre 2019 de <https://developer.android.com/studio/run/emulator>

Banas, D (5 nov 2012). *UML 2.0 Tutorial*. Extraído el 20 mayo 2017 de <https://www.youtube.com/watch?v=OkC7HKtiZC0>.

BBC London News (22 nov 2018). *Self Evident App Suspended*. Extraído el 20 mayo 2017 de <https://www.youtube.com/watch?v=P10Kiga4QZ8>.

Becker, E. (23 abril 2013) *Is Tourism the Most Destructive Enterprise? Tourism explodes with globalization, enriching lives but destroying nature and culture*. YaleGlobal. Extraído el 20 mayo 2017 de <http://yaleglobal.yale.edu/content/tourism-most-destructive-enterprise>.

Business Analysis Excellence Pty Ltd. (7 ene 2014). *How to draw a UML Use Case Diagram*. Extraído el 20 mayo 2017 de <https://www.youtube.com/watch?v=UzprPX82Nac>.

Centro de Información Municipal para la Planeación Participativa - CIMPP (2019). *Recogen más de 500 kilos de basura en el Nevado del Tolima*. Extraído el 20 mayo 2019 desde <https://cimpp.ibague.gov.co/Portfolio/recogen-mas-500-kilos-basura-nevado-del-tolima-canon-del-combeima/>.

Colombia Solidarity Campaign (2014). *La Colosa: Una Muerte Anunciada. Informe alternativo acerca del proyecto de minería de oro de AngloGold Ashanti en Cajamarca, Tolima*. Ibagué: Universidad del Tolima.

Congreso de Colombia. (29 de julio de 2016). *Código Nacional de Policía y Convivencia*. [Ley 1801 de 2016].

Congreso de Colombia. (6 de enero de 2016). *Por Medio de la Cual se Modifican el Código Civil, la Ley 84 De 1989, el Código Penal, el Código de Procedimiento Penal y se Dictan Otras Disposiciones*. [Ley 1774 de 2016].

Constitución Política de Colombia [Const.] (1991) 2ds Ed Legis.

Cortolima (27 mar 2015). *La cruz del Águila Cuaresmera y de otras especies amenazadas en el Tolima*. Extraído el 20 mayo 2019 desde <https://cortolima.gov.co/boletines-prensa/cruz-guila-cuaresmera-otras-especies-amenazadas-tolima>.

DANE (2010). *Boletín Censo General 2010 Perfil Ibagué Colombia*. Extraído el 20 mayo 2017 desde https://www.dane.gov.co/files/censo2005/PERFIL_PDF_CG2005/73001T7T000.PDF

DiCaprio, L. (productor), Connors, N. & Petersen, L.C. (directores). (2007) *The 11th Hour* [documental]. E.E.U.U: Warner Independent Pictures.

Dydzynski, K. (1997). *Colombia - A Travel survival kit*. Hawthorn, Australia: Lonely Planet Publications.

Galpin, I. (2016) *Trabajo Comunitario: Introducción y Diagnóstico*. Bogotá. Universidad Santo Tomás.

El Colombiano (2016, Agosto 16). *99% de los delitos quedan en la impunidad: Fiscal*. El Colombiano. Extraído el 20 mayo 2017 desde <http://www.elcolombiano.com/colombia/99-de-los-delitos-quedan-en-la-impunidad-fiscal-JI4785092>

Hernández Sampieri, R.; Collado F., C.; Baptista L., Pilar. (1997). *Metodología de la Investigación*. México: Mc Graw Hill

IDC (2017). *Smartphone OS Market Share, 2017, Q1*. Extraído el 20 noviembre 2017 de <https://www.idc.com/promo/smartphone-market-share/os>

Microsoft Azure (s.f.). *¿Qué es informática elástica o la elasticidad de la nube?* Extraído el 20 noviembre 2019 de <https://azure.microsoft.com/es-es/overview/what-is-elastic-computing/>.

Nebel, B. J., & Wright, R. T. (1993). *Environmental science: the way the world works*. Prentice Hall Professional.

