

## **DESARROLLO DE UN APLICATIVO MÓVIL PARA INTEGRAR PROCESOS DE ESTIMACIÓN DE PRODUCCIÓN EN LOTES DE CAFÉ**

Se dispone la siguiente nota por solicitud directa de CENICAFÉ.

NOTA ACLARATORIA: La información presentada en este informe es de carácter confidencial y pertenece a la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, dicha información no podrá ser publicada por entidades o personas diferentes a las mencionadas en este párrafo, al igual, no podrá ser divulgada en eventos tales como escritos, exposiciones, seminarios, entre otros, por fuera de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Este informe es de carácter informativo, para cumplir con los lineamientos de la practica realizada por el estudiante Sebastián Bravo Casanova durante el tiempo de su práctica, comprendido entre febrero/2017 y febrero/2018 en el Centro Nacional de Investigaciones de Café – CENICAFÉ.

**SEBASTIAN BRAVO CASANOVA**



COLCIENCIAS



**UNIVERSIDAD DE MANIZALES  
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA  
INGENIERIA DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES  
MANIZALES  
ENERO DE 2018**

## **DESARROLLO DE UN APLICATIVO MÓVIL PARA INTEGRAR PROCESOS DE ESTIMACIÓN DE PRODUCCIÓN EN LOTES DE CAFÉ**

Se dispone la siguiente nota por solicitud directa de CENICAFÉ.

NOTA ACLARATORIA: La información presentada en este informe es de carácter confidencial y pertenece a la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, dicha información no podrá ser publicada por entidades o personas diferentes a las mencionadas en este párrafo, al igual, no podrá ser divulgada en eventos tales como escritos, exposiciones, seminarios, entre otros, por fuera de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Este informe es de carácter informativo, para cumplir con los lineamientos de la practica realizada por el estudiante Sebastián Bravo Casanova durante el tiempo de su práctica, comprendido entre febrero/2017 y febrero/2018 en el Centro Nacional de Investigaciones de Café – CENICAFÉ.

**SEBASTIAN BRAVO CASANOVA**

Trabajo de Grado presentado como opción parcial para optar al título de Ingeniero de sistemas y telecomunicaciones

Presidente

**ALEJANDRO CARDONA VALENCIA**

Director de programa Ingeniería de sistemas y telecomunicaciones

**UNIVERSIDAD DE MANIZALES  
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA  
INGENIERÍA DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES  
MANIZALES  
ENERO DE 2018**

## **AGRADECIMIENTOS**

Los autores expresan sus agradecimientos a:

Paula Jimena Ramos, Ingeniera Electrónica, Jefe de proyecto en CENICAFÉ, desarrollo sistema digital de identificación de frutos en ramas de café por estado de maduración

Álvaro Guerrero, Ingeniero Electrónico y Electricista, Asistente de investigación en CENICAFÉ, creación de mapas de producción de alta resolución.

Carlos Mario Muñoz, Estudiante de Maestría, Practicante de maestría en CENICAFÉ, desarrollo la aplicación móvil en su fase inicial.

Jorge Hernán Franco, Coordinador de Practica Ingeniería de Sistemas Universidad de Manizales, Tutor revisor de proyecto.

Alejandro Cardona Valencia, Director de programa de Ingeniería de Sistemas Universidad de Manizales, Presidente de la propuesta de proyecto.

## CRÉDITOS

Las personas que participaron en este proyecto fueron las siguientes:

<b>NOMBRE COMPLETO</b>	<b>FUNCIÓN EN EL PROYECTO</b>	<b>DIRECCIÓN DE CONTACTO</b>	<b>CORREO ELECTRÓNICO</b>
Sebastian Bravo Casanova	Autor	Calle 16 B # 10-21	sebastianbravo3@hotmail.com
Paula Jimena Ramos Giraldo	Jefe de proyecto en CENICAFÉ	CENICAFÉ	pjramg@gmail.com
Álvaro Guerrero Aguirre	Asistente Investigación del proyecto en CENICAFÉ	CENICAFÉ	aguerreroa@unal.edu.co
Carlos Mario Muñoz	Desarrollador primera versión aplicativo móvil	Universidad Nacional Bogotá	jozef.lxt@gmail.com
Jorge Hernán Franco Franco	Tutor - revisor	Universidad de Manizales	johefra@umanizales.edu.co
Alejandro Cardona Valencia	Presidente	Universidad de Manizales	acardona@umanizales.edu.co

## CONTENIDO

	Pág.
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	12
<b>1. ÁREA PROBLEMÁTICA</b> .....	13
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	14
2.1 OBJETIVO GENERAL.....	14
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
<b>3. JUSTIFICACIÓN</b> .....	15
<b>4. MARCO TEÓRICO</b> .....	16
4.1 TECNOLOGIAS DE LA INFORMACIÓN.....	16
4.2 SMARTPHONE.....	16
4.3 SISTEMA OPERATIVO ANDROID .....	17
4.4 APLICACIONES MÓVILES.....	19
4.5 IDE DE DESARROLLO .....	21
4.6 APLICACIÓN DE LA TECNOLOGIA MOVIL EN LAS EMPRESAS.....	21
4.7 METODOLOGIA PARA EL DESARROLLO DE APLICACIONES MOVILES.....	22
4.8 INVESTIGACIÓN A NIVEL DE CÓDIGO DESARROLLO EN ANDROID.....	22
4.9 ANTECEDENTES.....	23
<b>5. METODOLOGÍA</b> .....	27
<b>5.1 TIPO DE TRABAJO</b> .....	27
<b>5.2 PROCEDIMIENTO</b> .....	28
5.2.1 Fase 1. Levantamiento de la información.: .....	28
5.2.2 Fase 2. Análisis. ....	28
5.2.3 Fase 3. Diseño.....	29
5.2.4 Fase 4. Implementación.....	29
5.2.5 Fase 5. Validación herramienta tecnológica.....	31
<b>6. RESULTADOS</b> .....	32
<b>6.2 DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b> .....	71
<b>7. CONCLUSIONES</b> .....	72
<b>8. RECOMENDACIONES</b> .....	73
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	74

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Entorno de programación Android Studio .....	32
Figura 2. Software diseño mockups .....	34
Figura 3. Prototipo pantalla inicial .....	35
Figura 4. Prototipo registro lote .....	36
Figura 5. Prototipo pantalla inicial GPS .....	37
Figura 6. Prototipo confirmación activación GPS .....	37
Figura 7. Prototipo confirmación registro lote .....	38
Figura 8. Prototipo modificar lote .....	39
Figura 9. Prototipo confirmación de modificación .....	39
Figura 10. Prototipo eliminar lote .....	40
Figura 11. Prototipo dialogo movimiento lote .....	40
Figura 12. Prototipo dialogo selección lote .....	41
Figura 13. Prototipo dialogo información de calibración .....	42
Figura 14. Prototipo pantalla de navegación .....	42
Figura 15. Prototipo dialogo de seguridad regreso atrás .....	43
Figura 16. Prototipo adquisición .....	44
Figura 17. Prototipo galería .....	45
Figura 18. Prototipo dialogo video .....	46
Figura 19. Prototipo selección información lote .....	46
Figura 20. Prototipo vista cámara .....	47
Figura 21. Prototipo dialogo confirmación regreso cámara .....	47
Figura 22. Prototipo batería baja .....	48
Figura 23. Prototipo directorio .....	49
Figura 24. Icono aplicación .....	51
Figura 25. Verificación de sensores .....	52
Figura 26. Chequeo sensores .....	52
Figura 27. Aprobación chequeo sensores .....	52
Figura 28. Comprobación sensores incompletos .....	53
Figura 29. Activación del GPS .....	53
Figura 30. Confirmación activación GPS .....	54
Figura 31. Mensaje informativo solicitud activación GPS .....	54
Figura 32. Verificación datos móviles .....	55
Figura 33. Pantalla principal .....	56
Figura 34. Registro lote .....	56
Figura 35. Registro lote spinner .....	56
Figura 36. Verificación campos formulario registro lote .....	57
Figura 37. Confirmación registro lote exitoso .....	57
Figura 38. Consulta lote .....	58
Figura 39. Dialogo informativo uso de interfaz navegación .....	58
Figura 40. Dialogo selección lote .....	59
Figura 41. Mapa instructivo mensaje 1 .....	59
Figura 42. Mapa instructivo mensaje 2 .....	60

Figura 43. Mapa instructivo mensaje 3 .....	60
Figura 44. Marcado en mapa .....	61
Figura 45 Directorio coordenadas .....	62
Figura 46. Calibración navegación.....	62
Figura 47. Interfaz de adquisición .....	63
Figura 48. Instrucciones fotos .....	64
Figura 49. Dialogo datos fotos .....	64
Figura 50. Vista cámara .....	65
Figura 51. Bloqueo de llamadas .....	65
Figura 52. Cronometro video .....	66
Figura 53. Directorio existente .....	67
Figura 54. Directorio existente recomendación.....	67
Figura 55. Archivo coordenadas SNI .....	68
Figura 56. Coordenadas graficadas.....	68
Figura 57. Mensaje de alerta regreso atrás .....	69
Figura 58. Batería baja .....	70

## **GLOSARIO**

**3D:** en computación las tres dimensiones son el largo, el ancho y la profundidad de una imagen.

**Acelerómetro:** instrumento destinado a medir aceleraciones, esta aceleración está asociada con el fenómeno de peso experimentado por una masa de prueba que se encuentra en el marco de referencia del dispositivo, los acelerómetros también se encuentran en dispositivos móviles como los Smartphone.

**Android:** es un sistema operativo basado en Linux, diseñado para dispositivos móviles con pantalla táctil u otros teléfonos inteligentes.

**Aplicación móvil:** es diseñada para ser ejecutada en teléfonos inteligentes, tabletas y otros dispositivos móviles que permite al usuario efectuar una tarea concreta de cualquier tipo.

**Brújula:** es un instrumento de orientación que utilizar una aguja imantada para señalar al norte magnético terrestre.

**Framework:** es un esquema para el desarrollo e implementación de una aplicación, puede servir de base para la organización y desarrollo de software.

**GPS:** significa sistema de posicionamiento global, permite determinar en toda la tierra la posición de un objeto con una precisión de hasta centímetros.

**Giroscopio:** dispositivo mecánico que sirve para medir, mantener o cambiar la orientación en el espacio de algún aparato o vehículo.

**Interfaz:** es la conexión funcional entre dos sistemas, programas, dispositivos, el cual proporciona una comunicación o intercambio de información.

**Java:** es un lenguaje de programación de propósito general, orientado a objetos, permite a los desarrolladores de aplicaciones escribir el programa una vez y ejecutar en un dispositivo.

**Kernel de Linux:** es el núcleo del sistema operativo Linux.

**Librerías:** son paquetes contenedores de código los cuales sirven para complementar códigos o correr programas que requieren de paquetes especiales.

**Magnetómetro:** dispositivos que sirven para cuantificar en fuerza o dirección la señal magnética de una muestra.

**Máquina Virtual:** es un software que simula un sistema de computación y puede mejorar programas como si fuese una computadora real.



**Mockups:** son fotomontajes que permiten a los diseñadores gráficos y web mostrar al cliente como quedarían sus diseños.

**SQLite:** sistema de gestión de bases de datos relacional.

**Streaming:** distribución de contenido digital o multimedia a través de la red de computadoras.

## **RESUMEN**

En la actualidad el uso de los dispositivos móviles ha crecido exponencialmente, cada vez son más las personas que utilizan los servicios que estos ofrecen. Los dispositivos móviles vienen equipados con un sistema operativo que permite a los usuarios desarrollar cualquier tipo de aplicación para sistematizar diversas tareas de la vida cotidiana.

El presente proyecto consistió en el desarrollo de una aplicación móvil versátil, estable, completa, de fácil manejo que servirá de herramienta al caficultor para determinar la producción de sus lotes de café, integrando procesos de adquisición, identificación de frutos en ramas de café por estado de maduración, creación de mapas de producción en alta resolución utilizando los sensores del dispositivo: acelerómetro, giróscopo, brújula, GPS y cámara. La aplicación está en capacidad de mantener la conexión con un servidor donde guarda la información que se adquiere por el caficultor y allí se procesa con los respectivos algoritmos.

Como resultado de este trabajo el caficultor tiene acceso a una aplicación que lo apoya en la toma de decisiones para su negocio de acuerdo a los resultados obtenidos con el aplicativo.

A lo largo del documento se presenta la aplicación desarrollada, una descripción de características y requisitos principales, las tecnologías utilizadas para el desarrollo de la herramienta, así como el análisis en los cambios y los nuevos módulos implementados, diseño y pruebas.

**PALABRAS CLAVES:** Android, café, caficultor, servidor, sensores.

## ABSTRACT

Currently the use of mobile devices has grown exponentially, more and more people are using the services they offer. Mobile devices come equipped with an operating system that allows users to develop any type of application to systematize various tasks of daily life.

The present project consisted of the development of a versatile, stable, complete, easy-to-use mobile application that would serve as a tool for the coffee farmer to determine the production of his coffee lots, integrating acquisition processes, identification of fruits in coffee branches by state of maturation, creation of production maps in high resolution using the sensors of the device: accelerometer, gyroscope, compass, GPS and camera. The application is able to maintain the connection with a server where it stores the information that is acquired by the farmer and there it is processed with the respective algorithms.

As a result of this work, the farmer has access to an application that supports him in making decisions for his business according to the results obtained with the application.

Throughout the document the developed application is presented, a description of the main characteristics and requirements, the technologies used for the development of the tool, as well as the analysis of the changes and the new modules implemented, design and tests.

**KEY WORDS:** Android, coffee, coffee grower, server, sensors.

## INTRODUCCIÓN

CENICAFE<sup>1</sup> , fue creado por la Federación Nacional de Cafeteros<sup>2</sup> con el objeto de estudiar los aspectos relacionados con la producción en las fincas, la cosecha, el beneficio, la calidad del grano, el manejo y la utilización de los subproductos de la explotación cafetera, y la conservación de los recursos naturales de la zona cafetera colombiana

La organización cuenta con diferentes áreas entre ellas se encuentra el área de Tecnologías de la información la cual es la encargada de gestionar toda la parte del manejo de datos, cuenta con normas para el manejo de información con esto buscan gestionar estrategias y controlar la seguridad continua de la información; todo esto se debe a que CENICAFE se dedica a la investigación y almacenamiento de información en servidores y plataformas propias monitoreadas y aseguradas.

El enfoque del proyecto abarca el procesamiento e identificación de frutos de café, proponiendo al caficultor mejorar cada proceso, el cual, al día de hoy hace manualmente mediante múltiples trabajadores, con la aplicación desarrollada el caficultor es capaz de tomar decisiones rápidas para sus cultivos, obteniendo un margen de ganancia principalmente porque hace un muestreo no destructivo para la estimación de su producción.

Una ventaja competitiva de el aplicativo desarrollado, es que no se requiere de inversión adicional para tenerlo en las manos, ya que la mayoría de caficultores cuentan con los dispositivos móviles con las características adecuadas para instalar la aplicación.

---

<sup>1</sup> CENICAFE (CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES DE CAFE) [En línea] Dirección URL: [http://www.cenicafe.org/es/index.php/quienes\\_somos/historia](http://www.cenicafe.org/es/index.php/quienes_somos/historia) (Consultado el 22 de febrero del 2017)

<sup>2</sup> FEDERACION NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA) [En línea] Dirección URL: <http://www.federaciondecafeteros.org> (Consultado el 22 de febrero del 2017)

## 1. ÁREA PROBLEMÁTICA

Inicialmente CENICAFÉ contaba con un aplicativo móvil que permitía cumplir funciones básicas de adquisición de imágenes en campo y almacenamiento de estas en la memoria interna del dispositivo. Un cultivo de café es un ambiente que impone fuertes condiciones de funcionamiento a los aplicativos móviles, por tal motivo se requería una aplicación robusta y de fácil manejo por parte del caficultor. Adicionalmente la aplicación impone otras restricciones como: eliminar las vibraciones del dispositivo ya que para el cálculo de los mapas se utilizan los sensores de movimiento y estos se ven afectados por las vibraciones generadas al notificar una llamada o un mensaje en el dispositivo, también se debía desactivar la interfaz por pantalla en el momento de adquirir las imágenes ya que una hoja o una gota de agua modificaba el zoom o parámetros en la imagen a procesar. Por estas razones durante el funcionamiento, la aplicación debe bloquear llamadas, activar el GPS, el modo silencio y omitir la vibración, todo esto debe ser un proceso automático, adicionalmente, la aplicación debía tener un proceso de calibración de los sensores de movimiento para garantizar mediciones aceptables.

Un punto importante considerado dentro del desarrollo de la app era la investigación de cómo se debía desarrollar un aplicativo móvil para el sector agrónomo, otra característica importante a considerar es la identificación y organización de la información adquirida, es decir, que dicho proceso se hiciera de forma automática y así evitar los errores humanos que se pueden presentar y afectar los resultados de la estimación, para lograrlo, se implementó una interfaz para hacer un registro previo de los lotes de café y poder trabajar con esta información en un proceso posterior, en segundo lugar cuando se adquiere la información dentro del lote, las hojas, ramas, tallos hacen contacto con la pantalla y el teclado del dispositivo lo que hace que sin previo aviso la aplicación altere su funcionamiento.

