



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación

“ESQUEMATIZAR UN SISTEMA DE CONTROL DE ENFERMEDADES Y PLAGAS, QUE AFECTAN AL CULTIVO DEL MAÍZ, MEDIANTE EL MONITOREO CONTINUO CON UN DRONE E INFORMACIÓN DE ESTAS POR MEDIO DE UN APLICATIVO MÓVIL”

INFORME DE PROYECTO INTEGRADOR

Previo a la obtención del Título de:

LICENCIADO EN REDES Y SISTEMAS OPERATIVOS

Presentado por:

DIVAR ALEX GONZÁLEZ CARRANZA

CHRISTHIAN RAÚL HEREDERO PARRALES

GUAYAQUIL – ECUADOR

AÑO: 2018

AGRADECIMIENTO

A Dios que me ha llenado de bendiciones y me ha permitido culminar una etapa más de mi vida, a mis padres Raúl Heredero e Irene Parrales por su apoyo durante toda esta etapa de mi vida y a mis hermanos.

A los profesores de Espol que me ayudaron a convertirme en un profesional en especial al ingeniero Rayner Durango.

A mis hermanos de la selección de fútbol de Espol y al profesor Edson Espinoza los cuales me ayudaron a crecer como persona y hacer feliz durante las tardes en las canchas de la universidad.

A mis amigos del colegio con los cuales compartí también las aulas de la Universidad, en especial Christian Játiva y Pablo Layana quienes siempre me brindaron su apoyo en los momentos difíciles.

A Laura Méndez quien me ayudo en los momentos difíciles y me brindó su apoyo para crecer profesionalmente y a su familia.

CHRISTHIAN

AGRADECIMIENTO

A Dios que me ha llenado de bendiciones y salud, mis padres María Carranza y Maximiliano González que me apoyaron en todo momento incondicionalmente.

A todas las personas quienes han estado a mi lado brindándome su ayuda durante todos estos años de estudio en especial al Abg. Jorge Monard Ordoñez y mi gran amigo el MsC. Sr. Carlos Ávila, los cuales considero mi familia y son muy especiales para mí.

DIVAR

DEDICATORIA

A Dios quien me ha brindado salud y fuerza para poder culminar mi carrera universitaria.

A toda mi Familia en especial a mis padres los cuales siempre estuvieron brindándome un apoyo incondicional para poder obtener este logro, a mis hermanos María y Christopher quienes me motivan a cada día ser mejor persona y profesional para ser un buen ejemplo para ellos.

A mis tías Carolina Heredero y Miriam Goriva quienes siempre me brindaron su apoyo en todo momento por lo cual he podido alcanzar este logro.

A todas las personas quienes me brindaron su apoyo durante todos estos años de estudio.

CHRISTIAN

DEDICATORIA

A toda mi familia en especial a mi madre que siempre estuvo conmigo incondicionalmente apoyándome con sus consejos y dándome fuerzas para salir adelante cada día.

DIVAR

TRIBUNAL DE EVALUACIÓN

Ing. Robert Andrade T., Msig.

PROFESOR DE MATERIA
INTEGRADORA

Ing. Jorge Magallanes., M.Sc.

TUTOR ACADÉMICO

DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad y la autoría del contenido de este Trabajo de Titulación, nos corresponde exclusivamente a nosotros; y damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual"

Christhian Raúl Heredero Parrales

Divar Alex González Carranza

RESUMEN

El cultivo del maíz es víctima de enfermedades y plagas, si no son prevenidas o tratadas a tiempo de forma correcta, pueden llegar a causar grandes daños a las plantaciones del maíz y pérdidas económicas a los agricultores.

Este proyecto es presentado en beneficio de los agricultores y técnicos agrícolas para poder inspeccionar los cultivos del maíz periódicamente, permitiendo tomar fotos en los lugares donde se observe un aspecto irregular de las plantas y controlar a cualquier enfermedad que se estuviera desarrollando.

En la infraestructura física fue utilizado un vehículo aéreo no tripulado, controlado de forma remota, que sobrevuela los sembríos y posee una batería que dura alrededor de 25 minutos para cubrir de forma autónoma 2 km de distancia. El diseño de la red es de arquitectura TCP/IP, para efectos de seguridad se utilizó un equipo firewalll.

La infraestructura lógica permitió comparar las imágenes captadas durante el recorrido realizado por el vehículo aéreo y con los datos registrados en la aplicación, detectar enfermedades que afectan a las plantas de los cultivos de maíz. Para la recolección de la información fueron entrevistados habitantes de la comunidad de la provincia de Los Ríos.

ABSTRACT

The cultivation of corn is a victim of diseases and pests, which if they are not prevented or treated in a timely manner can cause great damage to corn plantations and economic losses for farmers.

This project is presented for the benefit of farmers and agricultural technicians in order to inspect the corn crops periodically, allowing to take pictures in places where an irregular aspect is observed in the plants and control any diseases that could be developed.

In the physical infrastructure was used an air vehicle not tripulated, controlled remotely that fly over the crops and it has a battery that lasts about 25 minutes to cover autonomously 2 km away. The design of the network is TCP / IP architecture, for security purposes was used a firewall.

The logical infrastructure allowed comparing the images captured during the route taken by the air vehicle with the data registered in the system, detect diseases that affect to plants. In order to collect the information, inhabitants of the community of the province of Los Ríos were interviewed.

ÍNDICE GENERAL

| | |
|---|------|
| RESUMEN | I |
| ABSTRACT | II |
| ÍNDICE GENERAL | III |
| ABREVIATURAS..... | V |
| SIMBOLOGÍA..... | VI |
| ÍNDICE DE FIGURAS | VIII |
| CAPÍTULO 1 | 1 |
| 1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA..... | 1 |
| CAPÍTULO 2 | 5 |
| 2. DISEÑO Y DESARROLLO DEL PROYECTO | 5 |
| 2.1 Diseño de la solución. | 5 |
| 2.2 Características y especificaciones de la captura de imágenes | 6 |
| 2.2.1 Modo Waypoints | 7 |
| 2.2.2 Cálculos de números de Vuelos, tiempos y surcos. | 10 |
| 2.2.3 Características de las imágenes | 13 |
| 2.3 Aplicación móvil | 14 |
| 2.4 Aplicación Web | 25 |
| 2.5 Base de datos | 27 |
| 2.6 Diseño de red | 31 |
| CAPÍTULO 3 | 34 |
| 3. ELABORACIÓN DE PLAN DE TRABAJO | 34 |
| 3.1 Levantamiento de Información | 34 |
| 3.1.1 Análisis de Plagas del Maíz..... | 34 |
| 3.2 Diseño de la Base de Datos..... | 34 |
| 3.3 Diseño de la infraestructura. | 35 |

| | | |
|--------------------------------------|------------------------------------|----|
| 3.4 | Diseño de la aplicación. | 35 |
| 3.4.1 | Diseño de Reglas y Funciones. | 35 |
| 3.4.2 | Diseño de Apps. | 35 |
| 3.5 | Pruebas de Implementación..... | 36 |
| 3.6 | Etapa de Seguimiento. | 36 |
| 3.7 | Presupuesto | 38 |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | | 39 |
| CONCLUSIONES | | 39 |
| RECOMENDACIONES | | 39 |
| BIBLIOGRAFÍA | | 40 |
| ANEXOS | | 42 |

ABREVIATURAS

| | |
|-------|---|
| ACLs | Lista que especifica permiso a los usuarios |
| BD | Base de datos |
| DHCP | Protocolo de configuración dinámica de host |
| DMZ | Zona desmilitarizada |
| DPI | Inspección a fondo de los paquetes |
| ESPOL | Escuela Superior Politécnica del Litoral |
| GPS | Sistema de Posicionamiento Global |
| HP | Hewlett Packard |
| IDP | Prevención y Detección de Intrusos. |
| IP | Protocolo de Internet |
| RAM | Memoria principal del computador |
| SD | Dispositivo en formato de tarjeta de memoria para dispositivos portátiles |
| SGBD | Sistema de gestión de base de datos |
| TCP | Protocolo de Control de Transmisión |
| JPEG | Grupo de conjuntos expertos en fotografías |
| ISP | Proveedor de Servicio de Internet |
| LAN | Redes de área local |
| SQL | Lenguaje de consulta estructurada |
| WAN | Redes de áreas extensas |
| Wi Fi | Fidelidad Inalámbrica |