Papa Francesco (2015). *Carta Encíclica Laudato Sí del Santo Padre Francisco sobre el Cuidado de la Casa Común*. Extraído el 20 noviembre 2019 de http://w2.vatican.va/content/dam/francesco/pdf/encyclicals/documents/papa-francesco_20150524_enciclica-laudato-si_sp.pdf.

PACC (2019). *Portal Ambiental del Cañón del Combeima*. Extraído el 15 noviembre 2019 de <http://cañondelcombeima.com>.

Pressman, R. (2010). *Ingeniería del Software*. México D.F: McGraw-Hill.

RAE (s.f.). *Diccionario de la Lengua Española*. Extraído el 20 noviembre 2019 de <https://dle.rae.es/derecho> y <https://dle.rae.es/denunciar>.

rmb1905 (9 marzo 2009). A Use Case Diagram for an ATM. Extraído el 20 mayo 2017 de <https://www.youtube.com/watch?v=SmcBTsPsblY&t=2s>

Rojas, L. M. (s.f.). *Macroinvertebrados acuáticos como indicadores biológicos del estado de la cuenca del Río Combeima Tolima*. Extraído el 20 mayo 2017 desde <http://www.monografias.com/trabajos82/macroinvertebrados-rio-combeima/macroinvertebrados-rio-combeima.shtml>

Ruiz, C.P. (2013). *Los jóvenes rurales desde su propia voz, las veredas El Retiro Resbalón y la Plata el Brillante, corregimiento de Villarestrepo del municipio de Ibagué, departamento del Tolima*. Tesis de Maestría, Pontificia Universidad Javeriana. Extraído el 20 mayo 2017 de <http://repository.javeriana.edu.co/bitstream/10554/12397/1/RuizCastiblancoClaudiaPatricia2013.pdf>

Stair, R.M. & Reynolds, G.W. (2016). *Fundamentals of Information Systems*. Cengage Learning.

Statista (2018). *Global mobile OS market share in sales to end users from 1st quarter 2009 to 2nd quarter 2018*. Extraído el 2 diciembre 2019 de <https://www.statista.com/statistics/266136/global-market-share-held-by-smartphone-operating-systems/>.

TV (2019). *Travesia Verde*. Extraído el 15 noviembre 2019 de <https://www.travesiaverde.org/>.

Universidad Santo Tomás (2016). *Proyecto Educativo del programa (PEP) de ingeniería en informática*. Bogotá.

Villalobos S., J. A. y Casallas G., R. (2006) *Fundamentos de Programación: Aprendizaje Activo Basado en Casos*. México: Pearson Educación.

Witness Confident (2019). *The Self Evident App*. Extraído el 20 mayo 2019 de <https://witnessconfident.org/>.