La aplicación almacena toda la información en la memoria interna del dispositivo para posteriormente ser descargada y procesada con otros algoritmos desarrollados por el equipo del proyecto<sup>3</sup>.

---

<sup>3</sup> Desarrollo y validación de una herramienta tecnológica basada en visión de máquina y TICS para la administración de labores agrícolas en la finca cafetera (CENICAFE-COLCIENCIAS) Consultado [22/02/2017].

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GENERAL**

Ajustar un sistema de información basado en un aplicativo móvil con el cual se identifiquen mapas de producción de los lotes sembrados en café.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Realizar investigaciones para el desarrollo de una aplicación móvil en el área agrónoma.
- Analizar e identificar fallas y mejoras del aplicativo actual.
- Integrar paquetes de librerías actuales para el desarrollo de aplicativos móviles.
- Complementar un sistema el cual facilite el proceso para el levantamiento de información en el campo.
- Integrar procesos de adquisición, procesamiento de imágenes y navegación inercial.
- Realizar pruebas en campo, las cuales faciliten la toma de decisiones y comportamiento de la herramienta.

### 3. JUSTIFICACIÓN

Actualmente condiciones como la variabilidad climática afectan negativamente el rendimiento del cultivo de café, y bajo un escenario cambiante es necesario contar con estrategias de adaptación que sean viables para ser aplicadas por los caficultores en Colombia, con las cuales ellos logren tomar decisiones y a su vez sean eficientes en sus labores. Dichas estrategias de adaptación pueden o no incluir desarrollos tecnológicos, podrían ser prácticas culturales sobre el manejo del cultivo, la cosecha y pos cosecha, o la adquisición manual de información básica de variables adquiridas en campo. Sin embargo, siguiendo la tendencia mundial del desarrollo tecnológico al servicio de problemáticas en entornos sociales y productivos, se genera la necesidad de disponer una tecnología al servicio de los caficultores con cual ellos logren tomar decisiones en su finca con base en información adquirida de manera objetiva en su cultivo y de esta manera buscar aumentar la eficiencia de los factores de producción en su finca. Con la aplicación actual, el caficultor no puede estimar la producción en un lote de café, ya que esta no se encuentra en condiciones de entregar al usuario los datos finales debido al ausencia de procesos internos y externos, Es necesario realizar investigaciones las cuales incluyen realización de pruebas para poder hacer los ajustes e implementar nuevas funciones para que la herramienta sea completa y cumpla con el objetivo inicial. Es importante integrar todos estos procesos a la app para que se convierta en una herramienta totalmente útil y portable.

En una finca cafetera el caficultor debe establecer y mantener el cultivo, cosechar los frutos maduros y procesar el café procedente de sus lotes; todas estas labores implican un costo para el caficultor, y las realiza sin ningún tipo de apoyo logístico, siguiendo las recomendaciones entregadas por la federación y haciendo su día a día como culturalmente se ha transmitido de generación tras generación.

El desarrollo del proyecto es importante para los caficultores, ya que ellos como empresarios pueden tomar decisiones de producción sobre sus lotes de café de una manera no destructiva, pudiendo determinar el requerimiento de recurso humano para la recolección y otras actividades propuestas en el campo, siendo innovador ya que pueden optimizar costos y hacer más viable la producción de café. Esto generaría un impacto positivo en el esquema del negocio de la finca cafetera<sup>4</sup>

---

<sup>4</sup> Desarrollo y validación de una herramienta tecnológica basada en visión de máquina y TICS para la administración de labores agrícolas en la finca cafetera (CENICAFE-COLCIENCIAS) Consultado [22/02/2017].

## 4. MARCO TEÓRICO

### 4.1 TECNOLOGIAS DE LA INFORMACIÓN

Se conoce como tecnología de información (TI) a la utilización de tecnología tales como computadoras y ordenadores electrónicos - para el manejo y procesamiento de información, específicamente la captura, transformación, almacenamiento, protección, y recuperación de datos e información.<sup>5</sup>

Las tecnologías de la información generaron un gran impacto en el manejo de toda la información, con estas es posible gestionar la información, almacenarla, administrarla, enviarla de un lugar a otro, procesar información y elaborar informes u obtener resultados con la información procesada. En general ha cambiado totalmente en el tiempo la forma en que se gestiona la información.

**4.1.1 Sistemas de Información.** Son todos los componentes que pueden estar relacionados entre sí, con los sistemas de información se permite capturar, almacenar, procesar información, lo cual apoya la toma de decisiones y el control en una organización.

### 4.2 SMARTPHONE

Smartphone es, en su traducción literal, "un teléfono inteligente". Y no hay mejor manera de definir este tipo de equipos. Es la evolución del teléfono móvil. Su capacidad de hacer y recibir llamadas es "sólo un detalle" para estos dispositivos, que permiten una infinidad de posibilidades. Los modelos de Smartphone son incontables, pudiendo encontrar las más diversas funcionalidades que puedas imaginar.

Los smartphones son híbridos entre celulares y computadoras. No tienen la potencia de una PC, pero tampoco son tan simples como un teléfono. Los Smartphone poseen la mayoría de las principales tecnologías de comunicación en un sólo equipo: internet, GPS, e-mail, SMS, mensajería instantánea y miles de aplicaciones para lo que se te ocurra. Es tener el mundo digital en una pequeña pantalla táctil.<sup>6</sup>

La creación de los Smartphone ayudó a reducir la brecha digital entre las personas, y las tecnologías. Estos dispositivos cuentan con características que hacen que realmente sean una herramienta portable y potente. En la actualidad prestan servicios que en un tiempo atrás no se podían hacer por otros medios, como lo son pagos de facturas, comunicación 24/7 por texto, streaming con otras personas en

---

<sup>5</sup> Degerencia (S.F) "Que es tecnología de información" [En línea] Dirección URL: [http://www.degerencia.com/tema/tecnologia\\_de\\_informacion](http://www.degerencia.com/tema/tecnologia_de_informacion) (Consultado el 22/11/2017).

<sup>6</sup> Informática Hoy "Que es un Smartphone" [En línea] Dirección URL: <https://www.informatica-hoy.com.ar/telefonos-celulares/Que-es-un-smartphone.php> (Consultado el 22/11/2017).



cualquier parte del mundo. Convirtiéndose en un dispositivo que es muy útil no solo para uso en la vida cotidiana de las personas, también ofrecen un amplio porcentaje de utilidad en un campo laboral con todas sus características de hardware y software, A continuación, se describirán algunas de sus características:

**4.2.1 Sensores.** Los sensores ofrecen diferentes tipos de utilidad al usuario, entre ellos se encuentra, el acelerómetro, giróscopo, magnetómetro, brújula, GPS, los cuales son utilizados para diversos campos, entre ellos juegos, aplicaciones de precisión, toma de datos entre otros.

**4.2.2 Cámara.** La cámara de los dispositivos móviles ofrece un nivel de portabilidad al usuario, ya que puede adquirir fotos en el lugar que desee y donde quiera con el dispositivo portable, la cámara es utilizada como aplicación independiente y también puede estar enlazada con otras aplicaciones para complementar tareas de investigación u otras áreas.

**4.2.3 Kernel.** El kernel proporciona el acceso a los distintos elementos del hardware de un dispositivo, también ofrece servicios a los controladores o driver para el hardware, gestión de procesos, sistema de archivos y el acceso y gestión de la memoria.

**4.2.4 Middleware.** El middleware son los módulos que hacen posible la existencia de las aplicaciones móviles, ofrece servicios claves como el motor de mensajería y comunicaciones, multimedia, páginas web, y seguridad.

**4.2.5 Interfaz de usuario.** Las interfaces de usuario facilitan la interacción del usuario con el aplicativo, creando un ambiente más agradable y cómodo para su manejo, incluye componentes gráficos por pantalla, contenido visual interactivo.

## 4.3 SISTEMA OPERATIVO ANDROID

Android es un sistema operativo inicialmente pensado para teléfonos móviles, al igual que iOS, Symbian y Blackberry OS. Lo que lo hace diferente es que está basado en Linux, un núcleo de sistema operativo libre, gratuito y multiplataforma. El sistema permite programar aplicaciones en una variación de Java llamada Dalvik. El sistema operativo proporciona todas las interfaces necesarias para desarrollar aplicaciones que accedan a las funciones del teléfono (como el GPS, las llamadas, la agenda, etc.) de una forma muy sencilla en un lenguaje de programación muy conocido como es Java.<sup>7</sup>

Cuando se desarrolló el sistema operativo Android, fue ahí donde se empezó a notar las diversas utilidades y aplicaciones que las personas podían hacer con los

---

<sup>7</sup> Xataka "Que es sistema operativo android" [En línea] Dirección URL: <https://www.xatakandroid.com/sistema-operativo/que-es-android> (Consultado el 22/11/2017).

Smartphone que tuviesen este sistema operativo, Android es lo más cerca a tener una computadora, pero en este caso un dispositivo portable, a través de este sistema operativo se pueden revisar los correos, tomar fotos, instalar y desinstalar aplicaciones, navegar en la red, entre otros.

**4.3.1 Bibliotecas.** Android incluye un conjunto de bibliotecas de C/C++ usadas por algunos componentes del sistema. Estas características se exponen a los desarrolladores a través del marco de trabajo de aplicaciones de Android, Algunas de ellas son: bibliotecas de medios, bibliotecas de graficos,3D y SQLite, entre otras

**4.3.2 Runtime Android.** Android incluye un set de bibliotecas base que proporcionan la mayor parte de las funciones disponibles en las bibliotecas base del lenguaje de java, las aplicaciones de manera independiente corren su propio proceso con su propia máquina virtual Dalvik. Una máquina virtual se basa en registros y corre clases compiladas por java

**4.3.3 Núcleo de Linux.** El sistema operativo Android depende de Linux para servicios del sistema, tales como seguridad, gestión de memoria, gestión de procesos, la estructura de Android también está formada por varias capas entre ellas, Kernel de Linux, librerías, Frameworks y aplicaciones.

## 4.4 ARQUITECTURA DE ANDROID

Android es un sistema operativo creado para ser independiente de cualquier tipo de arquitectura de hardware en los dispositivos móviles. Esta característica hace que sea tan atractivo ante los fabricantes y desarrolladores<sup>8</sup>

Como se ha mencionado Android es una plataforma para los dispositivos móviles el cual contiene paquetes de software donde se incluye el sistema operativo, el middleware y todas las aplicaciones básicas para el usuario, a continuación, se puede observar los módulos que componen la arquitectura de Android

---

<sup>8</sup> Programación “Arquitectura de Android” [En línea] Dirección URL: <http://www.hermosaprogramacion.com/2014/08/aprendiendo-la-arquitectura-de-android/> (Consultado el 18/02/2018).

Figura. Arquitectura de Android



Fuente: BUSCADOR DE GOOGLE. Arquitectura de Android [en línea]. Fecha de consulta: consulta: 01/02/2018. Disponible en: <https://sites.google.com/site/swcuc3m/home/android/generalidades/2-2-arquitectura-de-android>

Básicamente lo que indica es que la estructura de Android se encuentra construida sobre el Kernel de Linux, donde luego hay capas de librerías las cuales son relacionadas con la estructura en tiempo de ejecución.

#### 4.5 APLICACIONES MÓVILES

Una aplicación móvil es un programa que se instala en un dispositivo móvil ya sea teléfono o tableta y que se puede integrar a las características del equipo, como su cámara o sistema de posicionamiento global (GPS). Además, se puede actualizar para añadirle nuevas características con el paso del tiempo. Las aplicaciones proveen acceso instantáneo a un contenido sin tener que buscarlo

en Internet y, una vez instaladas, generalmente se puede acceder a ellas sin necesidad de una conexión a la Red.<sup>9</sup>

las diversas funciones de un Smartphone siempre dependen de las aplicaciones, estas son desarrolladas para diferentes propósitos, en un dispositivo se encuentran aplicaciones para gestionar tareas, tomar apuntes, adquirir fotos, redes sociales, gestión de cuentas bancarias, como también hay otras que son desarrolladas para utilizar todos los sensores del celular y con ellos poder adquirir datos y generar reportes. El máximo provecho de un dispositivo depende las aplicaciones móviles.

#### **4.6 LOS COMPONENTES DE UNA APLICACIÓN.**

Los componentes de la aplicación son bloques de creación esenciales de una aplicación para Android. Cada componente es un punto diferente a través del cual el sistema puede ingresar a tu aplicación. No todos los componentes son puntos de entrada reales para el usuario y algunos son dependientes entre sí, pero cada uno existe como entidad individual y cumple un rol específico; cada uno es un bloque de creación único que ayuda a definir el comportamiento general de tu aplicación.<sup>10</sup>

**4.6.1 Activity.** Representan el componente principal de la interfaz gráfica de una aplicación Android. Se puede pensar en una actividad como el elemento análogo a una ventana o pantalla en un lenguaje visual.

**4.6.2 View.** Las vistas son componentes básicos los cuales construyen la interfaz gráfica de la aplicación, utilizando controles básicos como cuadros de texto, botones, listas desplegadas o imágenes.

**4.6.3 Service.** Los servicios son componentes sin interfaz gráfica los cuales se ejecutan en segundo plano. En concepto, son similares a los servicios presentes en otro sistema operativo, los servicios realizan acciones como actualizar datos, lanzar notificaciones, mostrar elementos visuales etc.

**4.6.4 Content Provider.** Un proveedor de contenidos es el mecanismo que se ha definido en Android para compartir datos entre aplicaciones, Mediante estos componentes es posible compartir datos de nuestra aplicación sin mostrar detalles sobre el almacenamiento interno, estructura o implementación.

---

<sup>9</sup> La Nación "Que es una aplicación móvil" [En línea] Dirección URL: <http://www.lanacion.com.ar/1365035-que-son-y-para-que-sirven-las-apps> (Consultado el 22/11/2017).

<sup>10</sup> Developer Android "Componentes de una aplicación" [En línea] Dirección URL: <https://developer.android.com/guide/components/fundamentals.html?hl=es-419> (Consultado el 18/02/2018).

**4.6.5 Broadcast Receiver.** Componente destinado a detectar y reaccionar ante determinados mensajes o eventos globales los cuales son generados por el sistema como, por ejemplo, Batería baja, mensajes recibidos entre otros.

**4.6.6 Widget.** Son todos los elementos visualiza e interactivos que se muestran en la pantalla principal del dispositivo.

**4.6.7 Intent.** Es el elemento básico de comunicación entre los dispositivos Android, se entiende como los mensajes y peticiones que son enviados entre los distintos componentes de una aplicación. Mediante un intent se puede llamar otra actividad.

## **4.7 IDE DE DESARROLLO**

Un Integrated development environment (IDE), “por sus siglas en inglés”, Ambiente de desarrollo interactivo o Entorno de desarrollo integrado es una aplicación de software, que proporciona servicios integrales para facilitarle al programador de computadora el desarrollo de software. Normalmente, un IDE consiste de un editor de código fuente, herramientas de construcción automáticas y un depurador. La mayoría de los IDEs tienen auto-completado inteligente de código.<sup>11</sup>

Los IDE de desarrollo son plataformas que permiten a los programadores desarrollar los programas (software), estos IDE contiene librerías, bibliotecas y múltiples herramientas que ayudan a elaborar un programa bien estructurado. Para el caso de desarrollo móvil existen diversos IDE, pero el más conocido y utilizado es el Android Studio, el cual es muy completo y está enfocado en código java, kotlin para desarrollo Android.

## **4.8 APLICACIÓN DE LA TECNOLOGIA MOVIL EN LAS EMPRESAS**

El ser humano busca adaptar de alguna manera las tecnologías a los procesos que realiza una persona, hoy en día la mayoría de las personas cuentan con un dispositivo móvil, el cual dependiendo de la persona le da diversos usos a este, y es aquí donde las empresas deben de utilizar esto a su favor, buscar la manera de llevarla a otro nivel y llegar al usuario a través de las tecnologías móviles.

En la actualidad, uno de los aspectos vitales y en crecimiento de los negocios está constituido por las Tecnologías de la Información (TI), las cuales apoyan a todo tipo de organización mejorando su eficacia y eficiencia tanto en los procesos propios de la actividad como en la toma de decisiones gerencial y la colaboración entre grupos de trabajo sin importar su situación geográfica. De

---

<sup>11</sup> Deprogramacion “Que es IDE de desarrollo” [En línea] Dirección URL: <http://deprogramacion.cubava.cu/2016/02/01/que-es-un-ide/> (Consultado el 22/11/2017).

esta manera se fortalece la competitividad de la empresa, permitiéndole afrontar el cambiante mercado globalizado.<sup>12</sup>.

#### **4.9 METODOLOGIA PARA EL DESARROLLO DE APLICACIONES MOVILES**

Es importante reconocer que se deben seguir unos pasos previos al desarrollo de una aplicación móvil, se debe hacer un análisis, un diseño, una estructura entre otros, dependiendo de la buena aplicación y desarrollo de estos pasos se puede lograr obtener un producto bastante útil en el campo que se desea aplicar.