SIMBOLOGÍA

| | |
|------|----------------------|
| GB | Gigabytes |
| h | Horas |
| Km/h | Kilómetros por horas |
| m | Metro |
| MB | Megabytes |
| s | Segundos |
| TB | Terabytes |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Medidas de prevención contra el gusano cogollero [2]..... | 2 |
| Tabla 2. Medidas de prevención contra la mancha de asfalto [15]..... | 3 |
| Tabla 3. Presupuesto del proyecto..... | 38 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 2.1. Diseño de la Solución..... | 6 |
| Figura 2.2. Conexión del control remoto con el dron..... | 7 |
| Figura 2.3. Modos de vuelo de Phantom 3 Standard | 8 |
| Figura 2.4. Capturas de puntos del vuelo a realizar | 8 |
| Figura 2.5. Mapa de la aplicación DJI GO..... | 9 |
| Figura 2.6. Configuración de parámetros del vuelo..... | 9 |
| Figura 2.7. Dimensiones de una hectárea de un cultivo de maíz..... | 11 |
| Figura 2.8. Interfaz de la aplicación DJI GO..... | 13 |
| Figura 2.9. Interfaz de inicio de sesión..... | 15 |
| Figura 2.10. Interfaces de los menús para cada perfil de usuario..... | 16 |
| Figura 2.11. Interfaces de administración de usuarios | 17 |
| Figura 2.12. Interfaz del formulario de Registro | 18 |
| Figura 2.13. Interfaz del formulario de Ingreso..... | 20 |
| Figura 2.14. Interfaz de consulta | 21 |
| Figura 2.15. Interfaz de Modificación de registro..... | 22 |
| Figura 2.16. Interfaz de la opción de control | 23 |
| Figura 2.17. Interfaz de las fases de la enfermedad | 24 |
| Figura 2.18. Interfaz de la opción de tratamiento | 24 |
| Figura 2.19. Interfaz principal de la aplicación web..... | 25 |
| Figura 2.20. Interfaz del menú de la aplicación web | 26 |
| Figura 2.21. Interfaz de la opción de consulta de la aplicación web..... | 26 |
| Figura 2.22. Tabla Tbl_Enfermedad..... | 28 |
| Figura 2.23. Tabla Tbl_TipoEnfermedades | 29 |
| Figura 2.24. Tabla Tbl_Control..... | 29 |
| Figura 2.25. Tabla Tbl_Registro | 30 |
| Figura 2.26. Diseño de Red..... | 31 |
| Figura 3.1. Plan de trabajo | 37 |

CAPÍTULO 1

1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

El cultivo de maíz es víctima de algunas enfermedades y plagas, que pueden afectarlo en cualquiera de sus etapas de crecimiento; tomando en cuenta que muchas dependen de varios factores para propagarse o desarrollarse.

El clima húmedo o cálido en que se cultiva el maíz es favorable para el crecimiento y difusión de enfermedades, así como el ataque de diversas plagas. Para que el tratamiento resulte adecuado deben aplicarse en dosis y períodos de tiempo correctos, logrando así la sanación del cultivo, porque de lo contrario se obtendría daños severos y pérdidas económicas para el agricultor.

El marchitamiento de los cultivos frente a una enfermedad o plaga se da por falta de aplicación y conocimiento e información de éstas, debido a que los agricultores no saben distinguir que enfermedad o plaga está afectando a su cultivo y en qué etapa de su evolución se encuentran.

Generalmente los agricultores cuando notan alguna anomalía en sus cultivos visitan directamente a los proveedores de agro-servicios o agro-químicos consultan con el asesor de ventas acerca de los síntomas mostrados en los cultivos. El asesor en base a la información proporcionada por los agricultores, indican que procedimiento deben seguir o el nombre del químico que ellos deben aplicar a su cultivo, para combatir alguna enfermedad o plaga. La utilización de este mecanismo por parte el agricultor con respecto a la información no es el correcto; en consecuencia, la solución brindada por el personal de la tienda no es adecuada, generando como resultado que el cultivo no sane y mucho más grave que se pierda en su totalidad.

Las investigaciones acerca de las enfermedades y plagas, que atacan con más frecuencia a los cultivos de maíz son las siguientes [1]:

- Gusano Cogollero
- Mancha de Asfalto

El gusano cogollero es un insecto perjudicial para la agricultura, ya que ataca a cultivos y puede causar serios problemas en el cultivo de maíz, durante su ciclo biológico pasa por los estados de huevo, larva, pupa y adulto, su ciclo de vida se completa aproximadamente en 30 días en verano, 60 días en primavera y 90 días en el invierno, puede causar serios problemas en el cultivo de maíz cuando no se realiza prevención y controles en un tiempo oportuno. Puede aparecer en el cultivo desde las etapas iniciales del mismo, también causa daño en la mazorca que es la etapa final del maíz [3].

La llegada de la época de lluvia trae consigo esta plaga. Existen algunas medidas de prevención que los agricultores deben seguir para poder prevenir y controlar dicha plaga, las cuales se muestra en la tabla 1.

| Medidas de Prevención |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Uso de insecticidas sintéticos. • Control biológico. • Control mecánico y etológico. • Uso de repelentes e insecticidas naturales. • Uso de híbridos resistentes. |

Tabla 1. Medidas de prevención contra el gusano cogollero [2]

La mancha de asfalto es una de las principales enfermedades que afecta la producción de maíz producida por la interacción sinérgica de tres hongos: *Phyllachora maydis*, *Monographella maydis* y *Coniothyrium phyllachorae*, generalmente tiende a presentarse después de la floración, se alimentan de los azúcares de la planta provocando la muerte de las hojas y finalmente de la planta. Al inicio de esta enfermedad la planta presenta diminutos puntos negros y

alrededor de ellos un halo de color amarillo. Esta mancha cubre totalmente la hoja cuando la infección incrementa causando la muerte de la planta. Generalmente la enfermedad se presenta después de la floración, pero bajo condiciones de lluvias continuas puede presentarse en la etapa de prefloración [4]. Existen medidas que al aplicarse ayudan a prevenir y combatir esta enfermedad, las cuales se muestra en la tabla 2.

| Medidas de Prevención |
|---|
| <ul style="list-style-type: none">• Uso de germoplasma tolerante o resistente.• Monitoreo constante de la plantación.• Aplicación de fungicidas• Rotación del cultivo• Eliminar residuos de cosechas. |

Tabla 2. Medidas de prevención contra la mancha de asfalto [15]

La solución que se presenta en el siguiente capítulo será de gran ayuda para los agricultores y técnicos agricultores porque permitirá identificar alguna anomalía en el cultivo del maíz antes de que este muera, por medio de un conjunto de procedimientos que indican qué hacer cuando un cultivo presenta alguna anomalía, qué químico debe el agricultor aplicar, la cantidad de dosis necesaria dependiendo de la fase en que se encuentra la enfermedad o la plaga que afectan a las plantas, entre otros.

Justificación y Alcance del Proyecto

Los cultivos de maíz son atacados por enfermedades y plagas, las cuales pueden aparecer en cualquiera de las etapas de crecimiento del cultivo, por lo que, se hace necesario diseñar una aplicación informática que permita la prevención, detección y tratamiento de éstas.

Este proyecto está dirigido a los agricultores y técnicos agricultores que realizan el cultivo del maíz en climas húmedos y cálidos, proporcionando una herramienta tecnológicas para el control de enfermedades y plagas.

El levantamiento de información se realizó en el Recinto “la Perla” ubicado en la Provincia de Los Ríos, Cantón Urdaneta, Parroquia Ricaurte, y la persona de contacto que nos brindó información es el agricultor Sr. Miguel Ángel Cuadrado Cedeño.

Objetivo General

Mejorar la forma en que el agricultor y técnico agricultor realizan el control del cultivo de maíz, brindando una herramienta donde puedan obtener información acerca de procedimientos a seguir en caso de alguna enfermedad en sus cultivos.

Objetivos Específicos

- Disminuir tiempo en el control de las enfermedades.
- Evitar pérdida de la cosecha.
- Ahorrar costos al agricultor.
- Permitir al técnico y al técnico agricultor consultar datos de las enfermedades que atacan al cultivo del maíz.
- Monitorear y tomar fotos del cultivo del maíz.

CAPÍTULO 2

2. DISEÑO Y DESARROLLO DEL PROYECTO.

2.1 Diseño de la solución.

Los elementos que forman parte del diseño de la solución son los siguientes:

Drone Phantom 3 Standard: sobrevuela las plantaciones del cultivo del maíz para capturar las imágenes de las plantas.

Control remoto: permite al agricultor o técnico agrícola controlar el drone con un plan de vuelo establecido.

Dispositivos móviles: equipos que toman la foto de la planta cuando el agricultor detecta alguna anomalía en el cultivo del maíz.

Base de datos: almacena datos para comparar las imágenes obtenidas por el drone.

El monitoreo del cultivo se realizará mediante el sobrevuelo del drone, el cual toma fotos en los lugares que se detecte alguna anomalía en el crecimiento de las plantas en tiempo real y periódicamente. El operador del drone toma el control manual del dispositivo para la captura de imágenes.

Posteriormente se descargan las fotos en los dispositivos móviles, que permite comparar las imágenes almacenadas en la base de datos, este proceso es manual.

Finalmente, la aplicación informática tiene la opción de consultas detalladas por medio de una aplicación web donde se detalla historial de las enfermedades que han atacado al cultivo del maíz con el respectivo tratamiento aplicado.



Figura 2.1. Diseño de la Solución

2.2 Características y especificaciones de la captura de imágenes

Entre los requerimientos necesarios tenemos: el sobrevuelo de todo el cultivo del maíz por medio de un drone, toma de fotografías por la persona que realiza el monitoreo.

El control del cultivo del maíz se efectuará mediante monitoreo periódico con intervalos de un día. Para realizar esta tarea se hará uso de un drone [5], cuyas características y propiedades nos permitirá cumplir todos los requerimientos para tomar las fotos de la planta.



