

Proyecto Integrador

Juan Alejandro Martinez Cañas
Edwin Fernando Gutierrez Parra
Giseth Astrid Diaz Suarez

Teoría General de Sistemas
Ingeniería del Software II
Programación III
Quinto Semestre
Universidad de Investigación y Desarrollo

Bucaramanga, Colombia

16 de marzo de 2024

Introducción

El Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) es una entidad gubernamental clave a nivel nacional, encargada de respaldar la toma de decisiones en asuntos ambientales, hidrológicos y meteorológicos. Entre sus principales funciones se encuentran el monitoreo y pronóstico del clima, la evaluación del estado de los recursos hídricos y el análisis de la calidad del aire en las principales ciudades. Además, lleva a cabo el Inventario Forestal Nacional (IFN), un proceso esencial para la recopilación y análisis de información sobre los bosques del país, en el cual se centra este proyecto.

El IFN consiste en la recolección sistemática de muestras de árboles y suelos en distintos conglomerados distribuidos a lo largo del territorio nacional. En este proceso, se cuentan, miden y clasifican los ejemplares arbóreos, al tiempo que se analizan las propiedades físicas y biológicas del suelo. Todo ello con el propósito de generar información clave para evaluar la estructura, composición y dinámica de los ecosistemas forestales.

Dado su nivel de complejidad, el Inventario Forestal Nacional requiere una planificación meticulosa, el uso de metodologías especializadas y la coordinación de múltiples equipos de trabajo. Sin embargo, algunos procedimientos pueden resultar ineficientes o propensos a errores, lo que dificulta la labor del IDEAM y ralentiza la obtención de datos precisos.

Este proyecto propone el desarrollo de una herramienta de software orientada a optimizar las distintas tareas involucradas en el IFN, desde la identificación de conglomerados y subparcelas hasta la recopilación de muestras arbóreas.

La solución consiste en un aplicativo de software diseñado para facilitar la labor de los equipos de campo, guiándolos paso a paso en sus funciones y asegurando un flujo de trabajo más eficiente. De esta manera, se busca reducir los tiempos de capacitación, minimizar errores humanos y mejorar la gestión y análisis de la información forestal, contribuyendo así a un desarrollo más ágil y preciso del Inventario Forestal Nacional.

Este documento detalla el proceso seguido en el diseño y ejecución de la aplicación, desde el análisis de la problemática, el levantamiento de requisitos y la selección de metodologías y servicios, hasta la codificación del software y la implementación de la base de datos. Además, se presentan los avances logrados en cada fase, permitiendo llevar un registro del progreso alcanzado a lo largo del proyecto.

El propósito de este proyecto es poner en práctica los conocimientos adquiridos a lo largo del proceso académico, en la resolución de una problemática real, impulsando el aprendizaje y desarrollo de ciertas habilidades esenciales para los ingenieros en sistemas, y permitiendo un acercamiento a las funciones y labores realizadas en este oficio.

Descripción Del Problema

Para comprender el problema, es esencial conocer a mayor profundidad cómo se organizan los diferentes procesos dentro del Inventario Forestal Nacional. Podemos identificar 5 etapas fundamentales:

1. Localización del conglomerado: A cada jefe de brigada, se le proporciona un mapa donde se localiza cada conglomerado con respecto a la cabecera municipal. El jefe de brigada debe identificar el conglomerado que le corresponde, y definir la ruta a tomar. Una vez allí, se ubica el centroide del conglomerado. Las coordenadas de los centros de cada subparcela son proporcionadas por el IDEAM. Se registra toda esta información en un formato.

2. Establecimiento del campamento, y las rutas: En la mayoría de ocasiones, es necesario que los miembros de la brigada se asienten en campamentos, debido a la gran distancia entre los conglomerados y el centro poblado más cercano. Para evitar perderse, se establece una ruta, para ir desde el caserío más próximo hasta el campamento y desde el campamento al conglomerado. Esta se marca en un croquis, junto con algunos puntos de referencia para guiarse. Dicho croquis es dibujado por algún miembro de la brigada.