El artículo presenta la evolución de los servicios de telefonía móvil en Latinoamérica contextualizados en las diferentes generaciones tecnológicas, las características del software para dispositivos móviles y una propuesta de método de trabajo para el desarrollo de aplicaciones para móviles. El método se basa en la conceptualización de las tecnologías y las metodologías ágiles para el desarrollo de software, y su objetivo principal es facilitar la creación de nuevas aplicaciones y servicios exitosos.<sup>13</sup>.

#### **4.10 INVESTIGACIÓN A NIVEL DE CÓDIGO DESARROLLO EN ANDROID**

Las plataformas de desarrollo son actualizadas cada día, motivo por el cual es importante conocer la documentación de estas, lo que al día de hoy se programa de una forma, el día de mañana será de otra manera y todo esto se debe a la constante actualización de la tecnología, en este caso los dispositivos móviles mejoran constantemente, y las bibliotecas para programar en Android van cambiando. Existe una excelente página web en la cual hay mucha documentación en el mundo del desarrollo la cual es llamada Stack Overflow.

Stack Overflow es la comunidad en línea más grande y confiable para que los desarrolladores aprendan, compartan sus conocimientos y construyan sus carreras. Más de 50 millones de programadores profesionales y aspirantes visitan Stack Overflow. Nuestros productos y servicios se centran en el marketing de desarrolladores, el reclutamiento técnico, la investigación de mercado y el intercambio de conocimiento empresarial<sup>14</sup>.

---

<sup>12</sup> Análisis de la aplicación de la tecnología móvil en las empresas (Universidad politécnica de Valencia) [En línea] Dirección URL: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/57229/TFC%20Silvia%20Carrasco.pdf?sequence=1> (Consultado el 21 de septiembre del 2017).

<sup>13</sup> Gasca Mantilla, M. C., Camargo Ariza, L. L., & Medina Delgado, B. (2014). Metodología para el desarrollo de aplicaciones móviles. *Tecnura*, 18(40).

<sup>14</sup> Documentación desarrolladores (Stack Overflow) [En línea] Dirección URL: <https://stackoverflow.com/> (Consultado el 11 de noviembre de 2017) .

## 4.11 ANTECEDENTES

**4.11.1 Qltivo aplicación de ISL S.A.** Es una aplicación móvil basada en la nube la cual permite una comunicación entre agricultor y agrónomo, y permitiendo el acceso a herramientas de agricultura de precisión, la aplicación ofrece al usuario 3 módulos importantes entre ellos un chat, un algoritmo de índice de vegetación, en este caso aportando agricultura de precisión y administración de información en la nube.

ISL ha desarrollado una Plataforma nombrado Qltivo para la comunicación entre agricultor-agrónomo, agricultor-agricultor que permita el acceso a asistencia técnica y a herramientas de agricultura de precisión a través del análisis de imágenes convencionales, soportado por el modelo de computación en la nube. La plataforma se ha nombrado como Qltivo, y permitirá identificar tanto el aplicativo móvil de los productores agrícolas como la aplicación de escritorio de los profesionales del sector agrícola.<sup>15</sup>

**4.11.2 Agroptima.** Es una aplicación enfocada al campo donde el agricultor puede llevar todos sus apuntes y gestión sobre todos sus lotes y cultivos, es muy útil ya que el agricultor tendrá una mejor organización de la información en un solo lugar y podrá tomar mejores decisiones en cuanto al desarrollo de sus cultivos.

Agroptima es una herramienta diseñada por agricultores como tú para gestionar de forma moderna y eficiente tu explotación. Agroptima consta de una APP móvil y una cuenta WEB. La APP móvil es como una libreta electrónica donde te vas anotando las actividades que haces en el campo (sembrar, abonar, cosechar...). La cuenta web es la herramienta de análisis y gestión de estos datos, cuando llegas a casa o a la oficina.<sup>16</sup>

**4.11.3 FarmApp.** Es una aplicación que genera reportes del clima sobre un cultivo, el cual indica acciones a tomar en cuenta para la optimización del mismo, generando alertas sobre los cambios climáticos, las notificaciones las hace a través de correo electrónico, mensajes de texto y aplicativos móviles.

solución de inteligencia de negocio para la agricultura, basados en un conjunto de herramientas tecnológicas geo-referenciadas y satelitales destinadas a la preparación, control y monitoreo de los diferentes factores que afectan la

---

<sup>15</sup> Qltivo aplicación de ISL S.A (ISL S.A) [En línea] Dirección URL: <https://www.islsa.com/index.php/empresa/68-qltivo-una-nueva-aplicacion-de-sinco> (Consultado el 15 de febrero de 2018).

<sup>16</sup> Aplicación Agroptima (Agroptima) [En línea] Dirección URL: <https://www.agroptima.com> (Consultado el 15 de febrero de 2018).

productividad de los cultivos, tales como plagas y enfermedades, manejo de suelos, condiciones de clima y uso de agroquímicos.<sup>17</sup>

**4.11.4 Agroclima.** Es una aplicación creada por Cenicafé la cual sirve para que los cafeteros puedan planear con mayor precisión sus siembras, esta herramienta retorna información de 105 estaciones meteorológicas con el fin de guiar sobre el cambio del clima.

plataforma agroclimática, desarrollada por el Centro de Investigación del Café (Cenicafé), que busca facilitarles a los cafeteros la toma de decisiones a partir de las condiciones meteorológicas y geográficas de cada región. Consiste en un servidor en el cual hay información sistematizada, series históricas y datos de diversos temas entre ellos clima, floración, producción, suelos, plagas y enfermedades, entre otros.<sup>18</sup>

**4.11.5 SICA móvil.** Es una aplicación desarrollada por la Federación de cafeteros la cual permite a los extensionistas registrar y actualizar la información de los productores y lotes cafeteros directamente desde las fincas.

El Sistema de Información Cafetera (SICA) es una base de datos dinámica y georreferenciada de cobertura nacional, que contiene la información básica de los productores de café, sus fincas y lotes sembrados en café. Cada extensionista podrá disponer en los dispositivos de imágenes a color de alta resolución de las zonas cafeteras que cubre la FNC, para el registro de la información geográfica de las fincas y lotes cafeteros.<sup>19</sup>

**4.11.6 Kanpo.** Es una aplicación móvil la cual está pensada y desarrollada para mejorar procesos productivos y la toma de decisiones para que el agricultor pueda administrar adecuadamente la finca.

Kanpo App es una aplicación móvil dirigida a pequeños y medianos productores de frutales, especialmente aguacate, café, cítricos y plátano; que son a su vez beneficiarios de programas de asistencia técnica rural, a través de sus diversos prestadores: UMATAS, Epsagros, asociaciones de productores, gremios, entre

---

<sup>17</sup> Aplicación FarmApp (FarmApp) [En línea] Dirección URL: <https://farmappweb.com> (Consultado el 15 de febrero de 2018).

<sup>18</sup> Herramienta Agroclima (Cenicafé) [En línea] Dirección URL: <https://agroclima.cenicafe.org> (Consultado el 15 de febrero de 2018).

<sup>19</sup> Sistema de información cafetera (SICA) [En línea] Dirección URL: [https://www.federaciondefcafeteros.org/clientes/es/sala\\_de\\_prensa/detalle/fnc\\_lanza\\_novedoso\\_aplicativo\\_sica\\_movil\\_para\\_actualizar\\_informacion\\_cafete/](https://www.federaciondefcafeteros.org/clientes/es/sala_de_prensa/detalle/fnc_lanza_novedoso_aplicativo_sica_movil_para_actualizar_informacion_cafete/) (Consultado el 15 de febrero de 2018).



otros. Y participa de la fase de Crecimiento y Consolidación de Apps.co del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.<sup>20</sup>

**4.11.7 Aplicación móvil coffe cloud.** Es una aplicación enfocada en la identificación prevención de la roya la cual es una enfermedad que ataca las plantas, esta aplicación es muy útil para los caficultores ya que con esto pueden tomar mejores decisiones, pronosticar y estar preparados para combatir esta enfermedad.

Coffee Cloud es una aplicación disponible en Centro Clima y que conecta a los institutos de café y productores de la región con la información climática regional y que les permite proveer datos sobre el estado de sus plantaciones, para así, tomar decisiones informadas en el manejo de sus cultivos. Se trata de una medida de adaptación al cambio climático<sup>21</sup>.

**4.11.8 Conteo automático de frutas en ramas de café utilizando la visión de máquina.** Es importante la visión de máquina y la identificación de frutos de café, el desarrollo de visión artificial puede darle cabida a muchas áreas de aplicación, lo que se presenta en este artículo es muy importante para los desarrollos futuros, lo propuesto aquí va optimizado junto con la aplicación móvil que se propone, ya que para lograr el objetivo de la aplicación esta debe contar con procesos que se puedan integrar.

En este artículo se propone un método no destructivo para contar el número de frutos en una rama de café mediante el uso de información de imágenes digitales de un solo lado de la rama y sus frutos en crecimiento. La información obtenida en esta investigación generará una nueva generación de herramientas para el uso de los cafetaleros. Es un método eficiente, no destructivo y de bajo costo que ofrece información útil para planificar el trabajo agrícola y obtener beneficios económicos de la correcta administración de los recursos<sup>22</sup>.

**4.11.9 Sistema semiautomático de anotación para generar secuencias de imágenes ground-truth en escenarios agrícolas.** Lo desarrollado aquí es muy importante para la herramienta que se piensa complementar y terminar de desarrollar ya que esta debe contar con procesos que deben estar incorporados para obtener un desarrollo completo y una integración de procesos los cuales deben trabajar en conjunto para lograr el objetivo final, generar secuencias de imágenes

---

<sup>20</sup> Kanpo Administración finca (Kanpo) [En línea] Dirección URL: <http://www.kanpo.com.co> (Consultado el 15 de febrero de 2018).

<sup>21</sup> Desarrollo y validación de una herramienta tecnológica basada en visión de máquina y TICS para la administración de labores agrícolas en la finca cafetera (CENICAFE-COLCIENCIAS) Consultado [22/02/2017].

<sup>22</sup> Ramos, P. J., Prieto, F. A., Montoya, E. C., & Oliveros, C. E. (2017). Automatic fruit count on coffee branches using computer vision. *Computers and Electronics in Agriculture*, 137, 9-22.

en videos de ramas de café ayuda a seccionar y a identificar los frutos de café por medio de marcas lo cual luego se utiliza para etiquetar y generar unos reportes.

Detectar y rastrear objetos es una de las tareas más importantes en el procesamiento de imágenes. Con el fin de evaluar el rendimiento de esos algoritmos, es importante crear primero una base de datos con puntos de referencia, conocidos como la verdad del terreno. Las ventajas del desarrollo son la sencillez de anotación, la verificación de ROI y la región de anotación de cualquier nueva característica solicitada dentro del escenario, sin limitaciones de forma, tamaño o textura.<sup>23</sup>

**4.11.10 Sistema para clasificar estructuras vegetativas en ramas de café a partir de videos grabados en el campo por un dispositivo móvil.** El trabajo realizado en este artículo es muy bueno ya que utilizan las herramientas que el mundo nos entrega hoy en día como lo son los dispositivos móviles, lo propuesto aquí es capaz de detectar por medio de un video los frutos semi maduros, maduros y verdes lo cual por medio de optimización de otros procesos se puede lograr detectar el porcentaje de maduración de un lote.

Como bebida, el café es uno de los productos más demandados en todo el mundo; como producto agrícola, requiere herramientas no destructivas para su monitoreo y control. Con el fin de crear un método no destructivo utilizable en el campo, se desarrolló un sistema para encontrar y clasificar seis tipos de estructuras vegetativas en ramas de café: hojas, tallos, flores, frutos verdes, frutos semi maduros y maduros frutas. Los procesos restantes del sistema se realizaron sin conexión. Además, el sistema desarrollado no se vio afectado por los cambios en las condiciones de iluminación, al grabar videos en una plantación de café<sup>24</sup>.

---

<sup>23</sup>P.J. Ramos, F.A. Prieto, and C.E. Oliveros. "Semiautomatic annotation system to generate ground-truth in image sequence of agricultural sceneries". In: 2016 4th CIGR International Conference of Agricultural Engineering. Aahurs. Denmark. June 2016.

<sup>24</sup> Avendano, J., Ramos, P. J., & Prieto, F. A. (2017). A system for classifying vegetative structures on coffee branches based on videos recorded in the field by a mobile device. *Expert Systems with Applications*, 88, 178-192.

## 5. METODOLOGÍA

### 5.1 TIPO DE TRABAJO

Este proyecto corresponde al tipo de trabajo de investigación básica, ya que se incluyen pruebas en campo para hacer el levantamiento de los requisitos y posterior a esto se implementó un desarrollo tecnológico de una aplicación móvil para integrar procesos agrónomos, este está desarrollado y aplicado en CENICAFE bajo sus normas de confidencialidad.

Para alcanzar el objetivo general y los objetivos específicos de la propuestas se realizaron unos procesos en los cuales se modificó un aplicativo móvil con el cual fue posible detectar y contar el número de frutos de café en una rama bajo condiciones de campo, esta etapa involucra desarrollo de software a partir de imágenes en campo, el procesamiento de las mismas, obtención de las características adecuadas sobre las imágenes, determinación del estado de maduración de los frutos y realización del conteo de los mismos, el aplicativo será capaz de monitorear la adquisición de información en el campo y determinar la cantidad de café a recolectar en un lote, esto se logró utilizando el dispositivo como herramienta e integrando y optimizando los procesos de adquisición y navegación inercial. También se realizó un proceso de evaluación y validación de la herramienta tecnológica desarrollada para definir la precisión de la misma.

Cabe destacar que ya se ha trabajado en el proyecto en una etapa inicial de seis meses, donde se hicieron varias actividades, entre ellas, levantamiento de la información, aprendizaje uso de la plataforma Android Studio, Interfaz gráfica para el sistema de anotación semiautomática 2D, Toma de información en el campo, esta toma de información con el aplicativo que había hasta el momento sirvió para identificar las falencias de este y pensar en posibles mejoras para tener un herramienta totalmente funcional. Respecto a la aplicación se realizaron algunas modificaciones y mejoras en algunos de sus procesos tales como: generación de marcas en su modo de navegación, modificación de pantalla en el modo navegación, corrección de campos vacíos en archivo de texto, investigación y análisis de los sensores, solución problemas con el sensor acelerómetro mediante calibraciones internas, mensajes de alerta y calibración, análisis del sensor de orientación, bloqueo de servicios de llamadas, silencio automático, diseño de prototipo modificaciones app. Todas que se hicieron son un avance para complementar el aplicativo final.

El proyecto está avalado por el Grupo de Investigación de CENICAFE y Colciencias.

## 5.2 PROCEDIMIENTO

El proyecto se realizó en 5 fases, así:

**5.2.1 Fase 1. Levantamiento de la información.** El levantamiento de información se hace por diferentes medios como lo son las reuniones, internet y la documentación actual, también se utilizarán actividades de campo para analizar la herramienta tecnológica. Comprende las actividades:

- **Actividad 1.** Reuniones. Se realizarán reuniones pequeñas y rápidas con la jefa inmediata para aclarar dudas de los diferentes procesos internos del proyecto y los problemas que presenta.
- **Actividad 2.** Internet. Se utilizará para hacer búsquedas de información relacionada con el proyecto a desarrollar, analizando e investigando sobre las herramientas, librerías actuales para el desarrollo y complemento del mismo.
- **Actividad 3.** Revisión de la documentación. La idea principal del proceso es estudiar la documentación actual sobre el proyecto y lo que se encuentra desarrollado, para así tener una idea más clara y tomar decisiones.
- **Actividad 4.** Toma de información en el campo. Adquirir información en el campo es una actividad esencial para el proyecto, ya que, con la adquisición de esta, se evaluará el comportamiento del aplicativo que hay actualmente para identificar fallas y planear mejoras, se realizará por medio de toma de fotos a los frutos de café.

**5.2.2 Fase 2. Análisis.** En esta fase se tomó una aplicación ya existente que fue desarrollada para el proyecto un tiempo atrás, el objetivo es aplicar mejoras si las hay o nuevas funcionalidades de acuerdo a las necesidades del proyecto, todo esto puede variar dependiendo de las pruebas que se hagan en campo para identificar falencias o nuevas funciones, siempre pensando que el usuario final va ser un caficultor el cual no está muy conectado con las herramientas tecnológicas.

- **Actividad 1.** Análisis comportamiento aplicación. En esta actividad se hizo una breve evaluación y comportamiento del aplicativo móvil actual en donde se identificó fallas y mejoras en un ambiente de trabajo normal.
- **Actividad 2.** Análisis comportamiento sensores. En esta actividad se realizó un análisis de cómo estaban funcionando los sensores del celular, tales como

el acelerómetro y orientación ya que estos estuvieron presentando algunas fallas que fueron ser corregidas.

- **Actividad 3.** Comportamiento aplicación en campo. En esta actividad se realizaron pruebas de funcionamiento del aplicativo en campo, logrando comprobar el estado de la aplicación, su rendimiento e identificando procesos a mejorar.