Figura 2.2. Conexión del control remoto con el dron

El control remoto [7] se conecta con el dron y el celular como se muestra en la figura 2.3. por medio del wifi.

Para tener una conexión exitosa entre los dispositivos se debe seguir los siguientes pasos [11]:

1. Descargar la aplicación DJI GO en el dispositivo móvil.
2. En las configuraciones de wifi del dispositivo móvil ejecutar la opción de buscar nuevas redes disponibles.
3. Conectarse a la red wifi con el nombre de Phantom.
4. Introducir la contraseña para poder acceder a la red, por defecto esa contraseña es 12341234, la podemos encontrar en la parter posterior del control remoto.

2.2.1 Modo Waypoints

Phantom 3 Standard cuenta con 5 modos de vuelos [6] como se pueden observar en la figura 2.2. Para realizar el monitoreo del cultivo este empleará el modo de vuelo llamado Waypoints debido a sus características.

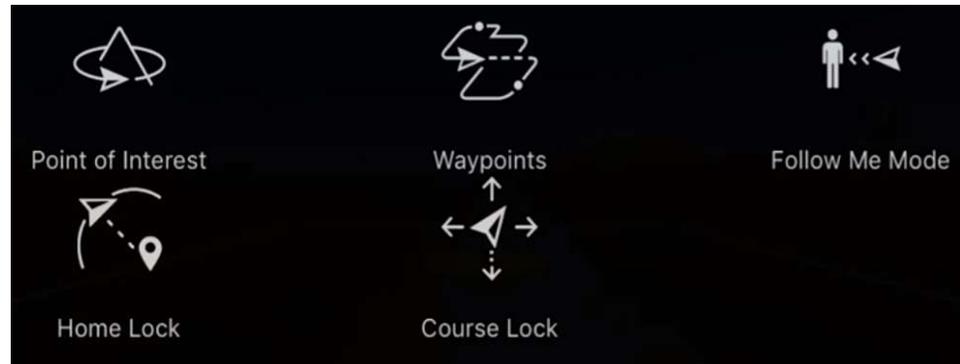


Figura 2.3. Modos de vuelo de Phantom 3 Standard

El modo waypoints permite al usuario realizar un vuelo de forma manual en el que el usuario va guardando puntos de referencias para crear una ruta de vuelo, esto se puede programar en la aplicación DJIGO que es una aplicación propia de Drone Phantom 3 Standard.

En la parte inferior izquierda de la figura 2.4. se puede observar los puntos del recorrido que se guardan en el mapa, mientras que en el lado derecho se observa la cantidad de puntos que tiene el recorrido y la distancia total que recorrería el drone Phantom 3 Standard.

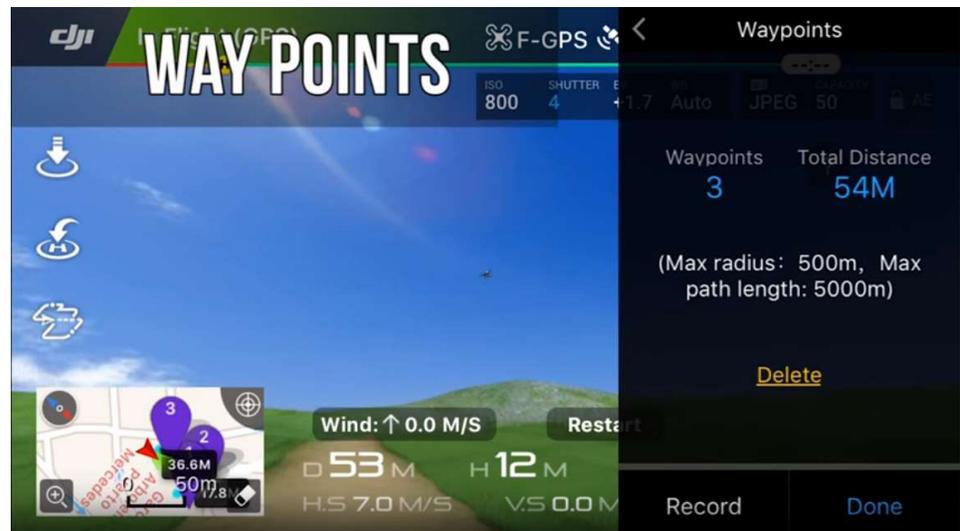


Figura 2.4. Capturas de puntos del vuelo a realizar

El dron tiene un GPS integrado, que facilita programar el plan de vuelo de forma automática, guardando los puntos de las coordenadas en el mapa, de esta forma se evita realizar el vuelo de forma manual y obtener la ruta de forma óptima. En la figura 2.5. podemos observar el mapa.

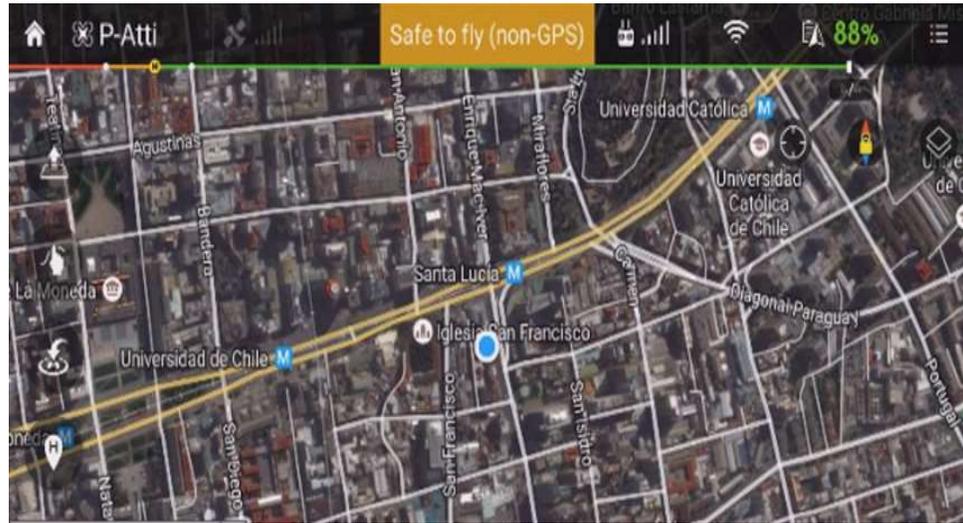


Figura 2.5. Mapa de la aplicación DJI GO

Cuando el usuario registre las coordenadas de la ruta del vuelo del dron, el siguiente paso será configurar los parámetros del vuelo, como son: velocidad y altura durante las operaciones de sobrevuelo, como se muestra en la figura 2.6.



Figura 2.6. Configuración de parámetros del vuelo

2.2.2 Cálculos de números de Vuelos, tiempos y surcos.

La autonomía del dron [8] permite un tiempo de vuelo de aproximadamente 25 minutos y una velocidad máxima de 60 Km/h, utilizando una fórmula física, podemos calcular el desplazamiento total que puede abarcar el dron en 25 minutos. Al llevar la unidad de tiempo a horas, obtenemos un valor de 0.42 horas.

La distancia que recorre el dron se calcula multiplicando velocidad por tiempo, la velocidad estimada es de 5 km/h y el tiempo son los 25 minutos convertidos a horas y obtenemos como resultado 2.1 km aproximadamente, esto se puede observar en la ecuación (2.1).

$$D = v \cdot t \quad (2.1)$$

$$D = 5 \frac{\text{Km}}{\text{h}} * 0.42 \text{ h}$$

$$D = 2.1 \text{ km}$$

Para calcular el número de surcos por hectárea se necesita conocer la distancia entre surcos y el largo de este, en este caso la longitud de cada surco es de 100 metros y la distancia entre surcos es 0.76 metros como se muestra en la Figura 2.7.