3. Identificación de las subparcelas: Una vez ubicados en el conglomerado, los miembros de la brigada deben corroborar las coordenadas de cada subparcela, y marcar su centro enterrando una vara metálica en el suelo. Así mismo, localizan y marcan cada una de las áreas destinadas a la medición de los distintos tipos de árboles (brinzales, latizales y fustales), y registran las diferentes coberturas y los obstáculos que se encuentren en esta labor. Esta información se diligencia en un formato.

4. Registro y medición de individuos: Teniendo en cuenta los criterios establecidos en el manual de campo, la brigada procede con la medición de cada uno de los individuos, esta se realiza de manera manual con ayuda de herramientas como una brújula y cinta métrica. En el

caso de la medición de la altura, es necesario calcularla, utilizando una fórmula. La información recolectada se diligencia en un formato.

5. Recolección de muestras: La brigada lleva a cabo la toma de muestras de las distintas especies de árboles encontradas, teniendo en cuenta los criterios establecidos en el manual de campo. La mayoría de la información relacionada a las muestras se registra en medios físicos, como un diario de campo, o una serie de formatos establecidos por el IDEAM.

Si bien estos procedimientos han sido aplicados con éxito por el IDEAM y han permitido la recopilación de información valiosa sobre los bosques del país, su ejecución sigue siendo en gran medida manual. Esto puede hacerlos propensos a errores, incrementar los tiempos de recolección y procesamiento de datos, y dificultar la organización del trabajo en campo.

Dentro de las etapas mencionadas, hay ciertas tareas que debido a su naturaleza precisan ser realizadas de manera manual por los miembros de la brigada, sin embargo, hay muchos aspectos que pueden optimizarse, para agilizar la recopilación y gestión de la información.

Problema principal: La mayoría de tareas son realizadas de manera manual, lo que aumenta la carga de trabajo sobre los miembros de la brigada, quienes deben contar con la capacitación y aptitudes necesarias para llevarlas a cabo con precisión. Además, el registro de información en medios físicos, la hace susceptible a pérdidas, alteraciones y dificulta su acceso y procesamiento. Esto dificulta el cumplimiento de los objetivos con eficacia y precisión.

Problemas derivados

- **Altos tiempos de capacitación:** Debido a la complejidad de los diferentes procesos, el IDEAM debe invertir una cantidad significativa de tiempo y recursos en la capacitación de sus colaboradores para garantizar que desempeñen sus funciones con precisión. Muchas de estas tareas, como el cálculo de la altura de los árboles o la identificación y trazado manual de rutas en mapas cartográficos, requieren de ciertos conocimientos, y podrían ser automatizadas para optimizar el uso del tiempo y reducir costos operativos.

- **Retrasos en los procesos por falta de automatización:** Diversas actividades dentro del Inventario Forestal Nacional dependen exclusivamente de métodos manuales, lo que prolonga los tiempos de recolección y procesamiento de datos y disminuye la eficiencia.

- **Dificultades en la delimitación de conglomerados y subparcelas:** La demarcación de los conglomerados y subparcelas mediante varas metálicas u otros elementos físicos dificulta la orientación de los miembros de la brigada, lo que puede generar confusión, pérdida de tiempo y errores en la ubicación de los puntos de medición.

- **Ineficiencia y riesgos en la navegación:** La planificación de rutas e identificación de puntos de referencia a través de croquis o mapas impresos no garantiza una navegación eficiente, accesible ni segura. Esto aumenta el riesgo de desorientación en terrenos desconocidos, lo que puede comprometer la seguridad de los miembros de la brigada.

- **Limitaciones en el almacenamiento y gestión de la información:** Registrar la información recolectada en formatos físicos dificulta su acceso, análisis y divulgación. Además, este método la hace susceptible a pérdidas y deterioro, lo que compromete la integridad y confiabilidad de los datos recopilados.

Objetivos

Objetivo General: Diseñar y desarrollar un aplicativo de software para optimizar la recolección y almacenamiento de datos, la identificación de los conglomerados y el análisis de la información obtenida a lo largo del Inventario Forestal Nacional, mejorando la eficiencia operativa, y facilitando la labor de los miembros de la brigada.