**5.2.3 Fase 3. Diseño.** Teniendo en cuenta que la aplicación debía ser totalmente funcional y amigable para el usuario, ya que este sería un caficultor el cual no tiene mucha experiencia en el manejo de estas tecnologías, se debió implementar un diseño completo pero sencillo, incorporando funciones automáticas y manuales.

- **Actividad 1.** Diseño prototipo modificaciones app. En esta actividad se diseñó un prototipo utilizando la herramienta balsamiq mockups donde se dio a conocer las modificaciones que se le hicieron al aplicativo de forma visual.

**5.2.4 Fase 4. Implementación.** En esta fase se realizaron todas las implementaciones al código de la aplicación, todas esas modificaciones son importantes para el buen funcionamiento del aplicativo las cuales ayudan a mejorar el rendimiento y manejo de esta. Además, no solo se implementó código para la aplicación, también fue importante la configuración y conexión con servidores lo cual debe funcionar correctamente para una buena integración de los procesos.

- **Actividad 1.** Configuración Interfaz. En esta actividad se aplicó a la app actual todos los cambios propuestos en el diseño del prototipo interfaz
- **Actividad 2.** Configuración cámara. En esta actividad se asignó a la cámara más medios de configuración dentro del aplicativo, como activación del flash, balance de blancos entre otros, esto se tomó en cuenta con el equipo de trabajo.
- **Actividad 3.** Implementación modulo registro lote. En esta actividad se creó un nuevo módulo en la app para que el usuario pueda gestionar los lotes que va a trabajar.
- **Actividad 4.** Menú y forma de operar opción foto. En esta actividad se creó un menú en el cual el usuario podrá seleccionar características del lote y una serie de instrucciones antes de adquirir las fotos en el campo.
- **Actividad 5.** Marcación bandera de posición en el data.txt. En esta actividad se creó una marca con la fecha y hora del dispositivo para identificar posteriormente en el archivo donde se hicieron y que información corresponde a ello.

- **Actividad 6.** Generación de un solo archivo en modo navegación. En esta actividad se realizó un cambio en los archivos que se generan para que se genere uno en lugar de varios.
- **Actividad 7.** Configuración de la base de datos generada por el celular. En esta actividad se dio un orden específico a los archivos que se generan por la app y que son guardados en el celular, mejorando su organización y nombramiento.
- **Actividad 8.** Implementación ajuste sensor orientación. En esta actividad se implementó los ajustes hallados anteriormente para corregir el error que se presentaba en el sensor.
- **Actividad 9.** Menú y forma de operar opción video. En esta actividad se creó un menú en el cual el usuario podrá seleccionar características del lote y una serie de instrucciones antes de adquirir los videos en el campo.
- **Actividad 10.** Configuración sensores. En esta actividad se configuraron los sensores que hacían falta y se verificaron su correcto funcionamiento.
- **Actividad 11.** GPS- mapas. En esta actividad se implementó una sección donde se cargan los mapas, para visualizar los mapas de producción.
- **Actividad 12.** Menú y forma de operar opción mapas. En esta actividad se implementó un menú donde el usuario podrá elegir entre diferentes opciones en cuanto a los mapas según sean sus necesidades.
- **Actividad 13.** Verificación de sensores en cada dispositivo. En esta actividad implemento un método el cual verifica si el dispositivo donde está instalada la aplicación cuenta con los sensores mínimos que necesita la app para su correcto funcionamiento
- **Actividad 14.** Bloqueo de notificaciones. En esta actividad se implementó un método el cual bloquea todas las notificaciones que reciba el celular automáticamente.
- **Actividad 15.** Generación GPS inicial (Google Maps – por GPS celular). En esta actividad se implementó un método donde la app verifica automáticamente si el usuario tiene encendido el GPS y si no lo tiene encendido incentive al usuario a hacerlo.
- **Actividad 16.** Verificar procesos concurrentes. En esta actividad se investigó y se buscó la forma de implementar procesos para que funcionaran al tiempo.

- **Actividad 17.** Documentación del aplicativo para registro. En esta actividad se creó toda la documentación del aplicativo para hacer el registro de la aplicación por parte de Cenicafé.
- **Actividad 18.** Pruebas de implementación SNI. En esta actividad se realizaron pruebas con el sistema de navegación inercial desarrollado por un integrante del equipo de trabajo donde se validó si es posible que funcionara en el aplicativo o se debía implementar en un servidor.

**5.2.5 Fase 5. Validación herramienta tecnológica.** En esta actividad se debe realizar la validación de la herramienta tecnológica en el lugar de aplicación es decir en el campo.

- **Actividad 1.** Pruebas finales aplicación móvil. En esta actividad se realizaron pruebas con la aplicación terminada en campo donde se validó que estuviese funcionando perfectamente.

## 6. RESULTADOS

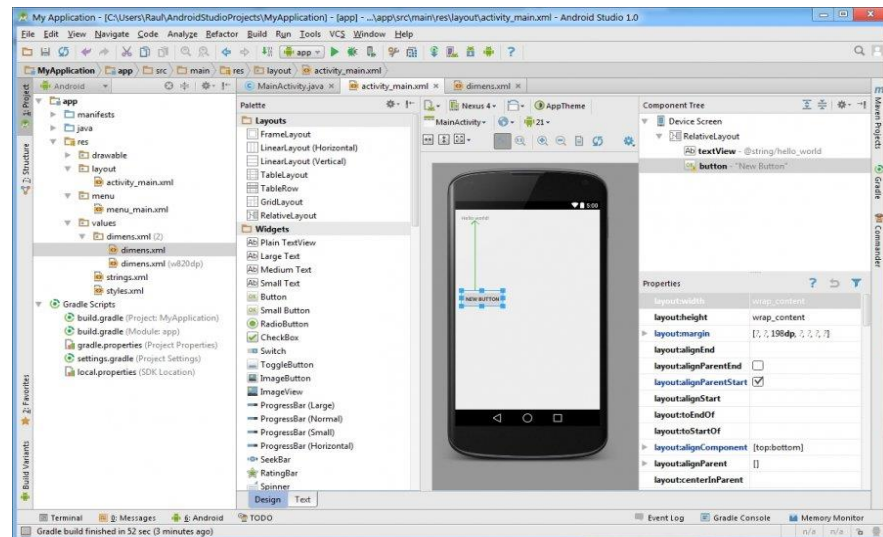
### 6.1 DESCRIPCIÓN DE RESULTADOS

Para llegar a los resultados obtenidos se hizo una investigación en campo levantando información con la app que había desarrollada, de ahí se sacaron conclusiones de que es lo que requería el usuario como herramienta para cumplir con el objetivo.

Se hizo un seguimiento a la documentación del proyecto para aclarar dudas y tener una idea más clara del mismo, también se utilizaron diferentes medios como herramientas de investigación como el internet, reuniones, entre otros. Todo esto para identificar librerías de desarrollo, IDE (Entorno de desarrollo integrado) para la compilación de proyectos de software.

Al identificar la herramienta Android Studio (Figura 1) sobre la cual estaba hecho el aplicativo móvil que había hasta ese momento, se hizo una investigación de todos los manuales y documentación sobre su manejo, en el transcurso del aprendizaje se crearon aplicaciones móviles sencillas, pequeñas de repaso para ir validando el conocimiento adquirido, se desarrolló una pequeña aplicación la cual debía cargar una vista de cámara en su interfaz sin necesidad de salir del aplicativo, también una aplicación que cargara un mapa en su interior.

Figura 1. Entorno de programación Android Studio



Fuente: BUSCADOR DE GOOGLE IMAGENES. Compilador Android Studio [en línea]. Fecha de consulta: 01/11/2017. Disponible en: [https://www.google.com.co/search?q=android+studio&tbn=isch&source=inms&sa=X&ved=0ahUKEwi9IPeJjNrYAhUR61MKHW9\\_AzEQ\\_AUICygC&biw=1360&bih=637&dpr=1#imgcr=IEN4uSyg4X8gJM](https://www.google.com.co/search?q=android+studio&tbn=isch&source=inms&sa=X&ved=0ahUKEwi9IPeJjNrYAhUR61MKHW9_AzEQ_AUICygC&biw=1360&bih=637&dpr=1#imgcr=IEN4uSyg4X8gJM)



## **Apoyo en actividades de la investigación POS107007**

En el desarrollo del proyecto principal en Cenicafe “Desarrollar y validar una herramienta tecnológica basada en visión de máquina y TICS para administrar labores agrícolas en la finca cafetera” se apoyaron todas las actividades de campo realizadas en la estación Experimental Naranjal, Durante los meses de abril y mayo y noviembre de 2017.

Con la aplicación móvil que estaba desarrollada en un principio se adquirió la información en campo, lo cual ayudo mucho a tomar todas las decisiones en el análisis y mejoras del aplicativo, al tener la oportunidad de estar en campo haciendo pruebas con la app se identificó cuáles eran las inconsistencias y posibles mejoras que le faltaba al aplicativo para ser 100% útil, se sacaron conclusiones de cuáles podrían ser las necesidades del usuario para utilizar un aplicativo de estos en cuanto a comodidad y desempeño.

### **Aplicativo móvil**

Inicialmente ya había una versión del aplicativo móvil desarrollado por el Ingeniero Carlos Mario Muñoz. El objetivo principal era aplicar mejoras o nuevas funcionalidades de acuerdo a las necesidades del proyecto, los cambios salieron luego de un análisis de las pruebas en campo, teniendo en cuenta que el usuario final iba ser un caficultor el cual no está muy conectado con las herramientas tecnológicas, la aplicación debe ser sencilla pero completa.

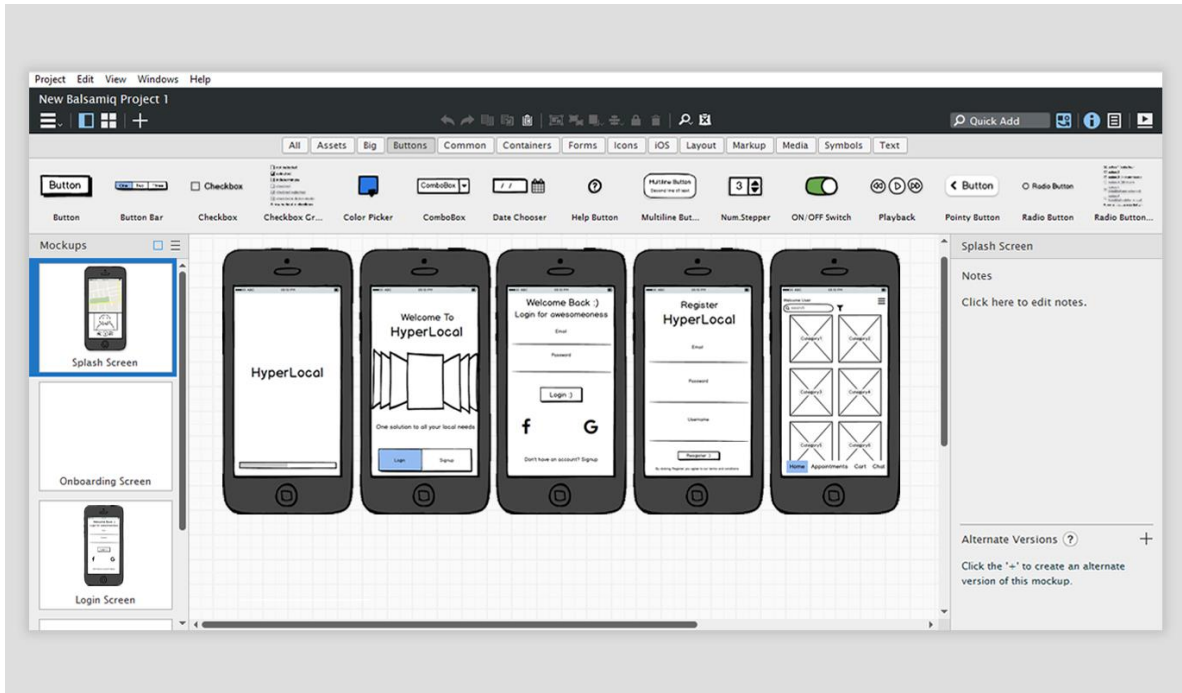
### **Prototipo Interfaz Aplicativo móvil**

Gracias a la experiencia en campo se lograron identificar todos los requerimientos de la herramienta tecnología, y a partir de allí se construyó un prototipo de interfaz que cumpliera con todos los requisitos y fuera fácil de utilizar por el usuario.

Para la creación del prototipo se utilizó un software llamado Balsamiq-Wireframes (Figura 2) especializado en la creación de macupas, en el cual se puede diseñar interfaces web y móviles, se utilizó la versión en la nube la cual trabaja con google drive.

Los mockups son fotomontajes que permiten a los diseñadores mostrar al cliente como quedarían sus diseños, en nuestro caso permitió plasmar una idea clara de lo que se quiere, realizando los diseños para cada pantalla, lo cual sirvió como base para llevar luego esto a un desarrollo aplicado.

Figura 2. Software diseño mockups



Fuente: BUSCADOR DE GOOGLE IMAGENES. Mockups Balsamiq [en línea]. Fecha de consulta: consulta: 01/11/2017. Disponible en: [https://www.google.com.co/search?biw=1360&bih=588&tbm=isch&sa=1&ei=APRcWpmMI4j\\_zgLg57bQDg&q=balsamiq+mockups+&oq=balsamiq+mockups+&gs\\_l=psyab.3...29140.29140.0.29281.1.1.0.0.0.0.0.0...0...1c.1.64.psy-ab..1.0.0...0.uZf9\\_a2GnO4#imgrc=W67ef8Np4CCnmM:](https://www.google.com.co/search?biw=1360&bih=588&tbm=isch&sa=1&ei=APRcWpmMI4j_zgLg57bQDg&q=balsamiq+mockups+&oq=balsamiq+mockups+&gs_l=psyab.3...29140.29140.0.29281.1.1.0.0.0.0.0.0...0...1c.1.64.psy-ab..1.0.0...0.uZf9_a2GnO4#imgrc=W67ef8Np4CCnmM:)

El prototipo está basado en la versión inicial del aplicativo, se rediseño agregándole nuevas funciones o modificando algunas secciones, el diseño que se propuso fue un poco más robusto a lo que había inicialmente, también cabe destacar que la aplicación final no tenía que ser igual al diseño propuesto inicialmente, el diseño solo sirvió como base, ya que a la hora de aplicar los cambios sobre el aplicativo cambiaron cosas por diversos factores, como lo son requerimientos de la empresa y del proyecto, nuevas ideas al estar desarrollando, entre otros.

A continuación, se mostrará todo el desarrollo del diseño del prototipo con todas sus pantallas:

Como pantalla inicial (Figura 3) el usuario tendrá tres opciones dos de ellas ya estaban implementadas, navegación y adquisición, la nueva función es la de registrar lotes, esta favorece al usuario en cuanto a comodidad ya que puede nombrar, guardar el registro de los lotes con los árboles, tallos y ramas a utilizar como se puede observar en la Figura 4. Desde ahí podrá gestionar los lotes, guardar, eliminar y modificar, todo esto lo podría hacer el usuario antes de ingresar al lote, ya que escribir dentro del lote es un poco incómodo y es así como el

aplicativo funcionaba en un principio. Esta nueva función de registrar los lotes también favorece al sistema en cuanto a escritura, organización de los archivos y carpetas.

Figura 3. Prototipo pantalla inicial

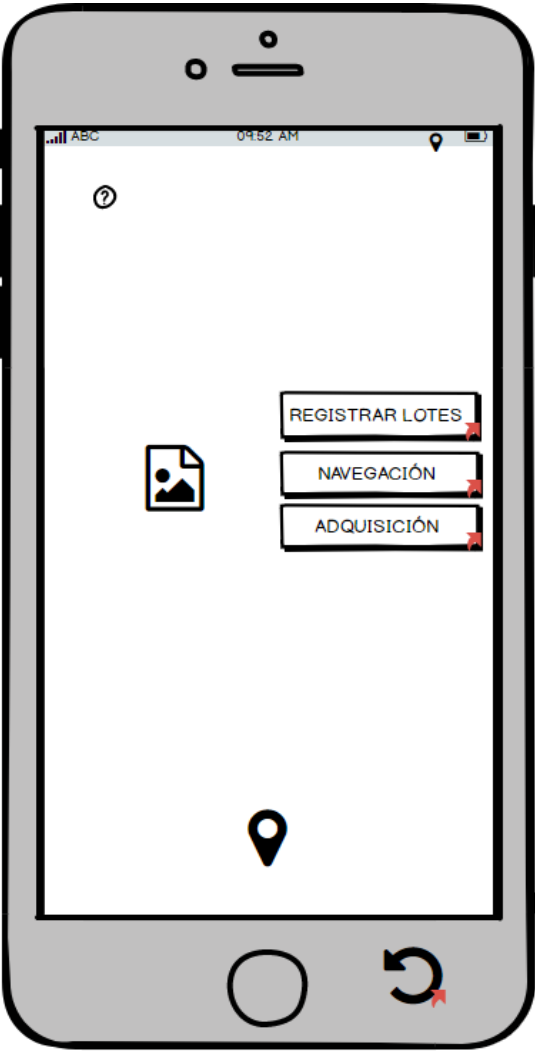


Figura 4. Prototipo registro lote



El usuario inicialmente tenía que salir del aplicativo para ejecutar algunos procesos externos, tales como la activación de GPS, el bloqueo de llamadas, la activación del silencio. Lo que se propone en el diseño del prototipo es que estas funciones sean automatizadas y se ejecuten en el aplicativo sin que el usuario tenga que preocuparse mucho por estos. El aplicativo será capaz de detectar si el celular tiene activado el GPS, en caso de que no lo tenga activado, en la pantalla inicial (Figura 5) saldrá un mensaje indicando al usuario que debe presionar el botón para activarlo, y una vez sea presionado el usuario recibirá un mensaje de confirmación de activación como lo muestra la Figura 6.