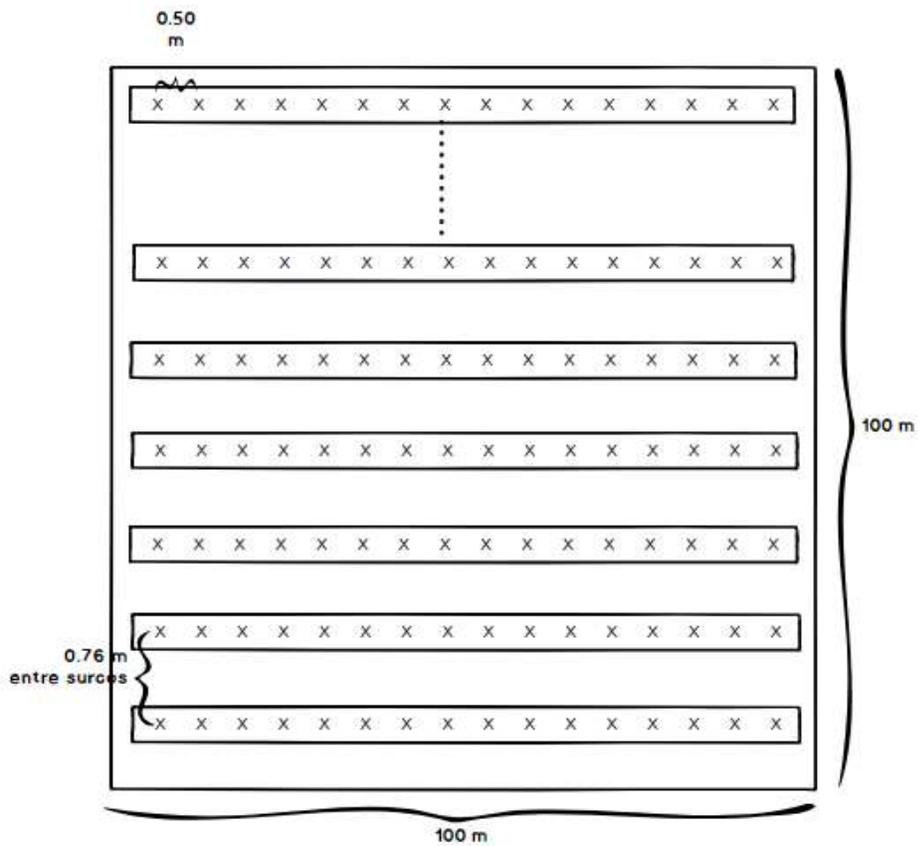


Figura 2.7. Dimensiones de una hectárea de un cultivo de maíz

Con estos datos obtenidos se procede a realizar la división entre la longitud del surco y la distancia obteniendo el número de surcos, lo que se puede observar en la ecuación (2.2).

$$\# \text{ surcos} = \frac{100 \text{ m}}{0.76 \text{ m}} \quad (2.2)$$

$$\# \text{ surcos} = 131$$

Para calcular el número de vuelos que realizan el dron por hectáreas utilizamos los siguientes datos:

El número de surcos que hay en una hectárea en este caso son 131 surcos y dividimos por la distancia que recorre el dron en 2km, en nuestro caso 20 surcos, obtiene como resultado el número de vuelos aproximados que debe realizar, tal como se muestra en la ecuación (2.3).

$$\# \text{ vuelos} = \frac{131 \text{ surcos}}{20 \text{ surcos}} \quad (2.3)$$

$$\# \text{ vuelos} = 6.55$$

El dron realiza aproximadamente 7 vuelos para recorrer una hectárea, la distancia total aproximada que recorre el dron para cubrir una hectárea se muestra en la siguiente ecuación (2.4), donde se multiplica la cantidad de surcos total que hay en una hectárea por 100 metros que tiene cada surco obteniendo que la distancia total aproximada que recorre el dron en una hectárea es 13.100 metros.

$$\text{Distancia Total Aproximada} = 131 \times 100 \text{ m} \quad (2.4)$$

$$\text{Distancia Total Aproximada} = 13100 \text{ m}$$

$$\text{Distancia Total Aproximada} = 13.1 \text{ km}$$

El tiempo aproximado del vuelo para cubrir una hectárea se muestra en la ecuación (2.5), que se realiza con el número de vuelos del dron que son 7 total por el tiempo de duración de cada vuelo que es 0.42 horas.

$$\text{Tiempo de Vuelo} = 7 \times 0.42 \text{ h} \quad (2.5)$$

$$\text{Tiempo de Vuelo} = 2.94 \text{ horas}$$

La batería del dron es removible y puede ser cambiada después de cada vuelo y luego continuar con el recorrido. Así, para recorrer una hectárea se necesitan 7 baterías adicionales ya que el tiempo para recargar las baterías en su totalidad es de tres horas aproximadamente.

2.2.3 Características de las imágenes

Para la toma de las fotografías de las plantas del cultivo que presenten alguna enfermedad, el drone cuenta con una aplicación propia llamada DJI GO, que puede cambiar de modo video a fotografía según las necesidades del usuario.

Las fotografías que se capturan en el recorrido se almacenan directamente en el dispositivo móvil que está usando la aplicación DJI GO. Para mejor apreciación de las imágenes captadas durante el recorrido al cultivo, estas deben ser tomadas en una resolución de 12 megapíxeles, el formato de la fotografía es JPEG [9]. El número de fotografías que se pueden tomar depende de la capacidad de almacenamiento de la tarjeta micro SD, el drone soporta tarjetas micro SD de hasta 64GB, puede llegar a almacenar 14.564 fotografías en una tarjeta de 64 GB [8].

En la parte superior del lado izquierdo de la figura 2.8. podemos observar que en la aplicación DJI GO se indica el formato de la imagen y también el número de fotografías que se puede captar.



Figura 2.8. Interfaz de la aplicación DJI GO

2.3 Aplicación móvil

Es una aplicación diseñada para ser ejecutada en teléfonos inteligentes, tabletas y otros dispositivos móviles, que permite al usuario comparar las imágenes obtenidas de las plantas para consultar información acerca de las enfermedades y plagas que afectan al cultivo del maíz, facilitando procedimientos a seguir para combatirlas.

Funcionalidades de la aplicación.

En el sistema hemos definido las siguientes funcionalidades que serán la base para el diseño de la aplicación:

- Crear perfiles para los usuarios.
- Registrar datos de enfermedades y plagas que afectan al cultivo del maíz.
- Comparar imágenes para monitoreo de los ataques del cultivo del maíz.
- Hacer consultas utilizando filtros de búsquedas.
- Visualizar reportes de enfermedades, plagas, ubicación, tratamientos y químicos del cultivo.
- Facilitar información para el tratamiento de las enfermedades y plagas del maíz

Descripción de las opciones de la aplicación

Instalada la aplicación en los equipos móviles, se accede al sistema de control de enfermedades y plagas, una vez cargada se visualiza una pantalla en donde se solicita al usuario ingresar los datos de autenticación, como se muestra en la Figura 2.9.



Figura 2.9. Interfaz de inicio de sesión

Ingresando los datos de autenticación aparecerán las opciones de la aplicación informática.

A continuación, se procederá a describir cada una de las opciones que se muestran de la Figura 2.10.



Figura 2.10. Interfaces de los menús para cada perfil de usuario.

Registros (1): En esta opción se registran las enfermedades que afectan a las plantas del cultivo del maíz.

Ingreso (2): En esta opción se ingresa la enfermedad con el tipo de tratamiento que se debe aplicar.

Consultas (3): Muestra informes resumidos de los químicos que se aplican a las enfermedades del cultivo del maíz.

Control (4): Realiza el proceso de comparar las imágenes capturadas con las registradas en la base de datos, para aplicar el tratamiento adecuado a las enfermedades o plagas detectadas en el cultivo del maíz.

Sistemas (5): Registra los usuarios con los diferentes perfiles de acceso como son: Administrador, Técnico agrícola, y Agricultor.

El perfil de Administrador tiene habilitadas las siguientes opciones: Registros, Ingreso, Consultas, Control, y Sistemas.

El perfil Técnico Agricultor tiene habilitadas las siguientes opciones: Registros, Consultas, y Control.

El perfil Agricultor tiene habilitadas las siguientes opciones: Consultas, y Control.

La opción de Sistemas de la aplicación informática contiene las sub-opciones de Usuarios y Roles a continuación se procederá a describir cada una estas de la Figura 2.11.

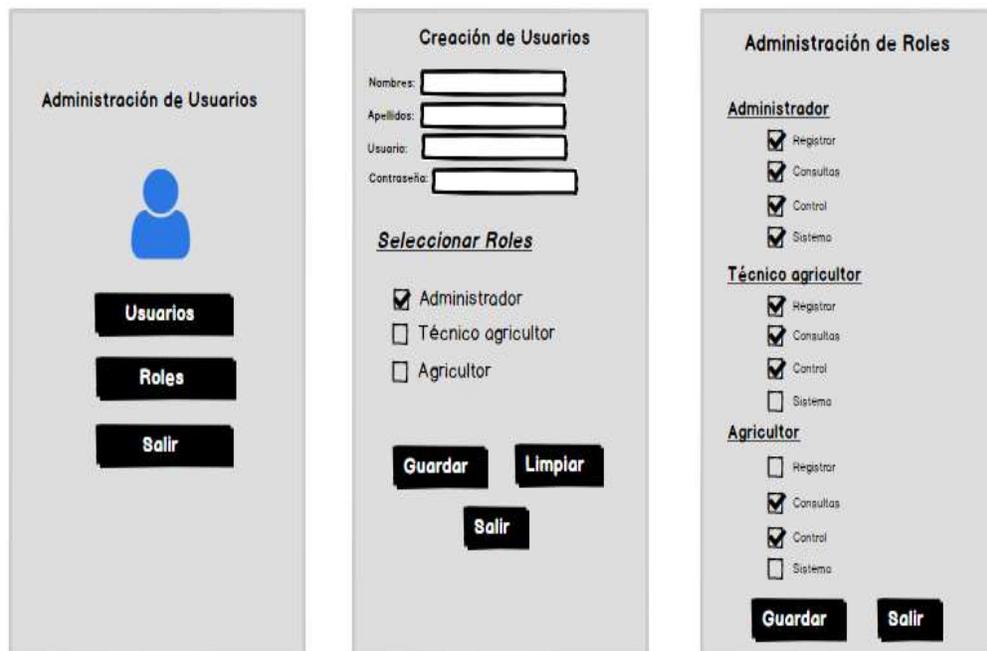


Figura 2.11. Interfaces de administración de usuarios

Usuarios (1): es donde se registra el código y contraseña para iniciar sesión en la aplicación informática.