Objetivos Específicos:

- Hacer el levantamiento de requisitos, reuniendo y analizando la información proporcionada por el IDEAM sobre el Inventario Forestal Nacional, para identificar necesidades y oportunidades de mejora en la gestión de los procesos.
- Realizar el diseño general del aplicativo, estableciendo así una base sólida para su desarrollo, considerando principalmente las necesidades operativas.
- Desarrollar el software basado en el diseño y modelo de datos establecidos, implementando la interfaz de usuario y las funcionalidades necesarias.

- Evaluar la funcionalidad del software a través de diversas pruebas de calidad, asegurando que cumpla con los requisitos planteados.

Justificación

El Inventario Forestal Nacional debe llevarse a cabo con precisión, eficiencia y en un plazo óptimo, lo que permite a las autoridades ambientales tomar decisiones informadas para garantizar un aprovechamiento responsable de los recursos naturales.

La optimización y automatización de los diversos procesos que componen el IFN resultarían altamente beneficiosas, ya que facilitarían su ejecución y reducirían significativamente errores y retrasos que podrían comprometer su eficacia y alcance.

Para esto, se propone el desarrollo e implementación de una aplicación, que facilite la labor de los colaboradores y permita gestionar la información recolectada de una manera más confiable y accesible.

El software busca dar solución a los problemas identificados, mediante diversas funcionalidades, entre las que se encuentran:

- Un mapa que permita visualizar la delimitación de los conglomerados y subparcelas, así como la ubicación del campamento, y los puntos de referencia para llegar a este.

- Módulos automatizados que calculen la altura de los árboles y los clasifiquen en categorías predefinidas, facilitando la identificación precisa de sus características.
- Formularios que permitan a los colaboradores ingresar de manera sencilla la información recolectada en los distintos procesos. Estos datos se validan para prevenir errores y asegurar su integridad.
- Una base de datos que permita almacenar de manera segura la información, y facilitar su acceso y análisis.

Estas características buscan simplificar la labor de las personas involucradas en el IFN, especialmente la de los colaboradores locales, quienes ya no deberán contar con conocimientos muy específicos o recibir una capacitación tan extensa para poder realizar sus funciones. Además, la gestión digital de la información, permitirá reducir significativamente los tiempos de procesamiento, además de mejorar su seguridad y accesibilidad.

Se espera que la aplicación impulse la coordinación y productividad de los equipos de trabajo, optimizando la gestión de los distintos procesos del IFN y favoreciendo un manejo más eficiente de los recursos ambientales en el país.

Propuesta del plan de proyecto y arquitectura

La aplicación se desarrollará con una arquitectura basada en servicios, lo que permitirá una modularización clara de sus componentes y garantizará su escalabilidad y mantenimiento. Cada servicio cumplirá una función específica: se empleará la API de Google Maps para la visualización y delimitación de los conglomerados, y se integrarán servicios de Firebase, como Authentication para la gestión de inicios de sesión y Cloud Firestore para almacenar los formatos registrados a lo largo del IFN en una base de datos NoSQL.

Además, se implementará una base de datos relacional para gestionar de manera estructurada la información de las especies arbóreas y sus muestras, facilitando su organización, consulta y análisis.

Para la codificación, se utilizarán HTML, CSS y JavaScript junto con el framework Bootstrap para desarrollar una interfaz de usuario responsiva y accesible. Para el backend, se empleará Node.js, permitiendo una integración eficiente con los distintos servicios y bases de datos del sistema.

La metodología escogida para el desarrollo de la aplicación es la metodología en cascada, ya que ésta divide las diversas tareas en etapas secuenciales, permitiendo contar con una estructura clara y llevar un progreso muy organizado, lo que es especialmente útil en nuestro caso, debido a la necesidad de una documentación exhaustiva para el proyecto, y dada la poca interacción con un cliente que de retroalimentación constante.

El proyecto se divide en tres entregas, avanzando desde la definición del problema y el diseño inicial hasta el desarrollo y la implementación completa del software. Cada fase incorpora mejoras y documentación, culminando en un prototipo funcional.