Figura 5. Prototipo pantalla inicial GPS

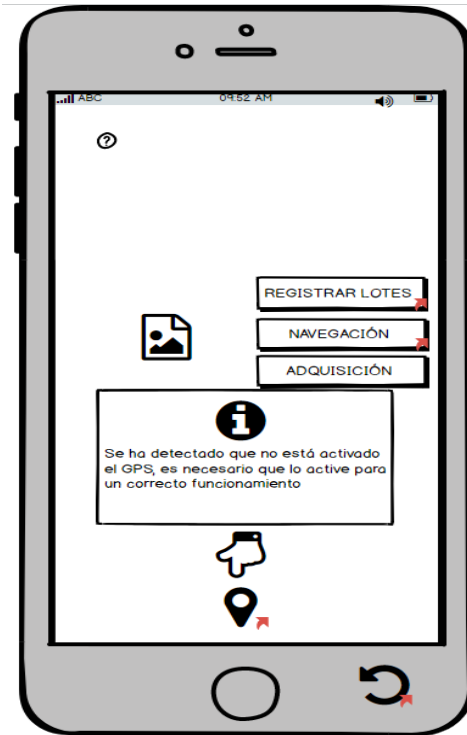


Figura 6. Prototipo confirmación activación GPS



En la pantalla inicial (Figura 3) también se propone un menú de ayuda donde se desplegará un texto o un video sobre el funcionamiento de la aplicación, presionando el botón de ayuda en la parte superior de la pantalla.

Ahora describiendo detalladamente la propuesta sobre la opción registrar lotes, la idea es que cuando el usuario registre algún lote pueda guardarlo y al seleccionar la opción de guardar reciba un mensaje donde se confirma que el lote ha sido registrado (Figura 7). Al continuar lo regresara a la pantalla inicial, donde si desea modificar algún lote que ya fuese ingresado (Figura 8) podrá hacer las modificaciones tales como ampliar o minimizar los rangos de los árboles, tallos y ramas, cuando el usuario quiera aplicar los cambios de modificar recibirá un mensaje de confirmación (Figura 9), también se podrá eliminar un registro de un lote buscando el lote que fuese registrado (Figura 10).

*Figura 7. Prototipo confirmación registro lote*

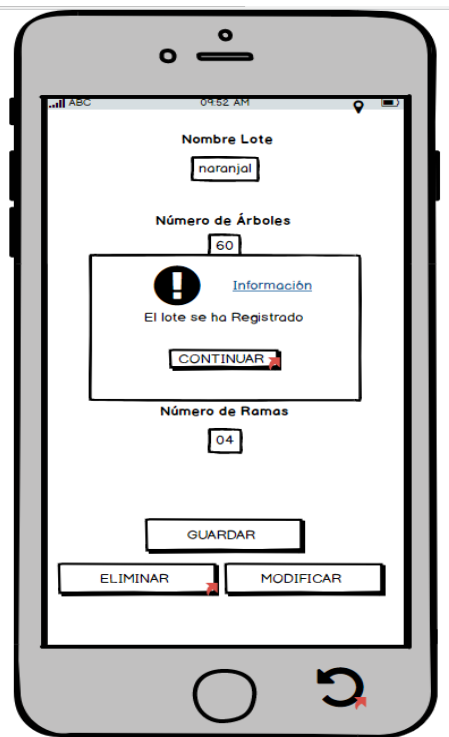


Figura 8. Prototipo modificar lote

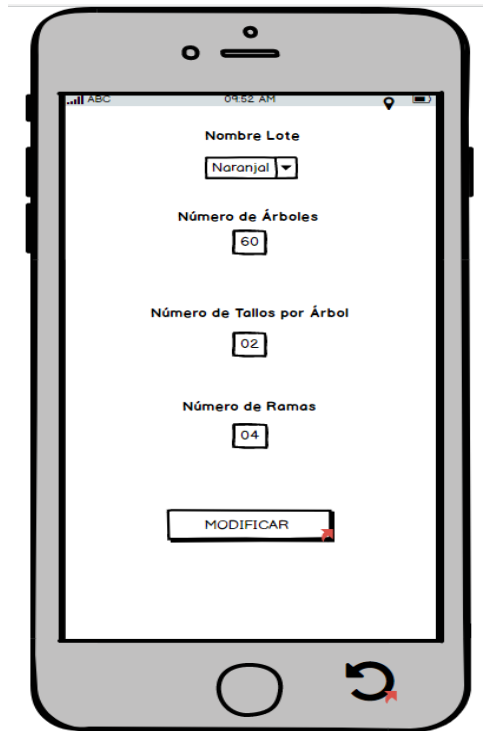
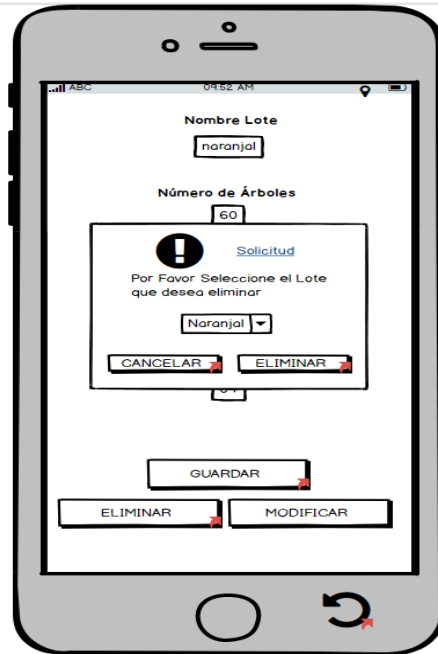


Figura 9. Prototipo confirmación de modificación



Figura 10. Prototipo eliminar lote



La información que registre el usuario en los lotes no solo es por comodidad, también el registro de los lotes servirá para utilizar estos datos en otros apartados de la aplicación, en la pantalla inicial (Figura 3) cuando el usuario seleccione la opción de "Navegación" saldrán una serie de ventanas las cuales pedirán unos datos al usuario, en la primera ventana (Figura 11) se propone que el usuario seleccione la forma en que se va a mover en el lote, ya sea lineal o aleatoria.

Figura 11. Prototipo dialogo movimiento lote





Al continuar se mostrará la segunda ventana (Figura 12) donde se seleccionará el lote para el cual va realizar la navegación y como ultima ventana informativa (Figura 13) mostrará al usuario en qué posición debe colocar el dispositivo mientras pasa por un proceso de calibración, donde finalmente llevará el usuario a la ventana de navegación donde se podrá visualizar la información de los sensores del dispositivo como se muestra en la Figura 14.

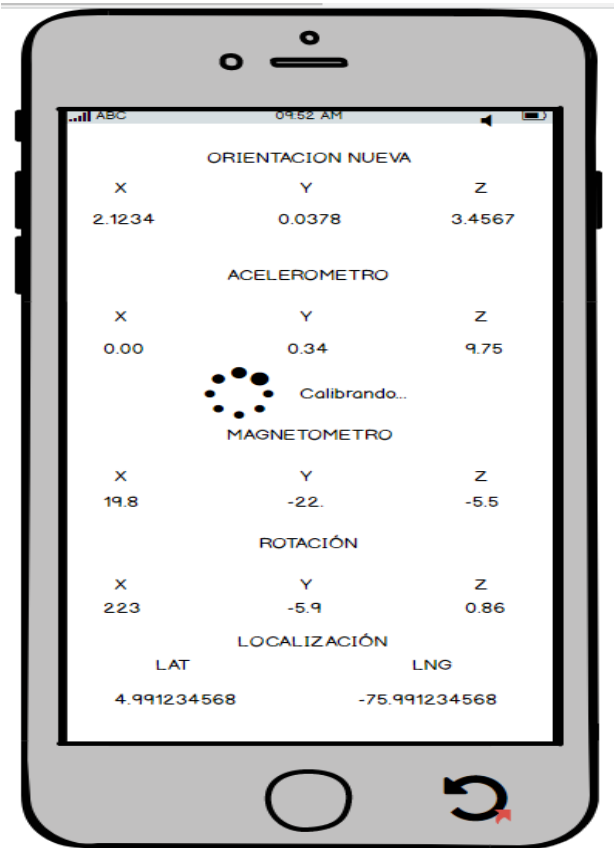
Figura 12. Prototipo dialogo selección lote



Figura 13. Prototipo dialogo información de calibración

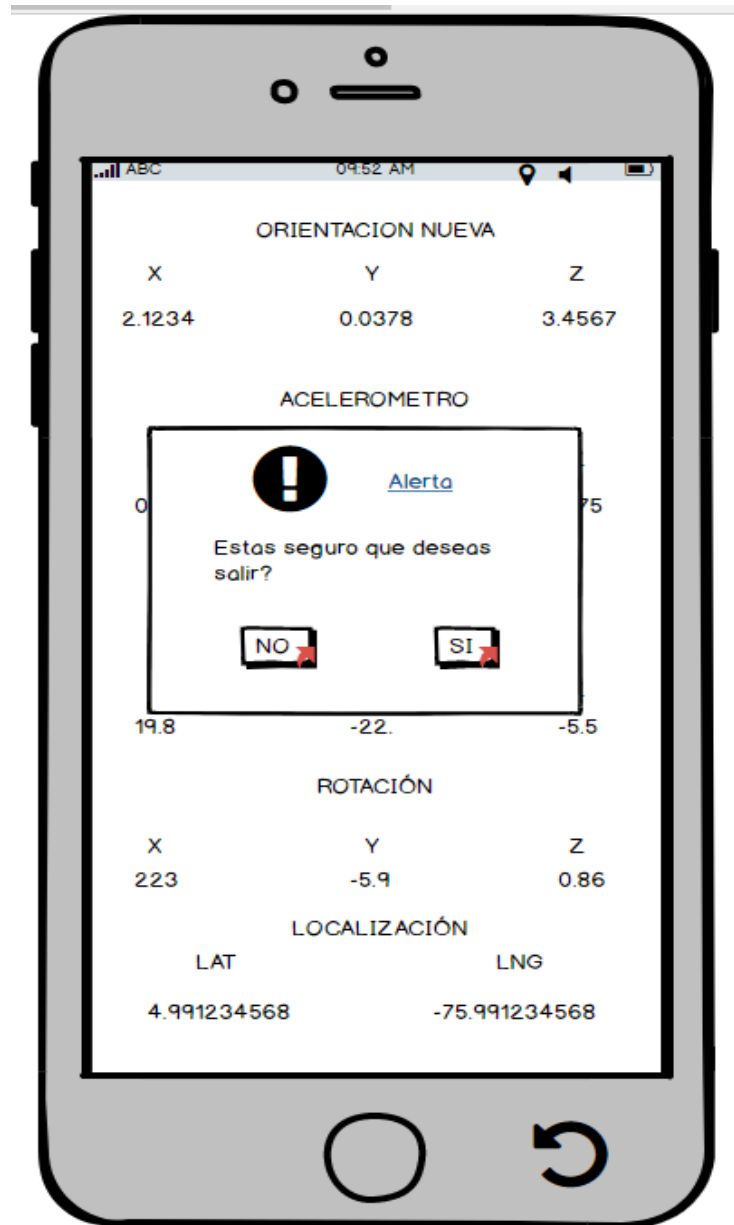


Figura 14. Prototipo pantalla de navegación



Otra de las fallas que se detectaron en campo, es que al estar dentro de un lote por condiciones de lluvia las gotas de agua hacían algún tipo de contacto con el botón de regreso y esto interrumpía el proceso que se estuviese haciendo, esto no solo ocurría con las gotas de agua, también sucedía por algún tipo de contacto involuntario con la mano, ropa o simplemente con las ramas de café o sus hojas, debido a esto se propuso implementar un dialogo de seguridad donde se confirmará si el usuario realmente quería regresar o salir del aplicativo como se puede ver en la Figura 15.

Figura 15. Prototipo dialogo de seguridad regreso atrás



Volviendo a la pantalla inicial (Figura 3) cuando el usuario selecciona la opción de “Adquisición” lo llevará a una interfaz donde habrá diversas funciones (Figura 16), opciones como videos, fotos, configuración, historial ya estaban en el aplicativo, lo que se propone en esta interfaz es omitir dos botones que hasta el momento no tenían ninguna función, los cuales se identifican con el nombre de video y reporte, se busca añadir un botón el cual se llame material adquirido y por medio de ese botón el usuario pueda tener acceso directamente a la galería del celular donde se encuentra el material como lo muestra la Figura 17.

Figura 16. Prototipo adquisición

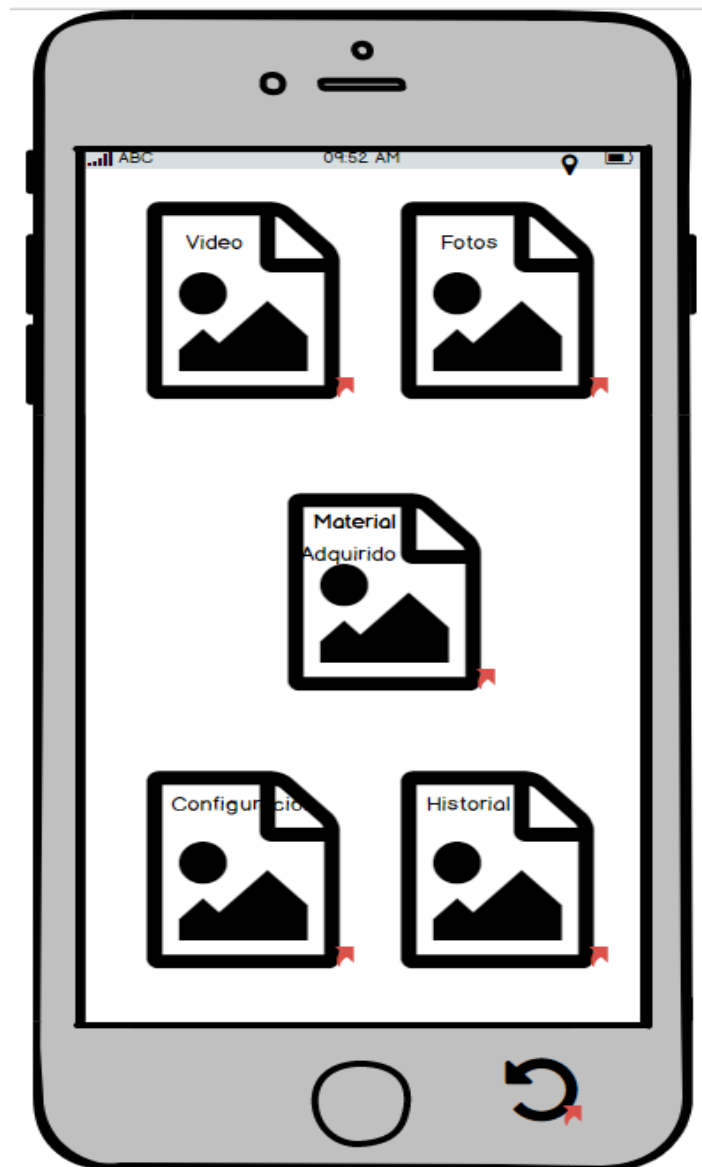
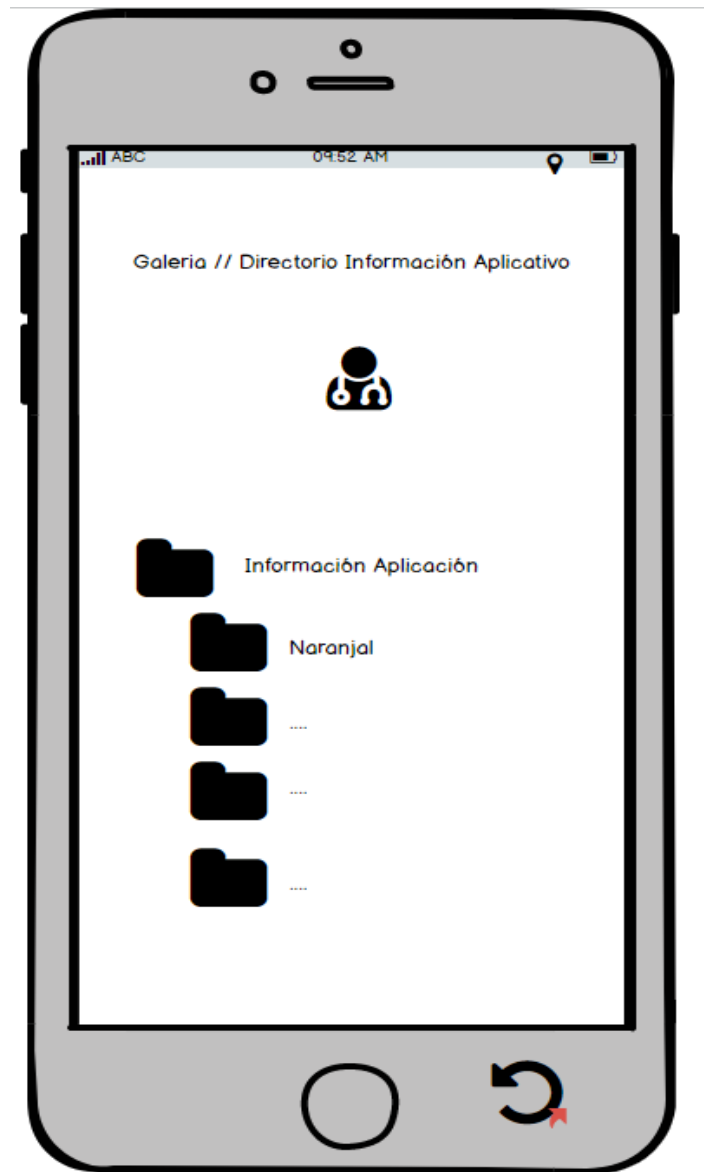


Figura 17. Prototipo galería



En la interfaz de adquisición (Figura 16) al ingresar a la opción de “video” y “fotos” se propone crear un dialogo informativo que indique al usuario en qué posición debe colocar la rama de café para capturar el video (Figura 18), posteriormente se mostrara al usuario una interfaz (Figura 19) donde deberá seleccionar los datos con que va a trabajar en el lote, esto se haría con la finalidad de asignar la ruta de guardado y el nombre del archivo.