ANEXO 1: CARTOGRAFÍA

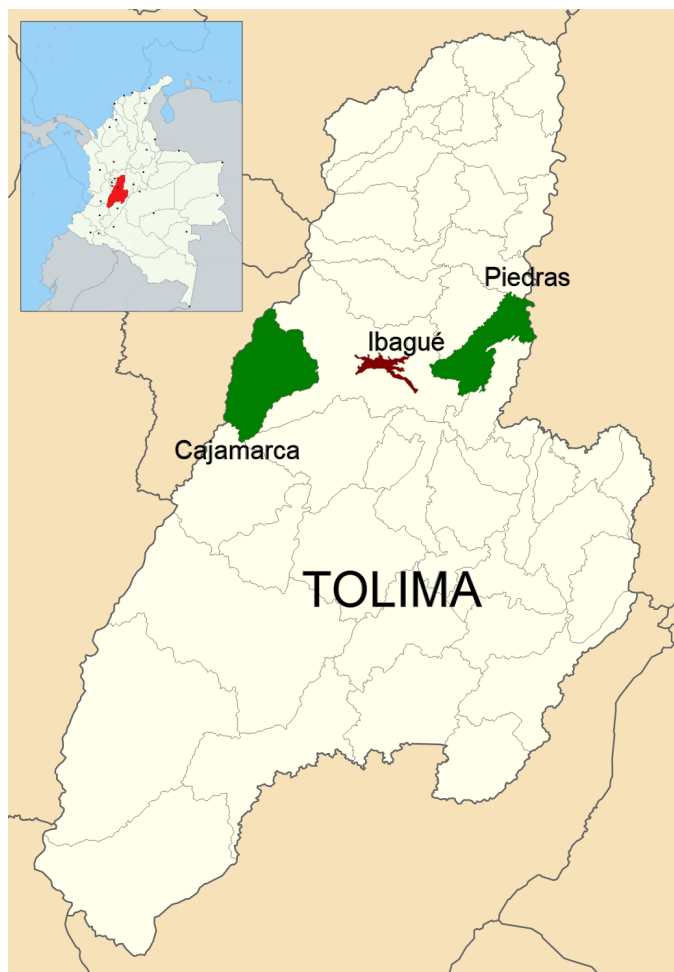


Figura A.1: Ibagué en el contexto departamental y nacional. Fuente: Colombia Solidarity Campaign (2014).