Nombre: En este campo se ingresa el nombre.

Apellido: En este campo se ingresan los apellidos.

Usuario: En este campo se ingresa el código para iniciar sesión.

Contraseña: Clave de autenticación compuesta por caracteres alfanuméricos.

Seleccionar de Roles: Asignación de permisos al usuario a las distintas opciones de la aplicación informática.

Roles (2): Es donde se habilitan las opciones de acuerdo al perfil del Usuario, si es un Administrador, Técnico Agrícola o Agricultor.

En la opción de Registros de la aplicación informática, se debe registrar el nombre del contacto, enfermedad, tipo de enfermedad, sector, provincia, canton, coordenadas de ubicación y foto tomadas en el cultivo del maíz, como se muestra en la Figura 2.12.

The image shows a web form titled "Ingresar Enfermedad". It contains the following elements:

- A text input field for "Nombre-Enfermedad".
- A "Tipo de Enfermedad" section with two radio buttons: "Plaga" and "Enfermedad".
- A text input field for "Descripción".
- Text input fields for "Propietario", "Ubicación", "Provincia", "Cantón", "Latitud", and "Longitud".
- A large square area with a diagonal cross, likely for a photo, with a folder icon and a trash icon to its right.
- Two buttons at the bottom: "Guardar" and "Limpiar".

Figura 2.12. Interfaz del formulario de Registro

Nombre-Enfermedad: En este campo se registra el nombre de la enfermedad que ataca al cultivo.

Tipo de Enfermedad: En este campo se debe seleccionar si el tipo de ataque es una Plaga o Enfermedad.

Descripción: En este campo se ingresa una breve descripción de la enfermedad.

Propietario: En este campo se ingresa el nombre del contacto.

Ubicación: En este campo se ingresa el lugar donde está ubicado el cultivo del maíz.

Provincia: En este campo se ingresa la provincia donde se encuentra el cultivo del maíz.

Cantón: En este campo se ingresa el cantón donde se encuentra el cultivo del maíz.

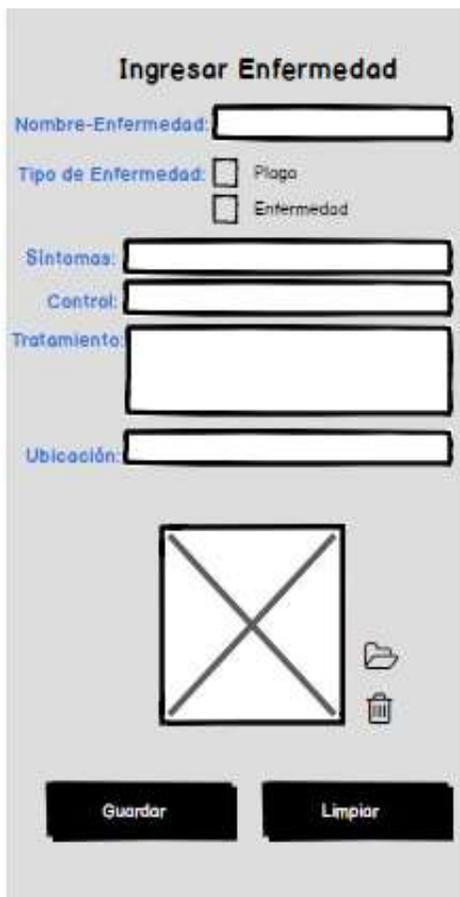
Latitud y Longitud: En estos campos se ingresan las coordenadas donde está ubicado el cultivo del maíz.

La  **carpeta:** permite seleccionar la foto que se va a subir para guardar la imagen seleccionada.

El  **tacho:** permite eliminar la imagen si no es la correcta cuando es cargada para guardar el registro.

Botón guardar: Guarda los datos en la base de datos cuando todos los campos están ingresados.

En la opción de Ingreso de la aplicación informática se debe ingresar el nombre de la enfermedad, tipo de enfermedad, síntomas, control, tratamiento y foto que atacan a la planta del cultivo del maíz, como se muestra en la Figura 2.13.



The image shows a mobile application interface for entering disease information. The title is "Ingresar Enfermedad". The form contains the following fields and controls:

- Nombre-Enfermedad:** A text input field.
- Tipo de Enfermedad:** Two radio button options: "Plaga" and "Enfermedad".
- Síntomas:** A text input field.
- Control:** A text input field.
- Tratamiento:** A larger text input field.
- Ubicación:** A text input field.
- Image Upload:** A square area with a large 'X' over it, indicating a missing image. To the right are icons for a folder and a trash can.
- Buttons:** Two black buttons at the bottom labeled "Guardar" and "Limpiar".

Figura 2.13. Interfaz del formulario de Ingreso

Nombre-Enfermedad: En este campo se registra el nombre de la enfermedad que ataca al cultivo.

Tipo de Enfermedad: En este campo se debe seleccionar si el tipo de ataque es una Plaga o Enfermedad.

Síntomas: En este campo se debe indicar la presencia de una enfermedad.

Control: En este campo se ingresa la medida a tomar para combatir el ataque de las plagas o enfermedades.

Tratamiento: En este campo se ingresa el químico que se aplica en las plantas del cultivo del maíz.

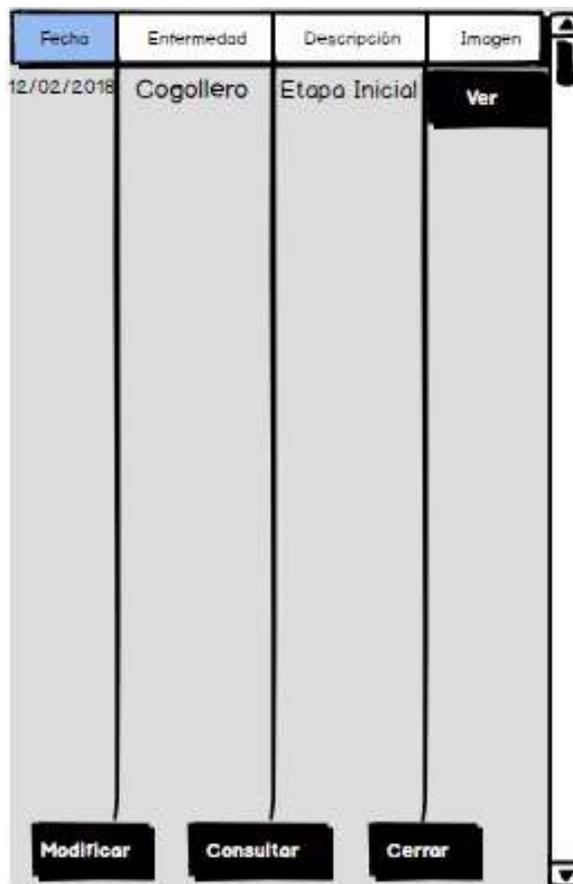
Ubicación: En este campo se ingresa la Hacienda o Recinto donde está ubicada la plantación del maíz.

La  **carpeta:** permite seleccionar la foto que se va a subir para guardar la imagen seleccionada.

El  **tacho:** permite eliminar la imagen si no es la correcta cuando es cargada para guardar el registro.

Botón guardar: Guarda los datos en la base de datos cuando todos los campos están ingresados.

En la opción de Consultas de la aplicación informática se muestra una ventana con información resumida del ataque a las plantas del cultivo del maíz, como se muestra en la Figura 2.14.



| Fecha | Enfermedad | Descripción | Imagen |
|------------|------------|---------------|--------|
| 12/02/2018 | Cogollero | Etapa Inicial | Ver |

Modificar Consultar Cerrar

Figura 2.14. Interfaz de consulta

Fecha: Muestra la fecha de ingreso de la enfermedad.

Enfermedad: Muestra el nombre de la enfermedad que ataco la planta.

Descripción: Muestra observaciones registradas de las enfermedades.

En la opción de modificar del menú de consulta se muestra una ventana con los datos guardados en la base de datos para actualizar los registros, como se muestra en la Figura 2.15.

Modificar Enfermedad

Nombre-Enfermedad: Mancha de asfalto

Tipo de Enfermedad: Plaga Enfermedad

Síntomas: puntos negros en las hojas

Control: Monitoreo constante de la plantación

Tratamiento: Aplicación de fungicidas

Ubicación: La Perla, Los Rios

Guardar Limpiar

Figura 2.15. Interfaz de Modificación de registro

En la opción de Control el usuario debe seleccionar la imagen tomada en el vuelo, mediante el icono de la carpeta abierta  se procede a cargar la foto de la planta del cultivo del maíz, como se muestra en la Figura 2.16.



Figura 2.16. Interfaz de la opción de control

El usuario debe comparar la foto cargada con una de las imágenes preestablecidas y seleccionar la que tenga similitud, posteriormente se despliega una nueva ventana donde se muestran fotos con las fases de la enfermedad o plaga que atacan al cultivo del maíz , como podemos observar en la Figura 2.17.