Figura 18. Prototipo dialogo video

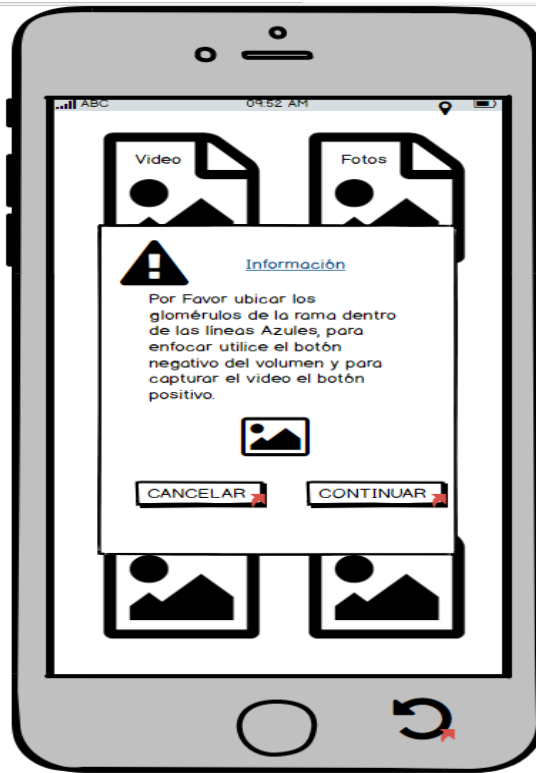
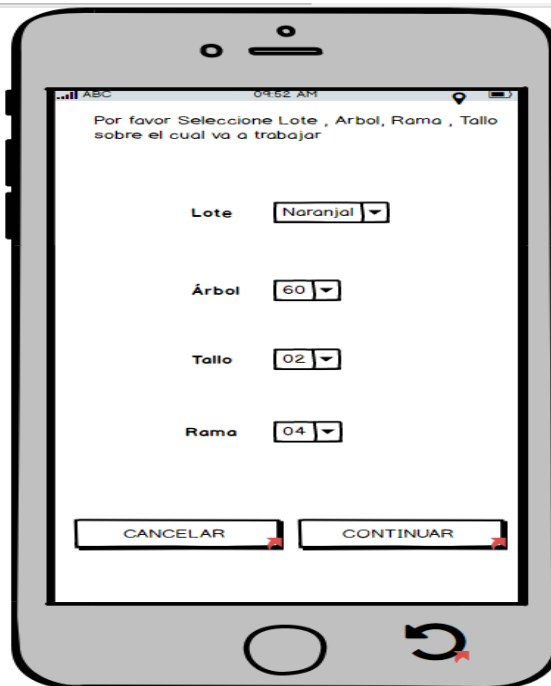


Figura 19. Prototipo selección información lote



Posterior a esto se habilitará la vista de la cámara (Figura 20) y si el usuario llegara a presionar el botón de ir atrás se mostraría un aviso de confirmación como lo muestra la Figura 21.

Figura 20. Prototipo vista cámara

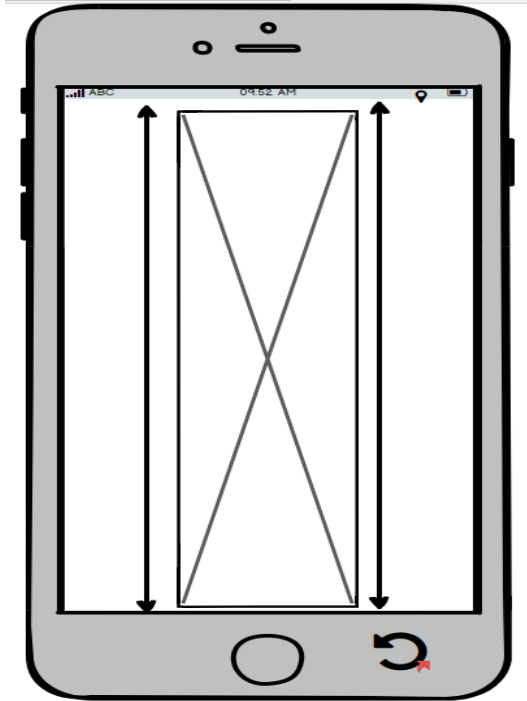
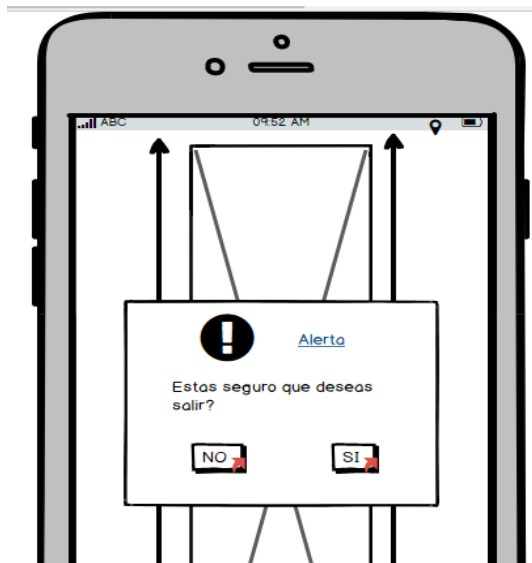


Figura 21. Prototipo dialogo confirmación regreso cámara



Otras de las dificultades que se presentaron en campo, fueron con la carga de la batería, cuando esta llegaba a niveles bajos, la pantalla del celular se oscurecía sin previo aviso, lo que hacía que se perdiera el trabajo de la rama que se estaba trabajando, cuando el dispositivo se apagaba por completo se descuadraba la fecha y hora, lo cual era incómodo y hacía perder algo de tiempo al usuario. Se planteó una propuesta donde el dispositivo fuera capaz de detectar el nivel bajo de la batería y justo antes de que se oscureciera la pantalla, se informara al usuario (Figura 22) que debía terminar la rama que estaba haciendo y debía cambiar de batería o conectar una powerbank.

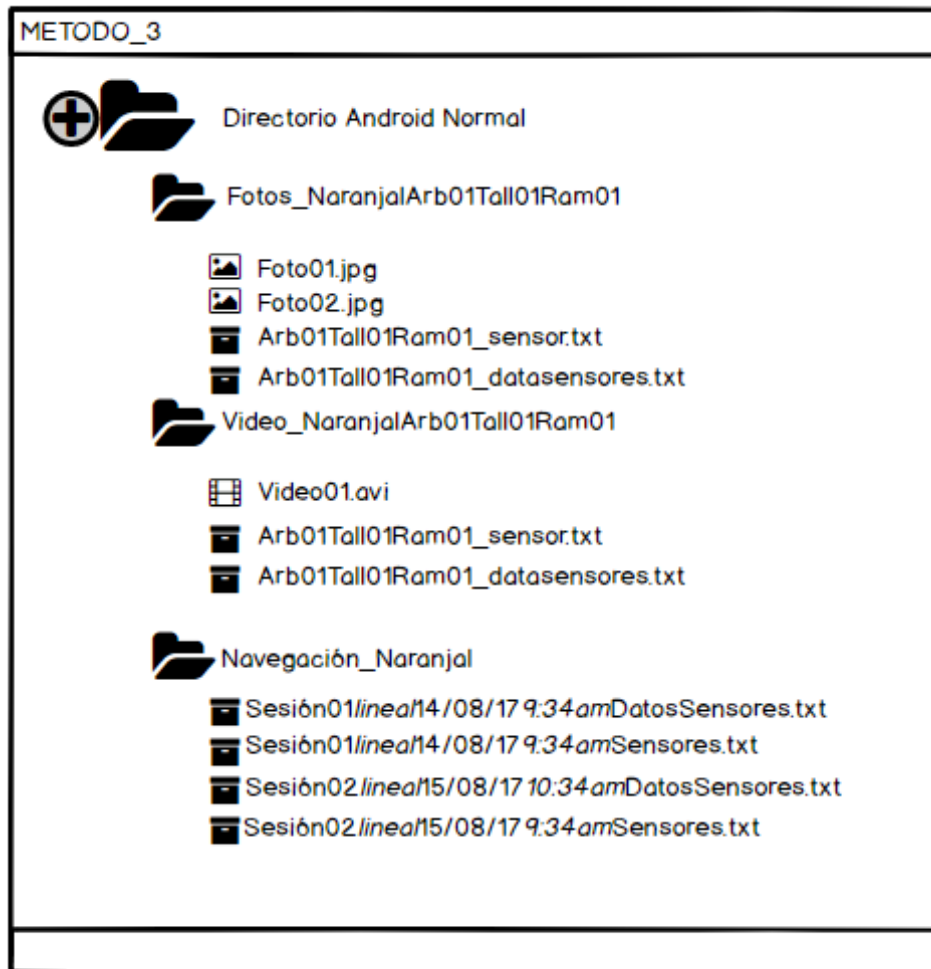
Figura 22. Prototipo batería baja





En el método propuesto se crearían tres carpetas principales, una carpeta para fotos, otra para videos y otra para navegación, pero el nombre de estas carpetas tendría incluido el nombre del lote, el número del árbol, número de tallo y número de rama. Como se ve en la Figura 23.

Figura 23. Prototipo directorio



## **Implementación de programación de nuevas funciones aplicativo móvil**

Luego de haber hecho un análisis y pruebas tanto en campo como el mismo dispositivo se implementaron funciones y se hicieron modificaciones a el aplicativo que había en un principio, teniendo en cuenta que cada cambio que se hizo es importante para el buen funcionamiento de este, los cuales ayudaron a mejorar el rendimiento y manejo de esta. A continuación, se listará en general los cambios aplicados en la app:

- Programación de la interfaz con la propuesta del diseño del prototipo.
- Verificación configuración de la cámara.
- Implementación del módulo registro lote con bases de datos.
- Modo silencio automático en las secciones adquisición y navegación del aplicativo.
- Bloqueo automático de llamadas
- Diálogos informativos de utilización de la aplicación los cuales fueron distribuidos en diferentes secciones de la app.
- Cambio del icono de la app.
- Función de escritura de los archivos, el nombre de estos depende de las características que el usuario seleccione a la hora de tomar la información.
- Ajuste de sensores
- Diálogos de seguridad que evitan que la aplicación se salga instantáneamente por diferentes motivos
- Detección del estado del GPS, en caso que este desactivado la app lo activara automáticamente.
- Procedimiento de verificación de sensores en cada dispositivo que sea instalada la aplicación.
- Verificación de nivel de batería en modo foto y video cuando llega al 20% de su carga.
- Bloqueo de notificaciones mediante la verificación de los datos móviles, si detecta que están encendidos pide al usuario apagarlos.
- Función de temporizador en modo video
- Reprogramación del archivo que se genera con los datos de los sensores para que se genere una sola vez y se reemplace cada que se ingrese a la función.
- Implementación modulo mapa para identificación de la primera coordenada.
- Creación de archivo de coordenadas con la información del lote.
- Implementación del algoritmo SIN (Sistema de navegación inercial).
- Proceso de programación que detecta la coordenada generada por el SNI y la guarda en la respectiva carpeta del árbol utilizado.
- Proceso de verificación de carpetas creadas, para video y fotos, el cual detecta si ya hay carpetas creadas y si el usuario selecciona la misma información la app informaría sobre esto para evitar errores de escritura, tales como la creación de carpetas repetidas.
- Bases de datos aplicadas en diferentes secciones del aplicativo.

- Instrucciones mapa con mensajes flotantes.

A continuación, se mostrará lo que es el funcionamiento de la aplicación con todos los cambios aplicados anteriormente, lo presentado aquí fue lo realizado durante toda la estadía del segundo semestre de la practica en CENICAFE.

Se cambio el icono que tenía la aplicación por el que se presenta en la Figura 24. El cual representa unos frutos de una rama de café.

Figura 24. Icono aplicación



Para que la aplicación funcione correctamente en un dispositivo móvil, este debe contar con los siguientes sensores: Acelerómetro, magnetómetro, giróscopo, GPS, Cámara, Tarjeta Wifi, y como mínimo la versión Android no debe ser inferior a la 4.4. es por eso que se decidió implementar el proceso de verificación de sensores en cada dispositivo que la app sea instalada, esto lo hace solo una vez. Como se puede ver en la Figura 25. Una vez se inicia la app se empieza el proceso de verificación por unos segundos y si todo está bien muestra el chequeo de cada sensor (Figura 26) y un mensaje de confirmación como lo muestra la Figura 27.

Figura 25. Verificación de sensores



Figura 26. Chequeo sensores

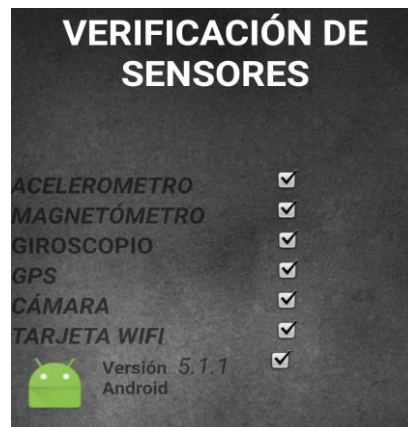
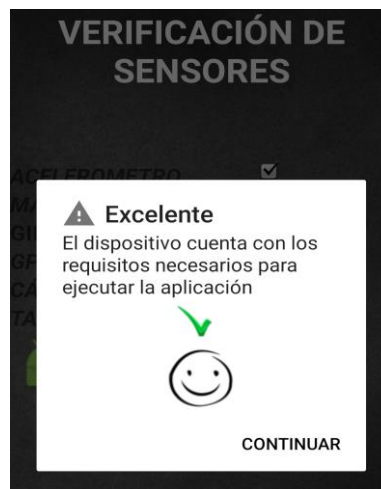
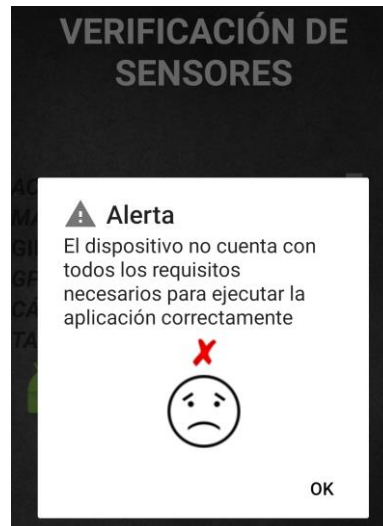


Figura 27. Aprobación chequeo sensores



En el caso de que el dispositivo no cuente con algún sensor o una versión muy antigua de Android, el chequeo de sensores le mostrara al usuario el mensaje de que el dispositivo no cuenta con todos los sensores necesarios para ejecutar el aplicativo como muestra la Figura 28.

Figura 28. Comprobación sensores incompletos



Posterior a esto se implementó la detección de estado del GPS, es decir si está activado o desactivado, este punto es muy importante porque la aplicación toma datos del GPS y este debe estar activado, al entrar a la pantalla inicial, si se detecta que esta desactivado el GPS pedirá al usuario que presione aceptar para activarlo automáticamente (Figura 29).

Figura 29. Activación del GPS



al seleccionar aceptar, se activará el GPS automáticamente y mostrará en pantalla un mensaje de confirmación como lo muestra la Figura 30.