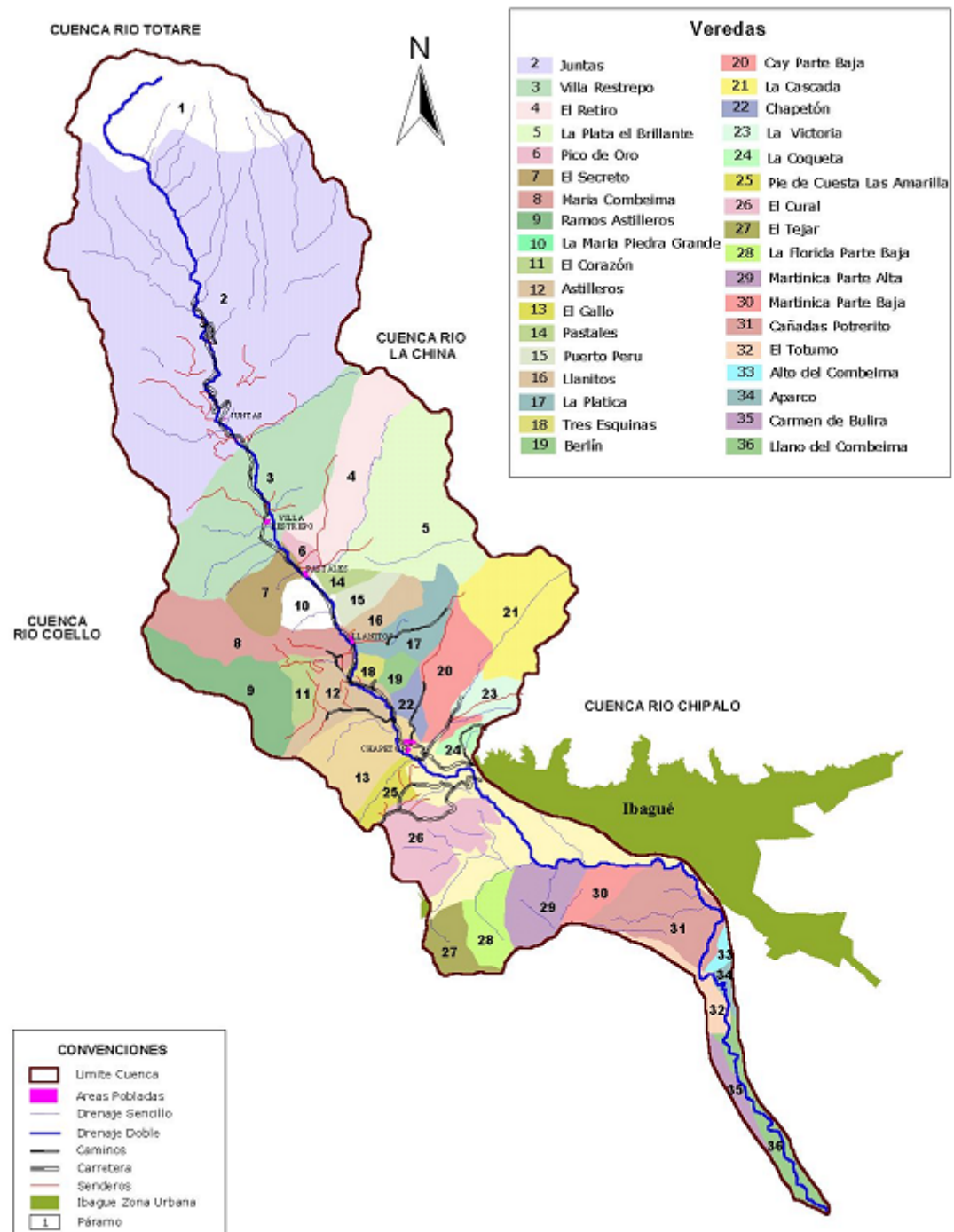


Figura A.2: La Cuenca del Río Combeima y sus Veredas. Fuente: Rojas (s.f.).



Figura A.3: Mapa turístico del Cañón del Combeima.

ANEXO 2: REGISTRO FOTOGRÁFICO DE DELITOS AMBIENTALES

En este Anexo se presenta un registro fotográfico de evidencias de delitos ambientales en el Cañón del Combeima.



Figura B.1: Tala de árboles en el sector de Normandía para ampliar potreros (Foto: Compañeros Montañeros).



Figura B.2: Tala de árboles en el sector de Normandía para ampliar potreros (Foto: Compañeros Montañeros).



Figura B.3: Basura depositada por turistas en el Nevado del Tolima.



Figura B.4: Basura dejada por turistas en el Nevado del Tolima.



Figura B.5: Construcción de auto-denominado “Eco-Hotel” ilegal en bosque primario al lado de la Quebrada La Plata, Pastales.

ANEXO 3: LEGISLACIÓN COLOMBIANA

De acuerdo al estudio realizado por Galpin (2016), en el cual identifican los problemas ambientales que ocurren más frecuentemente en el Cañón del Combeima, en esta sección se consulta la legislación colombiana con el objetivo de identificar la legislación pertinente para estos delitos. La legislación consultada fue:

- Código de Policía (Ley 1801 de 29 julio 2016)
- Ley 1774 de 2016

Esto sondeo permite identificar las siguientes categorías principales de los tipos de delitos existentes:

- Agua
- Animales
- Áreas Protegidas
- Basura
- Flora y Fauna
- Minería
- Quemas
- Urbanismo

Estas categorías serán utilizadas para el menú en que el ciudadano seleccione el delito que desea denunciar. Las tablas que siguen muestran el contenido de cada sub-menú de acuerdo a la categoría escogida. Esta información será almacenada en una base de datos lo cual facilita que se actualice de forma periódica de acuerdo a cambios en la ley.

AGUA

Legislación	Descripción
Código de Policía (Ley 1801 de 29 julio 2016) Artículo 100, numeral 1	Comportamientos contrarios a la preservación del agua. Utilizarla en actividades diferentes a la respectiva autorización ambiental.
Código de Policía (Ley 1801 de 29 julio 2016) Artículo 100, numeral 2	Arrojar sustancias contaminantes, residuos o desechos a los cuerpos de agua.
Código de Policía	Deteriorar, dañar o alterar los cuerpos de agua, zonas de

(Ley 1801 de 29 julio 2016) Artículo 100, numeral 3	ronda hídrica y zonas de manejo y preservación ambiental en cualquier forma.
Código de Policía (Ley 1801 de 29 julio 2016) Artículo 100, numeral 4	Captar agua de las fuentes hídricas sin la autorización de la autoridad ambiental.
Código de Policía (Ley 1801 de 29 julio 2016) Artículo 100, numeral 5	Lavar bienes muebles en el espacio público, vía pública, ríos, canales y quebradas.
Código de Policía (Ley 1801 de 29 julio 2016) Artículo 100, numeral 6	Realizar cualquier actividad en contra de la normatividad sobre conservación y preservación de humedales, y sobre cananguchales y morichales.