Figura 2.17. Interfaz de las fases de la enfermedad

El siguiente paso es elegir el botón de tratamiento, luego se mostrará una ventana con información acerca de la enfermedad o plaga y el procedimiento a seguir para combatirla, como se muestra en la figura 2.18.

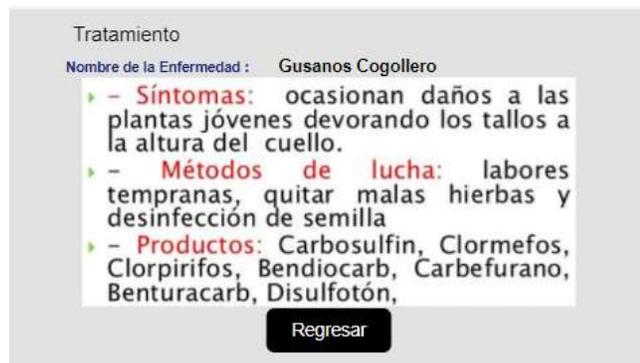


Figura 2.18. Interfaz de la opción de tratamiento

2.4 Aplicación Web

La aplicación web tiene las mismas funciones que la aplicación móvil, una vez cargada la página se visualiza una pantalla en donde se le solicita al usuario ingresar los datos de autenticación como se muestra en la figura 2.19.



Figura 2.19. Interfaz principal de la aplicación web

La diferencia entre el aplicativo móvil y la aplicación web es la opción de consulta, pues contiene más campos para una mejor toma de decisiones a futuro, en la que se obtienen informes estadísticos y tratamientos efectuados al cultivo del maíz.

El menú principal de la aplicación tiene las siguientes opciones, como se muestra en la Figura 2.20.



Figura 2.20. Interfaz del menú de la aplicación web

En la Figura 2.21. muestra un reporte del historial de los ataques a las plantas del maíz, con los campos que se detallan a continuación:



Figura 2.21. Interfaz de la opción de consulta de la aplicación web

Fecha: En este campo se muestra el mes, día, año y hora.

Enfermedad: En este campo se muestra el tipo de Enfermedad.

Tipo: En este campo se muestra la plaga o Enfermedad.

Descripción: En este campo se muestra el detalle de la enfermedad.

Ubicación: En este campo se muestra la provincia donde está ubicado el cultivo.

Tratamiento: En este campo se muestra el método aplicado al cultivo.

Químico: En este campo se muestra el tipo de químico aplicado.

Proveedor: En este campo se muestra el nombre de la Empresa o tienda donde se adquiere el producto.

Personal de Control: En este campo se muestra el usuario que realizó la aplicación.

Imagen: En este campo se muestra la foto de la plaga o enfermedad que afectó a la planta.

2.5 Base de datos

Para este esquema se recomienda utilizar el SGBD SQL Server 2014, porque es un sistema de gestión de base de datos relacional y multiusuario, tiene una capacidad de almacenamiento de 10 GB, se utilizará el protocolo TCP/IP para la comunicación [13].

Las imágenes capturadas no se almacenan en la base de datos se descargan en los dispositivos móviles o estaciones de trabajo, creando directorios con carpetas agrupadas por fechas, de esta manera se puede mantener registros de las fotos de las plantas del cultivo del maíz garantizando su confiabilidad y disponibilidad.

La aplicación informática controla el acceso a las opciones mediante perfiles como ya se lo ha mencionado, pero en este diseño no se mostrarán estas tablas si no las más relevantes.

Las tablas que conforman la seguridad y perfiles de usuarios en la aplicación informática son las siguientes: Seg_Usuario, Seg_UsuarioPerfil, Seg_PerfilCabeza, Seg_PerfilDetalle, Seg_Opciones.

Las tablas que conforman el registro de las enfermedades en la aplicación informática son las siguientes: Tbl_Enfermedad, Tbl_TipoEnfermedad, Tbl_Control, Tbl_Registros.

Tabla Tbl_Enfermedad. – Esta tabla almacena datos como nombre, tipo y fotos de las enfermedades para poder comparar con las imágenes obtenidas en el monitoreo del cultivo del maíz, entre los campos más relevantes citamos: en_codigo que es la clave primaria, en_nombre, en_idTipoEnf y otros campos complementarios, como podemos observar en la Figura 2.22.

| Tbl_Enfermedad | | | |
|----------------|-------------------|---------------|-------------------------------------|
| | Nombre de columna | Tipo de datos | Permitir val... |
| 🔑 | en_codigo | int | <input type="checkbox"/> |
| | en_nombre | nvarchar(150) | <input checked="" type="checkbox"/> |
| | en_idTipoEnf | int | <input checked="" type="checkbox"/> |
| | en_imagen | image | <input checked="" type="checkbox"/> |
| | en_estado | nchar(2) | <input checked="" type="checkbox"/> |
| | en_user | nvarchar(10) | <input checked="" type="checkbox"/> |
| | en_fectrx | datetime | <input checked="" type="checkbox"/> |
| | | | <input type="checkbox"/> |

Figura 2.22. Tabla Tbl_Enfermedad

Tabla Tbl_TipoEnfermedad. – Esta tabla almacena la descripción de cada una de las enfermedades y plagas, entre los campos más relevantes citamos: te_codigo que es la clave primaria, te_descripcion y otros campos complementarios, como podemos observar en la Figura 2.23.

| Tbl_TipoEnfermedad | | | |
|--------------------|-------------------|---------------|-------------------------------------|
| | Nombre de columna | Tipo de datos | Permitir val... |
| 🔑 | te_codigo | int | <input type="checkbox"/> |
| | te_descripcion | nvarchar(150) | <input checked="" type="checkbox"/> |
| | te_estado | nchar(2) | <input checked="" type="checkbox"/> |
| | te_user | nvarchar(10) | <input checked="" type="checkbox"/> |
| | te_fectrx | nchar(10) | <input checked="" type="checkbox"/> |
| | | | <input type="checkbox"/> |

Figura 2.23. Tabla Tbl_TipoEnfermedades

Tabla Tbl_Control. - Esta tabla almacena las fotos, enfermedad, tipo de tratamiento y dosis adecuada que se aplicarán a las plantas, entre los campos más relevantes citamos: ct_codigo que es la clave primaria, ct_nombres, ct_imagen y otros campos complementarios, como podemos observar en la Figura 2.24.

| Tbl_Control | | | |
|-------------|-------------------|---------------|-------------------------------------|
| | Nombre de columna | Tipo de datos | Permitir val... |
| 🔑 | ct_codigo | int | <input type="checkbox"/> |
| | ct_nombres | nvarchar(150) | <input checked="" type="checkbox"/> |
| | ct_imagen | image | <input checked="" type="checkbox"/> |
| | ct_imagen2 | image | <input checked="" type="checkbox"/> |
| | ct_imagen3 | image | <input checked="" type="checkbox"/> |
| | ct_idenfermedad | int | <input checked="" type="checkbox"/> |
| | ct_sintomas | nvarchar(300) | <input checked="" type="checkbox"/> |
| | ct_productos | nvarchar(300) | <input checked="" type="checkbox"/> |
| | ct_metodos | nvarchar(300) | <input checked="" type="checkbox"/> |
| | ct_estado | nchar(2) | <input checked="" type="checkbox"/> |
| | ct_user | nvarchar(10) | <input checked="" type="checkbox"/> |
| | ct_fectrx | datetime | <input checked="" type="checkbox"/> |
| | | | <input type="checkbox"/> |

Figura 2.24. Tabla Tbl_Control

Tabla Tbl_Registro. – Esta tabla almacena los datos de las enfermedades que atacan a las plantas del cultivo, nombre , tipo, descripción, persona de contacto, lugar de ubicación y coordenadas de la hacienda , fotos de la planta, entre los campos más relevantes citamos: rg_codigo que es la clave primaria, rg_nombre, rg_apellidos y otros campos complementarios, como podemos observar en la Figura 2.25.

| Tbl_Registro | | | |
|--------------|-------------------|---------------|-------------------------------------|
| | Nombre de columna | Tipo de datos | Permitir val... |
| 🔑 | rg_codigo | int | <input type="checkbox"/> |
| | rg_idenfermedad | int | <input checked="" type="checkbox"/> |
| | rg_idtipoenf | int | <input checked="" type="checkbox"/> |
| | rg_descripcion | nvarchar(150) | <input checked="" type="checkbox"/> |
| | rg_nombre | nvarchar(150) | <input checked="" type="checkbox"/> |
| | rg_apellidos | nvarchar(150) | <input checked="" type="checkbox"/> |
| | rg_sector | nvarchar(150) | <input checked="" type="checkbox"/> |
| | rg_idprovincia | int | <input checked="" type="checkbox"/> |
| | rg_idcanton | int | <input checked="" type="checkbox"/> |
| | rg_coordx | nvarchar(50) | <input checked="" type="checkbox"/> |
| | rg_coordy | nvarchar(50) | <input checked="" type="checkbox"/> |
| | rg_control | int | <input checked="" type="checkbox"/> |
| | rg_image | image | <input checked="" type="checkbox"/> |
| | rg_estado | nchar(2) | <input checked="" type="checkbox"/> |
| | rg_user | nvarchar(10) | <input checked="" type="checkbox"/> |
| | rg_fectrx | datetime | <input checked="" type="checkbox"/> |
| | | | <input type="checkbox"/> |

Figura 2.25. Tabla Tbl_Registro

Servidor de base de datos: dispositivo que tiene instalada la aplicación informática que es utilizada por los usuarios.