Análisis de requerimientos del software

- 1. Requisito:** Cada miembro de la brigada podrá iniciar sesión en la aplicación, con una cuenta de google proporcionada por el IDEAM.
 - a. Identificador: R001.
 - b. Nombre: Inicio de sesión.
 - c. Tipo: No funcional.
 - d. Prioridad: Obligatorio.
 - e. Importancia: 8/10
 - f. Descripción: Los datos de la sesión se almacenarán localmente, permitiendo el acceso sin conexión y sincronizándose con el sistema central al recuperar internet. Esto garantizará el control y trazabilidad de las acciones realizadas por cada miembro de la brigada.

- 2. Requisito:** El software debe permitir la visualización y delimitación del área de trabajo.
 - a. Identificador: R002
 - b. Nombre: Visualización y delimitación del área de trabajo.
 - c. Tipo: Funcional
 - d. Prioridad: Clave
 - e. Importancia: 10/10
 - f. Descripción: La aplicación contará con un mapa interactivo que facilitará la identificación de los conglomerados y subparcelas. El líder de brigada podrá ingresar las coordenadas del conglomerado, y la aplicación delimitará automáticamente el área de trabajo. Para las subparcelas, la asignación de ubicación y área se realizará de manera automática. Cada tipo de subparcela será representada con una circunferencia de color distinto, facilitando su distinción.

- 3. Requisito:** La aplicación facilitará el diligenciamiento de los formatos exigidos por el IDEAM en las diferentes etapas del IFN.
- a. Identificador: R003
 - b. Nombre: Automatización y diligenciamiento de formatos
 - c. Tipo: Funcional
 - d. Prioridad: Clave
 - e. Importancia: 10/10
 - f. Descripción: Algunos campos, como las coordenadas de las subparcelas, las fechas o los id 's serán completados automáticamente por el sistema, reduciendo errores y agilizando el proceso. Sin embargo, la información no diligenciada de forma automática deberá ser ingresada por el usuario, garantizando un registro preciso de las actividades realizadas y asegurando que los formatos se mantengan conforme a los estándares establecidos por el IDEAM, En este caso, manejaremos los formatos realizados durante los procedimientos de localización del conglomerado, el reconocimiento de las subparcelas y la observación y muestreo de los individuos, siendo más específicos los formatos F1.1, F1.2, F1.3, F2, F3, y F4.1.
- 4. Requisito:** Los usuarios podrán añadir puntos de referencia en el mapa para facilitar su orientación y desplazamiento.
- a. Identificador: R004
 - b. Nombre: Marcadores de Referencia
 - c. Tipo: Funcional
 - d. Prioridad: Obligatorio
 - e. Importancia: 9/10
 - f. Descripción: Los puntos de referencia serán visibles para todos los miembros de la brigada y servirán como guía para el desplazamiento entre el centro poblado, el campamento y el conglomerado. Además, dentro del conglomerado, se podrán añadir puntos estratégicos para facilitar la navegación entre subparcelas y otras áreas clave. Cada punto se representará con un ícono rojo e incluirá una breve descripción para su identificación. También se podrá marcar un punto específico que indique la ubicación del campamento.
- 5. Requisito:** Los usuarios podrán ingresar características adicionales de las subparcelas.
- a. Identificador: R005
 - b. Nombre: Características de las subparcelas
 - c. Tipo: Funcional
 - d. Prioridad: Obligatorio
 - e. Importancia: 8/10