ANIMALES

Legislación	Descripción
Código de Policía (Ley 1801 de 29 julio 2016) Artículo 116, numeral 1	Promover, participar y patrocinar actividades de apuestas en cualquier recinto, en donde, de manera presencial, se involucren animales, con excepción a lo previsto en la Ley 84 de 1989.
Código Civil Artículo 655 modificado por la Ley 1774 de 2016, Artículo 3b	Bienestar animal. En el cuidado de los animales, el responsable o tenedor de ellos asegurará como mínimo: 1. Que no sufran hambre ni sed, 2. Que no sufran injustificadamente malestar físico ni dolor; 3. Que no les sean provocadas enfermedades por negligencia o descuido: 4. Que no sean sometidos a condiciones de miedo ni estrés; 5. Que puedan manifestar su comportamiento natural.

ÁREAS PROTEGIDAS

Legislación	Descripción
Código de Policía (Ley 1801 de 29 julio 2016) Artículo 103, numeral 1	Ocupar ilícitamente áreas protegidas, de manera temporal o permanente.
Código de Policía (Ley 1801 de 29 julio 2016) Artículo 103, numeral 2	Suministrar alimentos a la fauna silvestre.
Código de Policía (Ley 1801 de 29 julio 2016) Artículo 103, numeral 3	Alterar elementos naturales como piedras, rocas, peñascos, árboles, con pintura o cualquier otro medio, que genere marcas.
Código de Policía (Ley 1801 de 29 julio 2016) Artículo 103, numeral 4	Transitar con naves o vehículos automotores no autorizados, fuera del horario y ruta establecidos y/o estacionarlos en sitios no señalados para tales fines.
Código de Policía (Ley 1801 de 29 julio 2016) Artículo 103, numeral 10	No usar los recipientes o demás elementos dispuestos para depositar los residuos y desechos sólidos.
Código de Policía (Ley 1801 de 29 julio 2016) Artículo 103, numeral 11	Hacer cualquier clase de fuegos fuera de los sitios o instalaciones en las cuales se autoriza el uso de hornillas o de barbacoas.
Código de Policía (Ley 1801 de 29 julio 2016) Artículo 103, numeral 12	Alterar, modificar o remover señales, avisos o vallas destinados para la administración y funcionamiento de las áreas del Sistema de Parques Nacionales Naturales.

BASURA

Legislación	Descripción
Código de Policía (Ley 1801 de 29 julio 2016) Artículo 100, numeral 2	Arrojar sustancias contaminantes, residuos o desechos a los cuerpos de agua.
Código de Policía (Ley 1801 de 29 julio 2016) Artículo 103, numeral 10	Comportamientos que afectan las áreas protegidas del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP) y áreas de especial importancia ecológica. No usar los recipientes o demás elementos dispuestos para depositar los residuos y desechos sólidos.
Código de Policía (Ley 1801 de 29 julio 2016) Artículo 111, numeral 2	No usar los recipientes o demás elementos dispuestos para depositar la basura.
Código de Policía (Ley 1801 de 29 julio 2016) Artículo 111, numeral 3	Arrojar residuos sólidos y escombros en sitios de uso público, no acordados ni autorizados por autoridad competente.

FLORA Y FAUNA

Legislación	Descripción
Código de Policía (Ley 1801 de 29 julio 2016) Artículo 101, numeral 1	Colectar, aprovechar, mantener, tener, transportar, introducir, comercializar, o poseer especies de fauna silvestre (viva o muerta) o sus partes, sin la respectiva autorización ambiental.
Código de Policía (Ley 1801 de 29 julio 2016) Artículo 101, numeral 2	Aprovechar, recolectar, almacenar, extraer, introducir, mantener, quemar, talar, transportar o comercializar especies de flora silvestre, o sus productos o subproductos, sin la respectiva autorización de la autoridad competente.