Figura 30. Confirmación activación GPS



En caso tal que el usuario no active el GPS automáticamente se saldrá del aplicativo y mostrar un mensaje informativo donde solicita al usuario que es importante la activación del GPS como lo muestra la Figura 31.

Figura 31. Mensaje informativo solicitud activación GPS



En ciertas funciones del aplicativo móvil este va estar utilizando los sensores del celular, como lo es el acelerómetro, giróscopo, magnetómetro, y estos son muy sensibles por lo que se requiere que no haya interrupciones en el proceso, es por eso que se implementó un proceso el cual verifica si los datos móviles están activados y en caso de que lo esté, pedirá desactivarlos al usuario, de esta manera se pueden evitar interrupciones y vibraciones de notificaciones (Figura 32).

Figura 32. Verificación datos móviles



Una vez pasa estos procesos de verificación se mostrará la pantalla principal (Figura 33) la cual se compone de tres botones que llevan a diferentes módulos, navegación y adquisición ya estaban desarrollados, pero en vista de que a la aplicación le hacía falta una mejor gestión de los lotes, se implementó el nuevo módulo llamado registrar lotes.

El módulo de registrar lotes (Figura 34) fue creado por varios motivos, entre ellos mejorar la experiencia del usuario y la escritura en el nombre de las carpetas donde se guardan las fotos. Este módulo cuenta con formularios y bases de datos para gestionar la información de los mismos. El usuario deberá ingresar la información de lote en que va a trabajar, como el nombre, edad del lote, estos dos campos por medio de texto, lo demás campos número de árboles, numero de ramas, numero de tallos se llenan por medio de una lista desplegable de números como lo muestra la Figura 35.

Figura 33. Pantalla principal



Figura 34. Registro lote

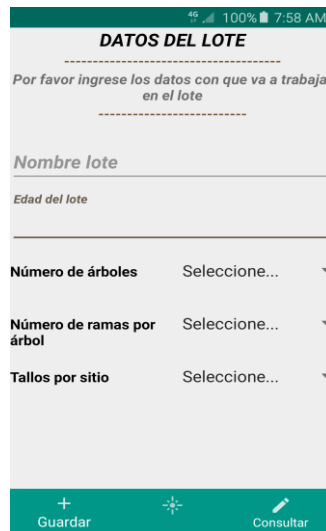
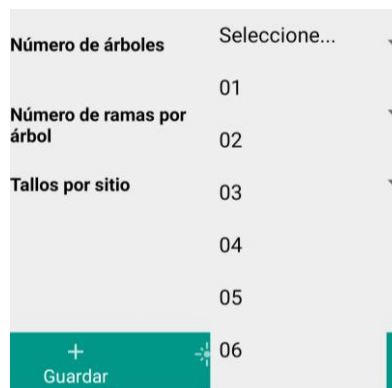


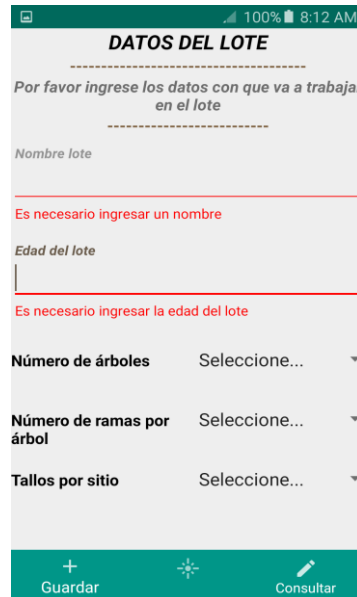
Figura 35. Registro lote spinner





En caso tal de que el usuario presione guardar y le falte algún campo del formulario, este está programado para verificar campos vacíos y no dejara avanzar hasta que se llenen todos los campos como lo muestra la Figura 36.

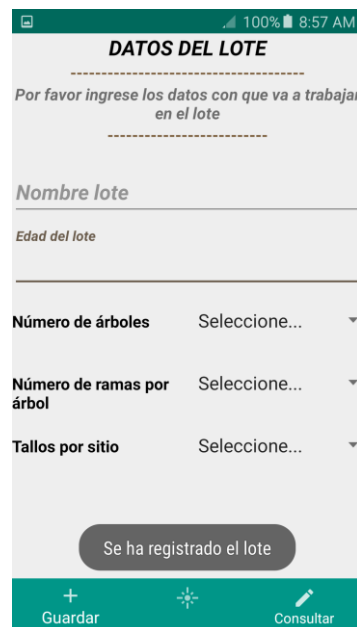
Figura 36. Verificación campos formulario registro lote



The screenshot shows a mobile application interface for 'DATOS DEL LOTE'. At the top, there is a status bar with 100% battery and 8:12 AM. Below the title, a message asks the user to enter data for the plot. The form contains several fields: 'Nombre lote', 'Edad del lote', 'Número de árboles', 'Número de ramas por árbol', and 'Tallos por sitio'. The 'Nombre lote' and 'Edad del lote' fields are highlighted with red borders and have red error messages: 'Es necesario ingresar un nombre' and 'Es necesario ingresar la edad del lote' respectively. The 'Número de árboles', 'Número de ramas por árbol', and 'Tallos por sitio' fields are dropdown menus with 'Seleccione...' as the selected option. At the bottom, there is a green bar with three icons: a plus sign for 'Guardar', a star for an unknown function, and a pencil for 'Consultar'.

Una vez se registra un lote, la aplicación mostrara un mensaje flotante y se limpiaran los campos como se muestra en la Figura 37.

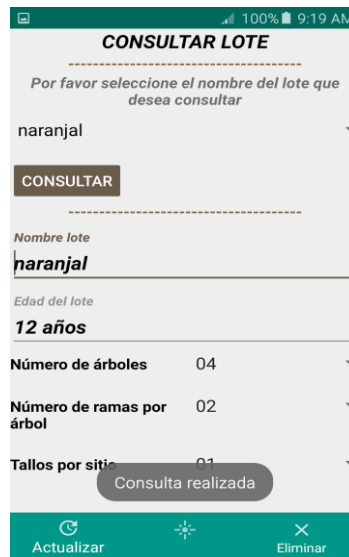
Figura 37. Confirmación registro lote exitoso



The screenshot shows the same 'DATOS DEL LOTE' form as in Figure 36, but now with a confirmation message. The status bar shows 100% battery and 8:57 AM. The form fields are now empty, indicating they have been cleared. A dark grey floating message box at the bottom center of the form contains the text 'Se ha registrado el lote'. The green bar at the bottom with the 'Guardar', star, and 'Consultar' icons remains the same.

En la misma interfaz de registro lote abra una sección donde se consulta el lote con un spinner donde debe de aparecer todos los lotes que hay registrados y se consulta dependiendo de la elección como lo muestra la Figura 38. Esta misma interfaz de consultar cuenta con dos botones en la parte de abajo la cual permitirá actualizar y eliminar un lote.

Figura 38. Consulta lote



Cuando el usuario regresa a la pantalla principal (Figura 33) y entra al módulo de navegación, en primera instancia saldrán unos diálogos informativos de cómo debe usar el celular en el soporte como lo muestra la Figura 39.

Figura 39. Dialogo informativo uso de interfaz navegación



Posteriormente se mostrará un dialogo (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**) donde el usuario tendrá que interactuar con la pantalla para elegir el lote en el que va a trabajar y va adquirir los datos de los sensores.

Figura 40. Dialogo selección lote



Si es la primera vez que el usuario ingresa a el módulo de navegación para el lote que seleccione, la aplicación lo detectara, y esta verificación la hace por medio de los archivos que crea la aplicación con los datos de los sensores y al no detectarlos en el directorio del dispositivo, lo detectara como la primera vez que se van adquirir los datos para ese lote, cuando es por primera vez inmediatamente la aplicación carga un mapa (Figura 41) la cual viene acompañada de una serie de instrucciones por pantalla como lo muestra la Figura 42 y Figura 43

Figura 41. Mapa instructivo mensaje 1



Figura 42. Mapa instructivo mensaje 2

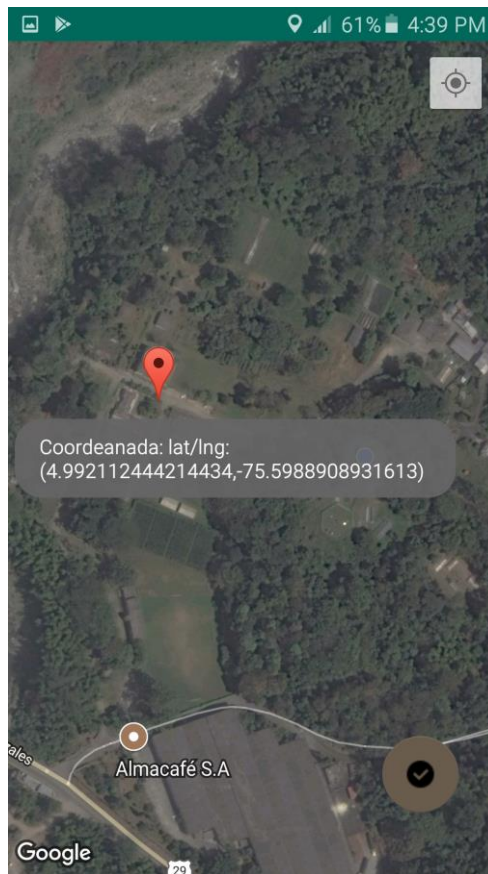


Figura 43. Mapa instructivo mensaje 3



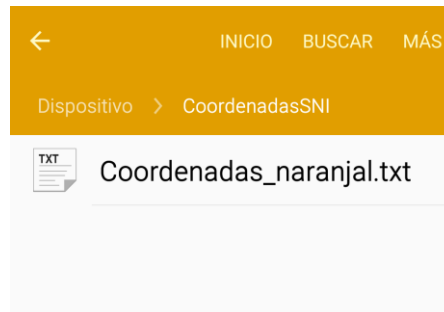
Un requisito muy importante para poder ejecutar el algoritmo SNI desarrollado por el Ingeniero Álvaro Guerrero de CENICAFE, es que la aplicación debe suministrarle una primera coordenada exacta, y es por esto que se desarrolló la interfaz de mapas donde el usuario pondrá la primera coordenada del lote en el que va a adquirir la información como se puede ver en la Figura 44.

Figura 44. Marcado en mapa



Como se decía anteriormente el mapa suministrara una coordenada la cual se guarda en un archivo de texto en el directorio del dispositivo móvil (Figura 45)

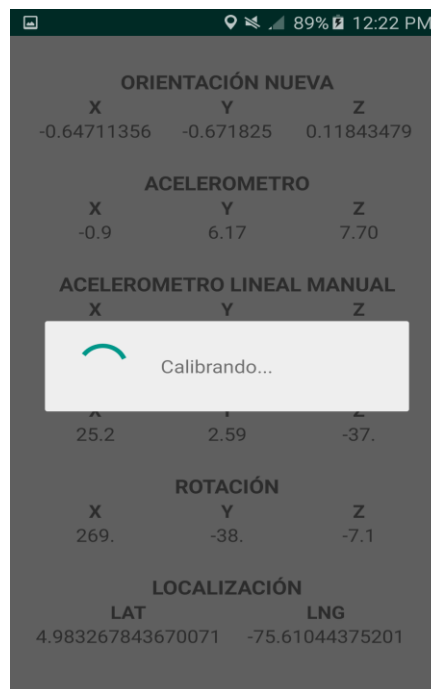
Figura 45 Directorio coordenadas



Luego de pasar por el anterior proceso de mapas, la aplicación mostrara la interfaz de navegación, donde se muestran todos los datos de los sensores del celular. En la primera etapa de la práctica se hizo un trabajo junto con el Ingeniero Álvaro Guerrero, para corregir un error de calibración en los sensores, el cual dura 14 segundos mostrándole al usuario que se está haciendo un proceso de calibración por medio de un cuadro de carga (Figura 46). El usuario sabrá cuando se termina el proceso de calibración cuando desaparezca de la pantalla el cuadro de carga.

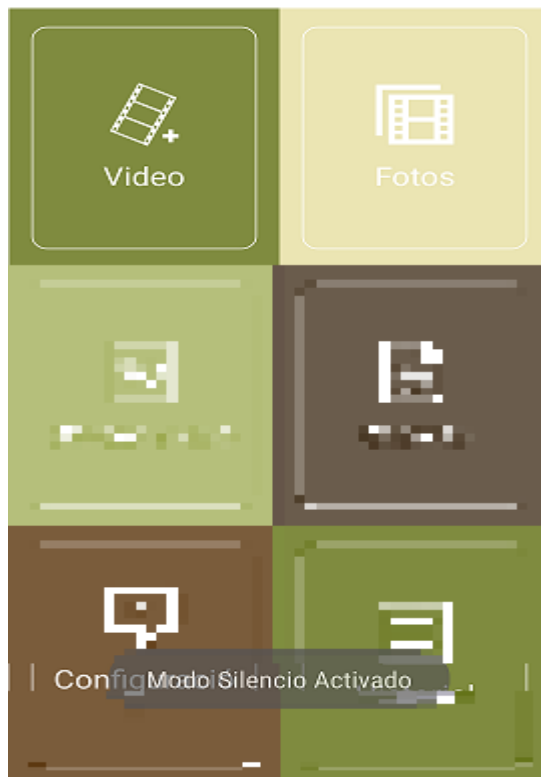
También cabe resaltar que dentro de esta interfaz de navegación el celular se coloca automáticamente en silencio para evitar cualquier interrupción y vibración en los sensores.

Figura 46. Calibración navegación



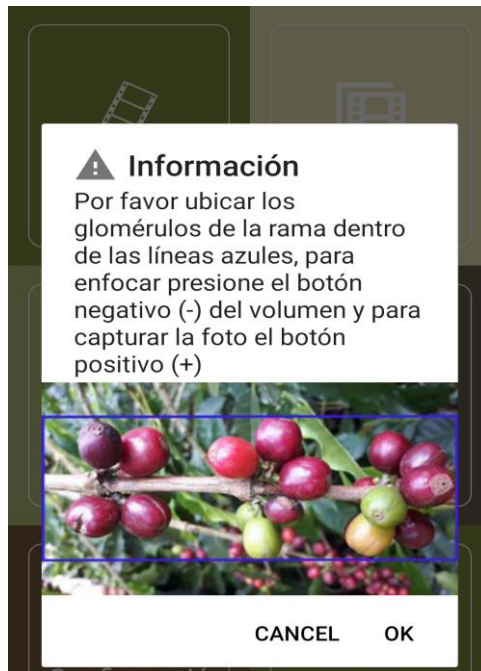
En la pantalla inicial (Figura 3) queda un solo modulo por explorar el cual se llama Adquisición, este módulo es la opción de la aplicación donde se va adquirir cierta parte de la información que un caficultor debe tomar, dentro de este hay un menú con varias opciones (Figura 47) pero en este caso solo se trabajó con las secciones de video y fotos, a las cuales se les hicieron ciertas modificaciones. El modo Silencio del dispositivo también se activará automáticamente una vez el usuario entre a la interfaz.

Figura 47. Interfaz de adquisición



Analizando un poco la sección de fotos, se programó una ventana de dialogo la cual informara al usuario sobre cómo debe adquirir las fotos y una imagen que muestra cómo debe adquirir las mismas como muestra la Figura 48.

Figura 48. Instrucciones fotos



Posteriormente se pide al usuario introducir los datos con que va a trabajar (), esto se hizo utilizando bases de datos con el registro de los lotes y así se ahorrará tiempo y errores de escritura, el usuario no tendrá que escribir dentro del lote, solo tendrá que hacer proceso de selección, lo cual genera ciertas ventajas como se explicaba en el diseño del prototipo.

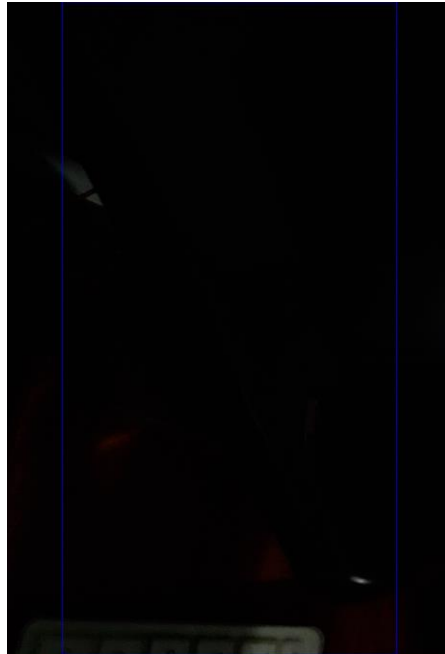
Figura 49. Dialogo datos fotos



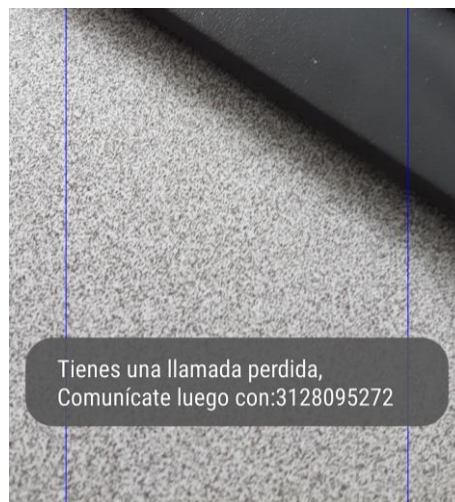


Luego se activará la vista de la cámara donde el usuario tomará las fotos que se necesiten de las ramas de los árboles. Se programó el dispositivo para que cuando la cámara esté en funcionamiento, se bloqueen las llamadas, por lo tanto, no entrara ninguna llamada para el usuario mientras se están adquiriendo las fotos con la aplicación, pero en caso tal que entre una llamada si se le notificara al usuario por medio de un mensaje en la pantalla como se muestra en la Figura 51.