- f. Descripción: Al seleccionar una subparcela, el usuario podrá registrar información adicional, incluyendo la inclinación de la pendiente en relación con su centro, medida en ocho puntos distribuidos en su perímetro. Además, tendrá la opción de especificar los tipos de cobertura presentes en la subparcela , y las alteraciones observadas en la misma.
6. **Requisito:** La aplicación permitirá registrar la información de los individuos arbóreos encontrados en cada subparcela.
- a. Identificador: R006
 - b. Nombre: Registro de Información de los árboles.
 - c. Tipo: Funcional
 - d. Prioridad: Clave
 - e. Importancia: 10/10
 - f. Descripción: El usuario podrá registrar los árboles encontrados en cada subparcela, ingresando información como su ubicación, diámetro, altura y estado de salud. La aplicación clasificará automáticamente los individuos según el diámetro registrado y, con base en esta clasificación y otros datos ingresados por el usuario, calculará su altura utilizando la fórmula correspondiente.
7. **Requisito:** Los usuarios podrán visualizar la información de cada subparcela.
- a. Identificador: R007
 - b. Nombre: Información de las subparcelas.
 - c. Tipo: Funcional
 - d. Prioridad: Obligatorio
 - e. Importancia: 9/10
 - f. Descripción: Al interactuar con una subparcela, el usuario podrá visualizar cierta información relevante, como su id, las coordenadas de su centro, sus características (coberturas, afectaciones, inclinación), la cantidad de árboles registrados, etc.
8. **Requisito:** El botánico de la brigada, podrá registrar la información de las muestras arbóreas tomadas.
- a. Identificador: R008
 - b. Nombre: Registro de las muestras.
 - c. Tipo: Funcional
 - d. Prioridad: Obligatorio
 - e. Importancia: 9/10

- f. Descripción: Entre los datos a registrar para cada muestra se encuentran el identificador del árbol del cual se tomó, el tamaño del individuo, determinación en campo o igualación en caso de haber registrado esa misma especie anteriormente, observaciones sobre el individuo para evitar la pérdida de características llamativas y por último el id del botánico colector y el número de colección
9. **Requisito:** La aplicación será capaz de generar informes básicos con la información recolectada.
- a. Identificador: R009
 - b. Nombre: Generación de Informes
 - c. Tipo: Funcional
 - d. Prioridad: Obligatorio
 - e. Importancia: 9/10
 - f. Descripción: Algunos de estos informes serán: Informe de los árboles contados por cada subparcela, Informe de muestras por subparcela y el Informe de las coberturas presentes en todo el conglomerado.
10. **Requisito:** El proceso de aprendizaje del programa debe ser intuitivo y eficiente.
- a. Identificador: R010
 - b. Nombre: Facilidad de uso
 - c. Tipo: No funcional
 - d. Prioridad: Deseable
 - e. Importancia: 7/10
 - f. Descripción: En dos horas de capacitación, los miembros de la brigada deben poder aprender a utilizar la aplicación.
 - g. Criterio de aceptación: Los usuarios son capaces de llevar a cabo sus tareas asignadas en el programa de manera independiente y satisfactoria tras el entrenamiento. Esto se verifica mediante una prueba práctica.
11. **Requisito:** La aplicación debe funcionar de manera local hasta que establezca una conexión estable a internet.
- a. Identificador: R011
 - b. Nombre: Operación con conexión intermitente.
 - c. Tipo: Funcional
 - d. Prioridad: Clave
 - e. Importancia: 9/10

- f. Descripción: La aplicación debe permitir continuar con el proceso de inventariado sin importar la conexión a internet, manteniendo los datos recogidos de manera local en el dispositivo y una vez pueda establecer una conexión a internet estos datos locales pasen a la base de datos sin perder consistencia.

12. Requisito: La aplicación debe contar con los principios básicos de usabilidad

- a. Identificador: R012
- b. Nombre: Usabilidad
- c. Tipo: Funcional
- d. Prioridad: deseable
- e. Importancia: 7/10
- f. Descripción: La aplicación debe permitir una navegación sencilla tratando de minimizar al máximo la cantidad de clicks necesarios para realizar el proceso de inventariado, además de permitir el seguimiento de progreso en las diferentes tareas.

Diseño UML

Diagrama de casos de uso

El diagrama de Casos de Uso representa la interacción entre los usuarios (actores) y el sistema para el aplicativo de gestión del Inventario Forestal Nacional. Se identifican como actores principales al Jefe de Brigada, Botánico, y demás miembros del equipo de campo. Los casos de uso principales incluyen: Iniciar Sesión, Visualizar y Delimitar Áreas de Trabajo, Registrar Información de Subparcelas, Añadir Puntos de Referencia, Registrar Individuos Arbóreos, Gestionar Muestras y Generar Informes. Cada caso de uso refleja los requerimientos funcionales establecidos, priorizando la automatización de procesos y la mejora en la recolección y gestión de datos durante las actividades del IFN. La relación entre casos de uso muestra claramente el flujo de trabajo secuencial que seguirán los usuarios durante las operaciones en campo.