Código de Policía (Ley 1801 de 29 julio 2016) Artículo 101, numeral 3	Movilizar maderas sin el respectivo salvoconducto único de movilización o guía de movilización.
Código de Policía (Ley 1801 de 29 julio 2016) Artículo 101, numeral 5	Talar, procesar, aprovechar, transportar, transformar, comercializar o distribuir especies o subproductos de flora silvestre de los parques nacionales o regionales naturales, salvo lo dispuesto para las comunidades en el respectivo instrumento de planificación del parque.
Código de Policía (Ley 1801 de 29 julio 2016) Artículo 101, numeral 6	La caza o pesca industrial sin permiso de autoridad competente.
Código de Policía (Ley 1801 de 29 julio 2016) Artículo 101, numeral 7	Contaminar o envenenar recursos fáunicos, forestales o hidrobiológicos.
Código de Policía (Ley 1801 de 29 julio 2016) Artículo 101, numeral 8	Experimentar, alterar, mutilar, manipular las especies silvestres sin el permiso de autoridad ambiental competente.
Código de Policía (Ley 1801 de 29 julio 2016) Artículo 101, numeral 9	Violar los reglamentos establecidos para los períodos de veda en materia de caza y pesca.
Código de Policía (Ley 1801 de 29 julio 2016) Artículo 101, numeral 10	Tener animales silvestres en calidad de mascotas.

MINERÍA

Legislación	Descripción
-------------	-------------

Código de Policía (Ley 1801 de 29 julio 2016) Artículo 105, numeral 1	Desarrollar actividades mineras de exploración, explotación, o minería de subsistencia o barequeo en bocatomas y áreas declaradas y delimitadas como excluibles de la minería tales como parques nacionales naturales, parques naturales regionales, zonas de reserva forestal protectora, páramos y humedales RAMSAR.
Código de Policía (Ley 1801 de 29 julio 2016) Artículo 105, numeral 2	Realizar exploraciones y explotaciones mineras sin el amparo de un título minero debidamente inscrito en el registro minero nacional, autorizaciones temporales, solicitudes de legalización, declaratoria de área de reserva especial, subcontratos de formalización o contrato de operación minera y sin la obtención de las autorizaciones ambientales necesarias para su ejecución.
Código de Policía (Ley 1801 de 29 julio 2016) Artículo 105, numeral 5	Realizar explotaciones mineras sin contar con licencia ambiental o su equivalente, de conformidad con la normativa vigente.
Código de Policía (Ley 1801 de 29 julio 2016) Artículo 105, numeral 14	Beneficiar oro en zonas de uso residencial, comercial, institucional o recreativo.

QUEMAS

Legislación	Descripción
Código de Policía (Ley 1801 de 29 julio 2016) Artículo 30, numeral 5	Realizar quemas o incendios que afecten la convivencia en cualquier lugar público o privado o en sitios prohibidos.
Código de Policía (Ley 1801 de 29 julio 2016) Artículo 103,	Comportamientos que afectan las áreas protegidas del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP) y áreas de especial importancia ecológica. Hacer cualquier clase de fuegos fuera de los sitios o instalaciones en las

numeral 11	cuales se autoriza el uso de hornillas o de barbacoas.
------------	--

RUIDO

Legislación	Descripción
Código de Policía (Ley 1801 de 29 julio 2016) Artículo 33, numeral 1a	En el vecindario o lugar de habitación urbana o rural: Comportamientos que afectan la tranquilidad y relaciones respetuosas de las personas. En el vecindario o lugar de habitación urbana o rural: Perturbar o permitir que se afecte el sosiego con sonidos o ruidos en actividades, fiestas, reuniones o eventos similares que afecten la convivencia del vecindario, cuando generen molestia por su impacto auditivo, en cuyo caso podrán las autoridades de policía desactivar temporalmente la fuente del ruido, en caso de que el residente se niegue a desactivarlo.

URBANISMO

Legislación	Descripción
Código de Policía (Ley 1801 de 29 julio 2016) Artículo 135, numeral A	Los siguientes comportamientos, relacionados con bienes inmuebles de particulares, bienes fiscales, bienes de uso público y el espacio público, son contrarios a la convivencia pues afectan la integridad urbanística y por lo tanto no deben realizarse, según la modalidad señalada: A) Parcelar, urbanizar, demoler, intervenir o construir: 1. En áreas protegidas o afectadas por el plan vial o de infraestructura de servicios públicos domiciliarios, y las destinadas a equipamientos públicos. 2. Con desconocimiento a lo preceptuado en la licencia. 3. En bienes de uso público y terrenos afectados al espacio público. 4. En terrenos aptos para estas actuaciones, sin licencia o cuando esta hubiere caducado.
Código de Policía (Ley 1801 de 29 julio 2016) Artículo 135, numeral B	Los siguientes comportamientos, relacionados con bienes inmuebles de particulares, bienes fiscales, bienes de uso público y el espacio público, son contrarios a la convivencia pues afectan la integridad urbanística y por lo tanto no deben realizarse, según la modalidad señalada: B) Actuaciones en los inmuebles declarados de conservación