Router WiFi: permite conexiones inalámbricas por medio de DHCP a los dispositivos de la red.

Estructura de Protocolo:

La Arquitectura es TCP / IP

Seguridad de la Red:

En el firewall nuestra regla inicial es denegar todos los servicios y bloquear todos los puertos de cualquier intento de acceso no autorizado a dispositivos internos privados de nuestra red de datos (LAN) desde las conexiones externas de internet comúnmente llamado WAN.

Para el funcionamiento del aplicativo web habilitamos los puertos 80 y 443, los permisos de servicios y desbloques de puertos se otorgan de acuerdo a ACLs según necesidades o requerimientos en la infraestructura de la red.

La política del firewall es permitir las comunicaciones a la red en base a las peticiones de los equipos dentro la red, intrusos no podrán escanear la red, desde el exterior solo se visualiza la dirección del cortafuego.

Por medio del servicio de detección y prevención (IDP), permite al administrador controlar aplicaciones conocidas como: troyanos, fishing, malware que pueden infiltrarse en la red, utiliza inspección profunda de los paquetes (DPI), puede soportar 8000 firmas en línea, bloquea programas específicos que no están permitidos en la red como mensajería, enlace a sitios web, intercambio de archivos P2P [14].

El servidor web se encuentra en la DMZ el objetivo es aislarlo porque está expuesto a internet y propenso a posibles ataques, con la cual se dificulta su acceso de manera directa a la red interna.

En el direccionamiento de la Red, la única IP fija pública es la que es asignada por el proveedor de internet para nuestro servidor Web que se conecta con nuestra instancia de base de datos. Las demás direcciones IP serán privadas para los equipos que se conectan por medio del switch central, servidores y equipos con conexiones inalámbricas que se conectan por medio de un router Wi Fi, el segmento de red definido es 192.168.10.248/29 y su máscara de red es 255.255.255.248

CAPÍTULO 3

3. ELABORACIÓN DE PLAN DE TRABAJO.

El plan de trabajo está compuesto por las siguientes etapas: (1) levantamiento de información, (2) diseño de la base de datos, (3) diseño de la infraestructura y (4) diseño de la aplicación informática. La etapa 1 trata del estudio del proceso del cultivo del maíz, con información relevante durante el inicio, desarrollo y fin de la cosecha. La etapa 2, 3 y 4 describen el detalle del diseño. En la figura 3.1, podemos observar el plan de trabajo.

3.1 Levantamiento de Información

3.1.1 Análisis de Plagas del Maíz.

Determinar cuáles son las plagas y enfermedades más frecuentes que afectan a las plantas del cultivo del maíz. Tiempo en recopilar información 2 días.

3.2 Diseño de la Base de Datos.

Las tablas que conforman el diseño de la base de datos son seguridad/perfiles de Usuarios y de registros de enfermedades. Podemos mencionar las más importantes Tbl_Enfermedad, Tbl_TipoEnfermedad, Tbl_Control y Tbl_Registros con sus respectivos campos y los procedimientos asociados ingreso, consultas, modificación, eliminación donde se almacenan los datos de la información ingresada por el usuario. Tiempo de diseño 1 semana.

Realizado el proceso se entregará documentación, que es utilizada al momento de realizar las diferentes operaciones en la aplicación.

3.3 Diseño de la infraestructura.

Proceso de configuración de los dispositivos que trabajarán con la aplicación informática para la toma de imágenes y poder compararlas con las almacenadas en la base de datos y aplicar las medidas de control en caso de ataques. Tiempo de diseño 2 días.

Finalizado el proceso se entregará documentación con las especificaciones de los componentes físicos de la red, configuraciones, conexiones, Tablet, celulares, drone.

3.4 Diseño de la aplicación.

3.4.1 Diseño de Reglas y Funciones.

Procedimientos que se enlazan con los stores procedures diseñados en la base de datos para establecer las diferentes reglas y funciones que intervienen en el desarrollo de la aplicación. Tiempo de desarrollo 2 semanas.

3.4.2 Diseño de Apps.

Diseño de las opciones de acceso a la aplicación informática como son: Registros, Ingreso, Consultas, Control. Tiempo de desarrollo 3 semanas.

Finalizado esta fase se entregará manuales, el propósito es facilitar al usuario la operación de las diferentes opciones de la aplicación informática.

3.5 Pruebas de Implementación.

Proceso realizado para determinar posibles inconvenientes en la aplicación informática durante su puesta en producción y hacer los correctivos necesarios. Tiempo de desarrollo 4 días.

Finalizada esta fase se entregará formalmente la versión definitiva de la aplicación, la documentación necesaria como manuales técnicos para el usuario y materiales de capacitación.

3.6 Etapa de Seguimiento.

En esta etapa se realizará el monitoreo de la herramienta tecnológica puesta en práctica, para verificar si lo diseñado en etapas previas produce los resultados esperados, en caso de que existan inconvenientes se puedan tomar las medidas correctivas cuando la ejecución del proyecto se desvíe de su planificación.

| Actividades | Inicio | Fin | Recursos | SEMANA 1 | SEMANA 2 | SEMANA 3 | SEMANA 4 | SEMANA 5 | SEMANA 6 | SEMANA 7 | SEMANA 8 | SEMANA 9 |
|-------------------------------------|------------|------------|--|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Levantamiento de Información | | | | | | | | | | | | |
| Análisis de Plaga | 05/12/2017 | 07/12/2017 | Divar González - Christian Heredero Desarrollador Web - Analista de BD Drone | ■ | | | | | | | | |
| Proceso de diseño de BD | 11/12/2017 | 15/12/2017 | Divar González - Christian Heredero Desarrollador Web - Analista de BD Drone | | ■ | | | | | | | |
| Diseño de Infraestructura | 18/12/2017 | 20/12/2017 | Divar González - Christian Heredero Desarrollador Web - Analista de BD Drone | | | ■ | | | | | | |
| Ingeniería de Diseño | 26/12/2017 | 03/01/2018 | Divar González - Christian Heredero Desarrollador Web - Analista de BD Drone | | | | ■ | | | | | |
| Diseño de Procedimientos | 04/01/2018 | 09/01/2018 | Divar González - Christian Heredero Desarrollador Web - Analista de BD Drone | | | | ■ | | | | | |
| Diseño de Reglas y Funciones | 09/01/2018 | 14/01/2018 | Divar González - Christian Heredero Desarrollador Web - Analista de BD Drone | | | | | ■ | | | | |
| Diseño de Apps | 15/01/2018 | 19/01/2018 | Divar González - Christian Heredero Desarrollador Web - Analista de BD Drone | | | | | | ■ | | | |
| Producción | 20/01/2018 | 22/01/2018 | Divar González - Christian Heredero Desarrollador Web - Analista de BD Drone | | | | | | | ■ | | |
| Pruebas de Implementación | 22/01/2018 | 31/01/2018 | Divar González - Christian Heredero Desarrollador Web - Analista de BD Drone | | | | | | | | ■ | |
| Etapa de Seguimiento | 01/02/2018 | 15/02/2018 | Divar González - Christian Heredero Desarrollador Web - Analista de BD Drone | | | | | | | | | ■ |

Figura 3.1. Plan de trabajo

3.7 Presupuesto

En el siguiente presupuesto tenemos un listado de una cotización donde podemos observar los materiales, recursos humanos y el valor individual de cada uno para el diseño de este proyecto.

| Cantidad | Descripción de Equipos | Valor |
|-----------------|--|--------------------|
| 1 | Servidor HP ProLiant ML350 G9 E5-2620v3 Server Base de datos 2 disco Duros 4 tarjetas de Red Gigabit 4 núcleos 32 GB RAM 1 fuente Redundante | \$9.700,00 |
| 1 | Servidor HP ProLiant ML110 Gen Server Web 1 disco duro 1TB 2 núcleos 16 GB RAM 2 tarjetas de red Gigabit | \$1.100,11 |
| 1 | Drone Phantom 3 Standard | \$707,79 |
| 7 | Baterias para Phantom 3 Standard | \$350,00 |
| 1 | SQL Server 2014 Licencia | \$2.700,00 |
| 1 | Smartphone o Tablet | \$200,00 |
| 1 | Firewall Mikrotik CCE1009-7G-1C-1S+PC | \$495,00 |
| 1 | Enlace dedicado de 2 MB | \$720,00 |
| 1 | Desarrollador Junior Web | \$1.500,00 |
| 1 | Analista de Base de Datos | \$1.200,00 |
| 1 | Costo técnico agricultor | \$1.200,00 |
| | Total | \$19.872,90 |

Tabla 3. Presupuesto del proyecto

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- Esta solución será de gran beneficio para los agricultores porque podrán realizar consultas de los registros de sus cultivos, almacenados en una base de datos.
- Se pueden aumentar más funcionalidades a la aplicación, por ejemplo, ingreso de registros de nuevas plagas y enfermedades para optimizar el control de los ataques a las plantaciones del maíz.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda tener siete baterías por autonomía cargadas adicionalmente del drone, para recorrer una hectárea, debido a que el tiempo de vuelo que proporciona la carga de una batería es de 25 minutos aproximadamente.
- El técnico agrícola recomienda realizar controles periódicamente en los cultivos del maíz y poder detectar las posibles enfermedades que atacan la cosecha.