Diagrama de despliegue

El diagrama de despliegue representa la arquitectura física del sistema para la gestión del Inventario Forestal Nacional. Ilustra la distribución de los componentes de software en la infraestructura de hardware y sus conexiones. El sistema implementa una arquitectura cliente-servidor que permite a los dispositivos móviles de campo conectarse con servicios en la nube como Firebase Authentication, Cloud Firestore y la API de Google Maps. La configuración incluye mecanismos para el funcionamiento sin conexión y la sincronización posterior de datos, aspecto fundamental para las operaciones en zonas remotas (IDEAM, 2018). La arquitectura está diseñada para garantizar la disponibilidad, escalabilidad y seguridad de la información recolectada durante las actividades del inventario forestal (Sommerville, 2016).

El diagrama completo de despliegue se encuentra disponible en el Anexo 1 para una consulta más detallada.

Modelado de la base de datos

Diagrama entidad-relación

El modelo Entidad-Relación representa las principales entidades del sistema y sus relaciones, destacando:

- **Conglomerado:** Entidad central que registra la información básica de cada área de muestreo, con atributos como IdConglomerado, IdBrigada, FechaInicio y FechaFinal.

- Ubicación: Almacena los datos geográficos y administrativos detallados de cada conglomerado, incluyendo Región, Departamento, Municipio, Vereda, y datos de contacto como NombreContacto y NumTelefono.
- Subparcela: Representa las subdivisiones dentro de un conglomerado donde se realizan los muestreos específicos, identificada por IdSubparcela y NombreSubparcela.
- Coordenada: Contiene la información geográfica precisa (Longitud y Latitud) asociada a cada subparcela para su ubicación en campo.
- Alteraciones: Registra los diferentes tipos de afectaciones observadas en las subparcelas, especificando su Nombre y Severidad.
- Cobertura: Cataloga los tipos de cobertura vegetal presentes en cada subparcela, con su Nombre y Porcentaje correspondiente.
- Inclinación: Almacena las mediciones de pendiente tomadas en diferentes puntos de la subparcela, con atributos como Numero y Grados.
- Árbol: Registra cada individuo arbóreo encontrado, con datos como Azimut, Distancia, DAP (Diámetro a Altura del Pecho), Altura, Condición, Tamaño y FormaFustal.
- Muestra: Contiene información sobre las muestras botánicas recolectadas de los árboles, incluyendo NombreComun, Colector y NumColeccion.

Las relaciones principales incluyen:

- Un Conglomerado tiene una Ubicación específica (relación 1:1)
- Un Conglomerado está formado por múltiples Subparcelas (relación 1:N)
- Cada Subparcela corresponde a una Coordenada (relación 1:1)
- Las Subparcelas presentan Coberturas, Alteraciones e Inclinaciones (relaciones 1:N)

- Una Subparcela contiene varios Árboles (relación 1:N)
- Los Árboles pueden tener múltiples Muestras asociadas (relación 1:N)

Diagrama relacional

El modelo relacional traduce el esquema conceptual a tablas específicas con sus respectivas claves primarias (marcadas con #) y foráneas, garantizando la integridad referencial:

- Conglomerado: (# IdConglomerado, IdBrigada, FechaInicio, ° FechaFinal)
- Ubicacion: (# ID, IdConglomerado, Region, Departamento, Municipio, Vereda, ° Corregimiento, ° InspeccionPolicia, NombreContacto, ° Caserio, Rancheria, ° ResguardoIndigena, ° ConsejoComunitario, CAR, NumTelefono)
- Subparcela: (# IdSubparcela, IdConglomerado, NombreSubparcela, IdCoordenada)
- Coordenada: (# IdCoordenada, IdSubparcela, Longitud, Latitud)
- Alteraciones: (# IdAlteracion, IdSubparcela, Nombre, Severidad)
- Cobertura: (# IdCobertura, IdSubparcela, Nombre, Porcentaje)
- Inclination: (# IdMuestraInclinacion, IdSubparcela, Numero, Grados)
- Arbol: (# IdArbol, IdSubparcela, Azimut, Distancia, Condicion, DAP, Tamaño, Altura, FormaFustal)
- Muestra: (# IdMuestra, IdArbol, Tamaño, NombreCompleto, Colector, NumColeccion)

En el modelo relacional, los campos marcados con "°" son opcionales.