*Figura 50. Vista cámara*

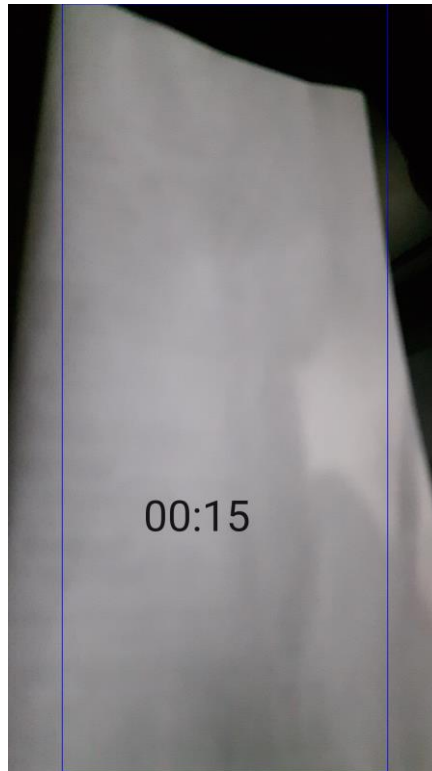


**Figura 51. Bloqueo de llamadas**



Cuando él usuario entra a la sección de video ocurre lo mismo que el proceso anterior de fotos, se muestra al usuario un dialogo instructivo y luego se piden los datos del lote para adquirir el video, donde posteriormente se mostraría la cámara, se ha colocado un contador, una especie de cronometro para indicar al usuario cuando se empieza a grabar (Figura 52) también el bloqueo de llamadas funciona en esta sección.

Figura 52. Cronometro video



En la interfaz de adquisición donde está el menú de foto y video, cuando se piden los datos (Figura 49) Se presentaron algunos problemas con la creación de las carpetas con la información, ya que el usuario muchas veces introducía los mismos datos y se repetían las carpetas lo que puede provocar problemas para luego procesar los datos. Se implementó un método de verificación con bases de datos, el cual hiciera el chequeo para verificar si los datos que el usuario desee registrar ya fueron utilizados o no, en caso de que ya el usuario los haya utilizado aparecerá dos mensajes por pantalla indicando al usuario lo que debe hacer como lo muestra la Figura 53 y Figura 54 .

Figura 53. Directorio existente

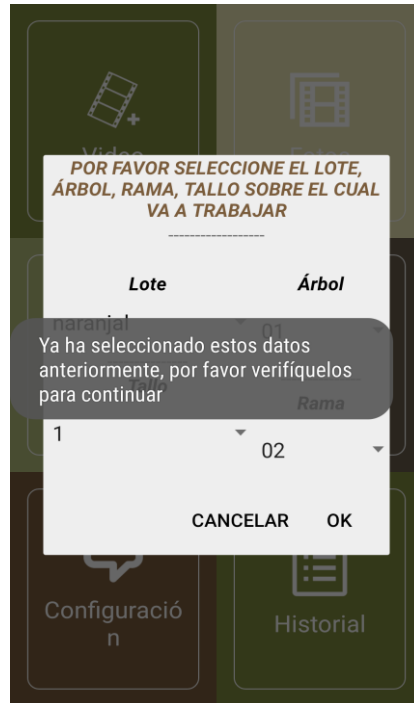
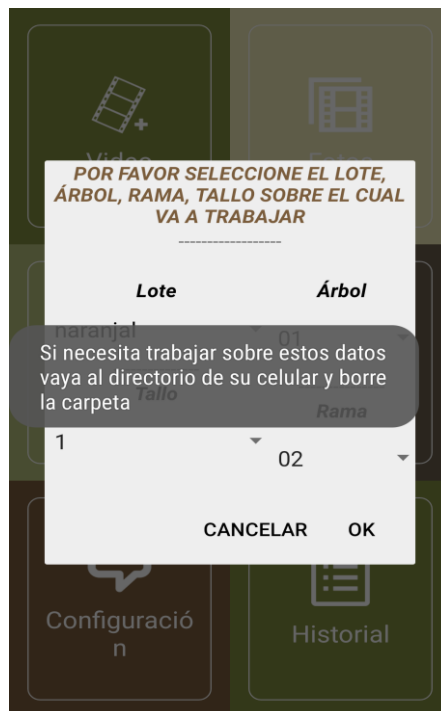


Figura 54. Directorio existente recomendación



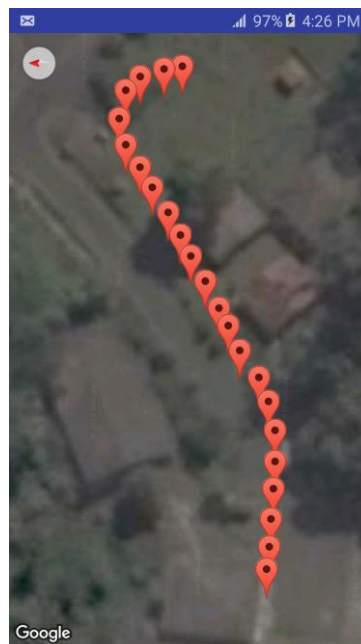
Uno de los retos era montar el algoritmo del SNI, desarrollado por el Ingeniero Álvaro Guerrero de CENICAFE. El SNI es un algoritmo que genera coordenadas a partir de información de los sensores del celular. Este algoritmo estaba desarrollado en otro lenguaje, el cual había que pasar a java y montarlo en el aplicativo móvil y probar su funcionamiento.

Esta actividad se hizo trabajando en conjunto con el Ing. Álvaro Guerrero, y como resultado se obtuvo un buen montaje, el cual quedo funcionando de forma correcta, genera las coordenadas del lote de café y las guarda en un archivo de texto en el directorio del celular (Figura 55). Esas coordenadas que genera el SNI luego son graficadas en el mapa como lo muestra la Figura 56.

Figura 55. Archivo coordenadas SNI



Figura 56. Coordenadas graficadas



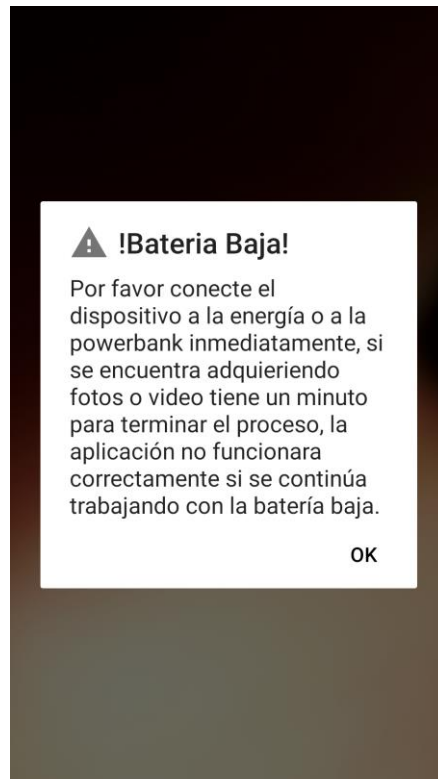
Como se había propuesto en el diseño del prototipo, muchas veces cuando el usuario está en el interior de un lote la pantalla puede hacer contacto con una rama, gota de agua, entre otros, esto ocasionaba que el aplicativo se saliera sin previo aviso, por lo que se decidió implementar un método de seguridad donde se confirme si el usuario realmente quiere salir de la aplicación como lo muestra la Figura 57

Figura 57. Mensaje de alerta regreso atrás



Otro de los mensajes de alerta que se implemento fue el de batería baja, el dispositivo detecta cuando llega a 20 % de su carga y muestra un mensaje al usuario en caso de que este se encuentre tomando fotos o grabando videos (Figura 58), todo esto con el fin de evitar que el celular se apague desprevénidamente o se oscurezca la pantalla y ocasione pérdida de tiempo al usuario.

Figura 58. Batería baja



## PRUEBAS EN CAMPO

Como se ha nombrado a lo largo del documento se han hecho pruebas en campo con diferentes versiones del aplicativo, se ha adquirido más de 7 mil fotos con diferentes versiones y en diferentes lotes de café, las cuales son organizadas en carpetas automáticamente y posteriormente son procesadas por un algoritmo que interpreta los frutos en cada foto, Este algoritmo fue desarrollado por la Ingeniera Paula Jimena Ramos, y funciona externo al aplicativo, pero este sirve como herramienta para adquirir la información en campo.

Cada vez que se hacían las pruebas siempre se presentaba algo por implementar en el aplicativo y esto se debe a un análisis que se hacía en el transcurso del levantamiento de información con la app, algo que favoreció mucho fue adquirir la información siempre en lotes diferentes, con diferentes tipos de siembre, diferentes tamaños de los árboles, topografía variada, es decir plana, pendiente, también adquirir la información bajo la lluvia y sol. Todo esto se prestó para evaluar el nivel y el funcionamiento de la app.

Se considera que hubo un gran avance desde las primeras pruebas hasta la última, donde ya se obtenían mejores resultados los cuales favorecían al proyecto, las

pruebas fueron hechas por todo el equipo de trabajo, pero hasta la fecha no ha sido probada por ningún caficultor, porque la app aún debe pasar por algunos otros procesos tanto de funcionamiento como legales.

## **6.2 DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

La necesidad de complementar el aplicativo móvil en un principio se dio por los respectivos análisis que se hicieron adquiriendo información en el campo, donde se dio la oportunidad estar más incursionado en el funcionamiento de este y analizar qué es lo que se necesitaba implementar realmente para que el usuario final pudiera tener una herramienta portable, completa y funcional en sus manos a través de una aplicación móvil en un Smartphone.

Analizando un poco los resultados obtenidos, han sido beneficiosos ya que todos los cambios y mejoras que se aplicaron y se mostraron, mejoraron considerablemente el funcionamiento del aplicativo, tanto a nivel computacional como a nivel de utilidad por el usuario, ya que es un aplicativo móvil completo pero de fácil manejo, que es lo que se esperaba ya que el usuario final va a ser un caficultor el cual no tiene mucha experiencia en el manejo de estos dispositivos, un usuario de estos en su mayoría solo maneja lo más básico de un Smartphone como lo son llamadas y redes sociales, no manejan otros recursos del dispositivo, en este caso los procesos complejos que ejecuta el aplicativo, se ejecutan internamente y algunas de estos en automático, el usuario solo tendrá que seguir las instrucciones y dar las ordenes a el aplicativo por medio de interfaces las cuales están programadas para correr todo los procesos con el menor esfuerzo del usuario.

## 7. CONCLUSIONES

- Se han cumplido los objetivos y requisitos mencionados en este trabajo. El principal de ellos era ajustar un sistema de información basado en un aplicativo móvil para facilitar la identificación de mapas de producción de los lotes sembrados en café
- Los cambios y mejoras desarrollados en la aplicación ofrecen el fácil levantamiento de la información en campo con toda la información necesaria para luego ser entregada a un algoritmo encargado de interpretar dicha información.
- La integración de todos los cambios en la aplicación ofrece al usuario la mejor experiencia a la hora de utilizar los recursos de esta.
- Atendiendo un poco al desarrollo técnico del proyecto, algunas de las ideas que se plantearon inicialmente presentaron dificultades, pero una vez realizado un análisis y varias pruebas en el campo de ejecución, se logró implementarlas, la fase de prueba en campo fue de suma importancia para la planificación y desarrollo de las mismas.



## 8. RECOMENDACIONES

- Si CENICAFÉ desea comercializar o poner en funcionamiento el aplicativo móvil para todos los caficultores que pertenezca a la federación, se recomienda hacer un análisis a fondo sobre el funcionamiento de la app para evaluar su comportamiento y hacer más modificaciones si es necesario.
- La aplicación móvil guarda mucha información en el dispositivo, la cual es adquirida por el usuario, es importante implementar conexión con un servidor para que la información se almacene en la nube y allí se ejecuten todos los procesos externos y luego muestre los reportes en el aplicativo móvil.
- Android es un sistema operativo el cual está en constante actualización, por lo tanto, se recomienda programar una tarea de mantenimiento para estudiar nuevas versiones y adaptarlas al proyecto, de esta forma se evitarían fallas y malos comportamientos en futuras versiones de Android.

## BIBLIOGRAFÍA

Avendano, J., Ramos, P. J., & Prieto, F. A. (2017). A system for classifying vegetative structures on coffee branches based on videos recorded in the field by a mobile device. *Expert Systems with Applications*, 88, 178-192.

Cárdenas, M. I. Z., & Ochoa, B. E. M. (2015). Ruralidad y dispositivos móviles: apropiación social y uso de la Tableta de Información Cafetera TIC. Estudio de caso Federación Nacional de Cafeteros para Antioquia. *Revista Lasallista de Investigación*, 12(2), 19-27.

García, E., & Flego, F. (2008). Agricultura de precisión. *Revista Ciencia y Tecnología*. Recuperado de [http://www.palermo.edu/ingenieria/Ciencia\\_y\\_tecnologia/ciencia\\_y\\_tecno\\_8.html](http://www.palermo.edu/ingenieria/Ciencia_y_tecnologia/ciencia_y_tecno_8.html).

Gasca Mantilla, M. C., Camargo Ariza, L. L., & Medina Delgado, B. (2014). Metodología para el desarrollo de aplicaciones móviles. *Tecnura*, 18(40).

Ramos, P. J., Prieto, F. A., Montoya, E. C., & Oliveros, C. E. (2017). Automatic fruit count on coffee branches using computer vision. *Computers and Electronics in Agriculture*, 137, 9-22.

P.J. Ramos, F.A. Prieto, and C.E. Oliveros. "Semiautomatic annotation system to generate ground-truth in image sequence of agricultural sceneries". In: 2016 4th CIGR International Conference of Agricultural Engineering. Aarhus, Denmark. June 2016.

Marote, M. L. (2010). Agricultura de precisión.

Bragachini, M. A., Mendez, A. A., & Scaramuzza, F. M. (2006). Agricultura de precisión y siembra variable de insumos en tiempo real mediante el uso de GPS y una prescripción con sembradora IOM inteligente mega de 12 surcos a 52, 5 cm. *Curso Internacional de Agricultura de Precisión. 6. Expo de Máquinas Precisas. 1. 2006 07 25-27, 25 al 27 de julio de 2006. Manfredi, Córdoba. AR.*

Gutiérrez Martínez, A., Hernández Rivas, S., & Virgen Sánchez, A. (1995). Trampeo en el campo de la broca del fruto de café *Hypothenemus hampei* Ferrari (Coleoptera: Scolytidae) con los semioquímicos volátiles del fruto de café robusta *Coffea canephora* Pierre ex Froehner. In 16. *Simposio sobre Caficultura Latinoamericana 25-29 Oct 1993 Managua (Nicaragua)* (No. IICA ICCR-A1/HN 95-004). IICA, Guatemala (Guatemala). PROMECAFE Comisión Nacional del Café, Managua (Nicaragua).

Guharay, F., Monterrey, J., Monterroso, D., & Staver, C. (2000). Manejo integrado de plagas en el cultivo del café. *Manual técnico*, (44).

Le Pelley, R. H., & Subirana, J. C. (1973). *Las plagas del café*(No. 633.73/L595). Barcelona, ES: Labor.

Guharay, F., Monterroso, D., & Staver, C. (2001). El diseño y manejo de la sombra para la supresión de plagas en cafetales de América Central. *Agroforestería en las Américas*, 8(29), 22-29.

Martínez Rodríguez, A., Morales Fonta, A., Gómez, A. D., & Nsanza Aloysius, H. (1989). Determinación de los parámetros de un órgano de trabajo para la cosecha mecanizada del café por vibración. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias (Cuba) v. 2 (3) p. 27-44.*

Trujillo, H. I. E., Aristizábal, L. F. A., Bustillo, A. E. P., & Jiménez, M. Q. (2006). Evaluación de métodos para cuantificar poblaciones de broca del café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari)(Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae), en fincas de caficultores experimentadores/Evaluation of methods to quantify populations of the coffee berry borer *Hypothenemus hampei* (Ferrari)(Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae), in farms of coffee growers experimenters. *Revista Colombiana de Entomología*, 32(1), 39.

Uribe Henao, A., & Salazar Arias, N. (1981). Distancias de siembra y dosis de fertilizante en la producción de café. *Cenicafé (Colombia) v. 32 (3) p. 88-105.*

Arcila, J., FARFAN, F., Moreno, A. M., Salazar, L. F., & Hincapié, E. (2007). Sistemas de producción de café en Colombia.