	e interés cultural, histórico, urbanístico, paisajístico y arquitectónico: 5. Demoler sin previa autorización o licencia. 6. Intervenir o modificar sin la licencia. 7. Incumplir las obligaciones para su adecuada conservación. 8. Realizar acciones que puedan generar impactos negativos en el bien de interés cultural, tales como intervenciones estructurales, arquitectónicas, adecuaciones funcionales, intervenciones en las zonas de influencia y/o en los contextos del inmueble que puedan afectar las características y los valores culturales por los cuales los inmuebles se declararon como bien de interés cultural.
--	--

ANEXO 4: ASPECTOS ADMINISTRATIVOS

CRONOGRAMA

En las Figuras D.1 y D.2 se muestra el cronograma para las actividades contempladas para la realización del presente proyecto, que se ejecuta a lo largo de dos semestres.

Tarea	Semana															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Caracterizar el problema de los delitos ambientales en el Cañón del Combeima (Tolima) y plantear una posible solución																
Llevar a cabo el análisis pertinente de esta solución, con el fin de identificar los actores involucrados, población beneficiada, soluciones existentes, impacto y alcance esperado, aspectos legales y posibles patrocinadores.																
Diseñar los casos de uso que surgen a partir de la solución planteada, con sus interfaces de usuario adecuadas para realizar la actividad en cuestión																
Diseñar el modelo de la base de datos correspondiente, que permitirá la persistencia de la información registrada.																
Incorporar la flexibilidad en el diseño, de tal forma que esta App se pueda utilizar en otras partes del país (e incluso, en otros países del mundo) con un mínimo de esfuerzo en términos de desarrollo de software.																

Figura D.1: Actividades programadas para el primer semestre del proyecto (Semanas 1-16).

Tarea	Semana															
	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
Implementación de un prototipo en la plataforma Android para los casos de uso relacionados con los actores Ciudadano y Autoridad Ambiental.																
Realizar pruebas del software																
Redacción de la tesis																
Sustentación y socialización																

Figura D.2: Actividades programadas para el segundo semestre del proyecto (Semanas 17-32).

PRESUPUESTO

El presupuesto tiene en cuenta gastos de carácter fijo que se perciben una sola vez a lo largo del proyecto, y gastos variables que se perciben de acuerdo al número de unidades requeridas para el proyecto. Los gastos fijos contemplados en este caso son, en pesos colombianos (COP), son:

- 4'500.000 COP para un equipo portátil de alta gama.
- 1'000.000 COP para un teléfono Android

Total de gastos fijos: **5'500.000 COP**

No se contemplan gastos de software debido a que la totalidad del software utilizado es gratuito. Esto incluye el sistema operativo del portátil de alta gama que es Linux.

Para los gastos variables se asumen los siguientes valores unitarios:

- Hora del analista de negocios: 100.000 COP
- Hora del desarrollador de software: 100.000 KCOP
- Viaje ida y regreso Bogotá-Ibagué-Bogotá: 350.000 COP
- Viaticos para viaje a Ibague por dia: 150.000 COP

En las Figuras D.3 y D.4 se presentan los gastos variables estimados para la duración del proyecto de dos semestres.

Rubro	Semana															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Personal - Analista de negocios	80 0	80 0	80 0	80 0	80 0	80 0	80 0	80 0	80 0	80 0	80 0	80 0	80 0	80 0	80 0	80 0
Personal - Desarrollador de software																
Viajes - Viáticos	15 0	15 0	15 0	15 0												
Viajes - Transporte	35 0	35 0	35 0	35 0												
Internet	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Gastos Generales	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Total Semana	13 80	13 30	13 30	13 30	83 0	83 0	83 0	83 0	83 0	83 0	83 0	83 0	83 0	83 0	83 0	83 0

Figura D.3: Gastos Variables para las semanas 1 a 16 (valores en miles de pesos colombianos).