Diccionario de datos

El diccionario de datos proporciona información detallada sobre cada tabla, sus campos, tipos de datos y restricciones. Este componente facilita el entendimiento de la estructura de la base de datos y sirve como referencia para el desarrollo y mantenimiento del sistema.

Para consultar el modelo Entidad-Relación completo, el Modelo Relacional detallado y el Diccionario de Datos en su formato original, véase el Anexo 2 adjunto en el archivo comprimido.

Diseño de la interfaz web

El diseño de la interfaz web del aplicativo para la gestión del Inventario Forestal Nacional se ha desarrollado siguiendo principios de usabilidad y accesibilidad, con el objetivo de facilitar la labor de los miembros de la brigada y optimizar la recolección de datos en campo.

Estructura General

La interfaz se organiza en torno a una estructura de navegación intuitiva que permite a los usuarios acceder a las diferentes funcionalidades del sistema de manera rápida y sencilla. El diseño es responsive, adaptándose a diferentes dispositivos y tamaños de pantalla, lo que resulta crucial para el trabajo en campo.

Componentes Principales

1. Panel de Inicio de Sesión: Interfaz simplificada que permite a los usuarios autenticarse utilizando sus credenciales de Google proporcionadas por el IDEAM.
2. Dashboard Principal: Página de inicio que muestra un resumen visual de los conglomerados asignados, el estado de avance del inventario y accesos rápidos a las funcionalidades más utilizadas.

3. Visor de Mapa: Componente central que utiliza la API de Google Maps para visualizar los conglomerados y subparcelas. Incluye herramientas para:
 - Delimitar áreas de trabajo
 - Añadir puntos de referencia
 - Navegar entre diferentes subparcelas
 - Visualizar la ubicación de árboles registrados
4. Formularios de Registro: Interfaces estructuradas para el ingreso de datos, diseñadas para minimizar errores y facilitar la captura de información. Incluyen:
 - Formulario de características de subparcelas
 - Registro de individuos arbóreos
 - Registro de muestras botánicas
 - Documentación de alteraciones y coberturas
5. Generador de Informes: Interfaz que permite seleccionar y generar diferentes tipos de informes basados en los datos recolectados.

Paleta de Colores y Elementos Visuales

La interfaz utiliza una paleta de colores consistente que facilita la identificación de elementos y áreas de trabajo. Los diferentes tipos de subparcelas se representan con colores distintivos para una rápida identificación visual. Los elementos de la interfaz siguen un diseño minimalista que prioriza la funcionalidad, especialmente importante para el uso en condiciones de campo.

Consideraciones de Usabilidad

El diseño se ha optimizado considerando:

- Operación con conexión intermitente a internet
- Visualización en condiciones de luz variable
- Interacción sencilla que minimiza los clics necesarios para completar tareas
- Retroalimentación visual clara sobre el estado de los procesos

Los mockups detallados de las principales pantallas del sistema se encuentran disponibles en el Anexo 3 para una consulta más detallada.

Bibliografía

1. IDEAM. (2018). Manual de Campo - Inventario Forestal Nacional de Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Bogotá, Colombia.
2. Firebase. (2023). Firebase Documentation. Google. <https://firebase.google.com/docs>
3. Google Maps Platform. (2023). Google Maps API Documentation. Google. <https://developers.google.com/maps/documentation>
4. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2018). Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos. Bogotá, Colombia.

Anexos

- **Anexo A:** Diseño UML completos (casos de uso, diagrama de clases, diagrama de despliegue).
- **Anexo B:** Modelamiento completo de la Base de Datos (E-R, Relacional y Diccionario).
- **Anexo C:** Diseño de interfaz web.