Tarea	Semana															
	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
Personal - Analista de negocios								40 0	40 0	40 0	40 0	40 0	80 0	80 0	80 0	80 0
Personal - Desarrollador de software	80 0	80 0	80 0	80 0	80 0	80 0	80 0	40 0	40 0	40 0	40 0	40 0				
Viajes - Viáticos																
Viajes - Transporte																
Internet	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Gastos Generales	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Total Semana	88 0	88 0	88 0	88 0	88 0	88 0	88 0	88 0	88 0	88 0	88 0	88 0	88 0	88 0	88 0	88 0

Figura D.4: Gastos Variables para las semanas 17 a 32 (valores en miles de pesos colombianos).

Rubro	Total (KCOP)
Personal - Analista de negocios	18000
Personal - Desarrollador de software	7600
Viajes - Viáticos	600
Viajes - Transporte	1400
Internet	960
Gastos Generales	1600
Todos	30160

Figura D.5: Los totales para cada rubro de los gastos variables a lo largo del proyecto.

La Figura D.5 muestra los totales para cada rubro de los gastos variables a lo largo del proyecto. El total de los gastos variables es 30'160.000 COP.

Sumando el total de los gastos fijos y los gastos variables, se obtiene el presupuesto total del proyecto:

Gastos fijos (5'500.000 COP) + gastos variables (30'160.000 COP) = <u>35'660.000 COP</u>
--

ESTUDIO DE VIABILIDAD

Viabilidad Técnica. En la actualidad, la mayoría de los ciudadanos poseen un *smartphone* o teléfono inteligente con la capacidad de ser utilizado para denunciar delitos ambientales, con fotos o vídeos de evidencia, tomar ubicación con GPS integrado, y enviar estos datos por Internet. Aunque existen zonas del Cañón del Combeima que no tienen cobertura celular, en estos casos es razonable que la aplicación propuesta posponga el envío de la denuncia hasta lograr una conexión adecuada a Internet, la cual puede ser usando la red celular o redes WiFi. En la actualidad, es viable usar bases de datos en nubes como Amazon Web Services o Microsoft Azure para guardar la información de las denuncias de forma persistente.

Viabilidad Legal. El nuevo Código de la Policía estipula que está permitido filmar a la policía usando un celular, así que las pruebas audiovisuales (fotos, audios, videos) son elementos que pueden ser tenidos en cuenta por la legislación colombiana, siempre y cuando estas no hayan sido editadas o modificadas de alguna forma. La página <https://www.policia.gov.co/proteccion-ambiental/reportar-afectaciones-ambientales> también es una indicación de este hecho, ya que el usuario de la página web es invitado a subir evidencias en diversos formatos de multimedia.

Viabilidad Económica. El presupuesto para la realización de un prototipo de software es de 36'000.000 COP. Para un software robusto para su utilización en producción, es probable que se requiera una inversión adicional en el orden de 100'000.000 COP. Anualmente, las autoridades ambientales del Tolima invierten miles de millones de pesos en la protección del medio ambiente. Por ejemplo, en el 2016 se realizó una inversión en el marco del proyecto “Bosques de Paz” para la reforestación de sectores del Cañón del Combeima y el Nevado del Tolima con un monto total de 2.180 millones de pesos colombianos (Alcaldía, 2017). Esto evidencia que existen recursos para la protección del medio ambiente que se podrían destinar para el desarrollo y operación de esta aplicación móvil.

Viabilidad Política. La viabilidad política de un proyecto es independiente de su rentabilidad. En este caso, la viabilidad política depende de la voluntad de las autoridades ambientales, quienes son los que determinarían si están de acuerdo con la implementación del proyecto. Se espera que el prototipo de la aplicación sería una forma contundente de vender el proyecto a las partes interesadas.