BIBLIOGRAFÍA

[1] *Maya SL*, (2018, enero), "Principales plagas y enfermedades del maíz - Maya S.L.". [Online]. Disponible en: <https://www.mayasl.com/principales-plagas-enfermedades-del-maiz/>

[2] *Agrogiova*, (2018, enero), "6 medidas para prevenir y controlar ataques de gusano cogollero y otros lepidópteros en maíz - Agrogiova". [Online]. Disponible en: <https://agrogiova.com/6-medidas-para-la-prevenir-y-controlar-ataques-de-cogollero-y-otros-lepidopteros-en-maiz/>.

[3] *Croplifela.org*, (2018, enero), C. "Gusano cogollero - CropLife Latin America". [Online]. Disponible en: <https://www.croplifela.org/es/plagas/listado-de-plagas/gusano-cogollero>.

[4] *Scielo.org.mx*, J. Pereyda-Hernández, J. Hernández-Morales, J. Sandoval-Islas, S. Aranda-Ocampo, C. de León and N. Gómez-Montiel, (2018, enero), "Etiología y manejo de la mancha de asfalto (*Phyllachora maydis* Maubl.) del maíz en Guerrero, México". [Online]. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952009000500006.

[5] *DJI Official*, (2018, enero), "Phantom 3 Standard - Dron para Principiantes - DJI". [Online]. Disponible en: <https://www.dji.com/es/phantom-3-standard>.

[6] *YouTube*, (2018, enero), "MODOS DE VUELO INTELIGENTE DJI PHANTOM 3 STANDARD EXPLICADOS EN ESPAÑOL". [Online]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=kjT3FmdTCTM>.

[7] *DJI Official*, (2018, enero), "Phantom 3 Standard – Control Remoto - DJI". [Online]. Disponible en: <https://www.dji.com/es/phantom-3-standard/remote-controller#sub-feature>.

[8] *DJI Official*, (2018, enero), "Phantom 3 Standard - Especificaciones, FAQ, Manuales, Videotutoriales y DJI GO - DJI". [Online]. Disponible en: <https://www.dji.com/es/phantom-3-standard/info#specs>.

[9] DJI Official, (2018, enero), "Phantom 3 Standard – Cámara - DJI". [Online]. Disponible en: <https://www.dji.com/es/phantom-3-standard/camera#sub-feature>.

[10] *Decamaras.com*, (2018, enero), "Cuántas fotos caben en una tarjeta de memoria? | DeCamaras". [Online]. Disponible en: <https://www.decamaras.com/CMS/content/view/101/40-Cuántas-fotos-caben-en-una-tarjeta-de-memoria>.

[11] YouTube, (2018.enero), "Como conectar tu Phantom a tu Movil". [Online]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=geMAfngwsgY>

[12] *Manuals.gfi.com*, (2018, enero), "Límite de tamaño de la base de datos". [Online]. Disponible en: https://manuals.gfi.com/es/languard/content/acm/topics/configuration/limiting_database_size.htm.

[13] *Msdn.microsoft.com*, (2018, febrero), "Especificaciones de producto para SQL Server 2014". [Online]. Disponible en: [https://msdn.microsoft.com/es-es/library/ms143287\(v=sql.120\).aspx](https://msdn.microsoft.com/es-es/library/ms143287(v=sql.120).aspx).

[14] *Wiki.mikrotik.com*, (2018, marzo), "Firewall - MikroTik Wiki". [Online]. Disponible en: <https://wiki.mikrotik.com/wiki/Firewall>.

[15] *Centa.gob.sv*, (2018, enero), "Mancha de asfalto". [Online]. Disponible en: <http://www.centa.gob.sv/docs/guias/granos%20basicos/GUIA%20MANCHA%20ASFALTO%20MAIZ.pdf>.

ANEXOS

Anexo A1

Phantom 3 Standard es un drone que posee dimensiones las se muestran en la ilustración 1.



Ilustración 0.1. Dimensiones del drone

Phantom 3 Standard cuenta con varias especificaciones la cuales se muestran detallada en la tabla A1.1.

| | |
|---|--|
| Peso (Batería y hélices incluidas) | 1216 gr |
| Velocidad Máx. en ascenso | 5 m/s |
| Velocidad Máx. en descenso | 3 m/s |
| Velocidad Máx. | 16 m/s (sin viento) |
| Altura Máx. sobre el nivel del mar | 6 km (altura por defecto: 120m sobre el punto de despegue) |
| Máx. duración de vuelo | Aproximadamente 25 minutos |
| Temperatura de funcionamiento | De 0°C a 40°C |
| Modo GPS | GPS |

Tabla A1.1. Especificaciones del drone

Entre sus características de vuelo tenemos:

- **Asistente de vuelo automático:** Permite volar con toda libertad y confianza, teniendo en cuenta que el drone volverá hacia la persona con solo presionar un botón; debido al GPS integrado graba el punto de despegue y lo guarda durante el vuelo. En caso de perder la señal del mando del control, este regresará al punto de partida inmediatamente.
- **Vuelo estacionario:** cuando el drone no recibe órdenes, flota de forma estática en su lugar, manteniendo tanto la altitud como su posición, esperando nuevas órdenes.
- **Vuelo seguro:** se establece unos límites de vuelo tanto en distancia como en altura, el Phantom 3 Standard se detendrá automáticamente y se mantendrá dentro s los límites establecidos.

Phantom 3 Standard es controlado por un mando de control remoto, que posee un rango máximo de 1 km de distancia así el mando puede permanecer conectado al drone. Esta distancia puede variar dependiendo de las condiciones. La cámara del drone puede ser orientada desde el mando. En la ilustración 2, se muestra las descripciones del mando. También cuenta con un soporte para el dispositivo móvil.



Ilustración 0.2. Descripción del mando

El mando cuenta con un wifi integrado el permite que se pueda conectar al dispositivo móvil mediante la aplicación DJI GO.

El mando posee una batería integrada recargable, tiene un indicador de luces led en su parte frontal, dichas luces indicarán el nivel de batería que posee el control. Cuando la batería se esté agotando el mando indicará mediante un sonido que se debe recargar la batería. Se puede recargar el control de una forma fácil por medio de un USB.

El mando de control cuenta con varias especificaciones que se muestran de forma detallada en la tabla A1.2.

| | |
|--------------------------------------|-----------------------------------|
| Frecuencia | 5.725 GHz – 5.825 GHz |
| Distancia Máxima | 1km; en condiciones extremas 500m |
| Temperatura de funcionamiento | De 0°C a 40°C |
| Batería | 2600 mAh LiPo 18650 |
| Voltaje de funcionamiento | 600 mA; 3.7V |
| Voltaje de funcionamiento | 300 mA; 7.4V |

Tabla A1.2. Especificaciones del mando de control remoto

La cámara integrada de phantom 3 standard puede grabar video en 2.7k, posee una definición equivalente a 3 veces mejor calidad que una TV HD, con una velocidad de 30 fotogramas por minuto y un máximo de 40mbps. Graba imágenes en formato JPG e incluso en formato DNG RAW que crea fotografías profesionales.

Posee un estabilizador de 3 ejes para que la cámara permita grabar una secuencia de video estable en cualquier momento del vuelo.

La cámara con el estabilizador se muestra en la ilustración A1.3.



Ilustración 0.3. Cámara y estabilizador.

La cámara que integrada del drone tiene varias especificaciones las cuales se muestran de forma detallada en la tabla 3.

| | |
|---|--|
| Sensor | 1/2.3"; 12 Megapíxeles |
| Lente | 200mm; Apertura f/2.8 |
| Velocidad del Obturador | 8s – 1/8000s |
| Tamaño Máx. de imagen | 4000 x 3000 |
| Modos de fotografías | <ul style="list-style-type: none"> • Disparo único • Disparo en ráfaga; 3/5/7 disparos |
| Modos de video | <ul style="list-style-type: none"> • 2.7k; 2704x1520p 24/25/30 • FHD: 1920x1080p 24/25/30 • HD: 1280x720p 24/25/30/48/50/60 |
| Tasa de bits máx. de almacenamiento de video | 40 Mbps |
| Formatos de archivos admitidos | FAT32(≤ 32 GB); exFAT (> 32 GB) |
| Tipos de tarjetas SD compatibles | Tarjeta Micro SD 8GB incluida |
| Temperatura de funcionamiento | De 0°C a 40°C |

Tabla A1.3. Especificaciones de la cámara

La aplicación DJI GO nos permite conectar nuestro dispositivo móvil, con esta aplicación se puede ver video en HD en directo, se puede tomar fotos en tiempo real cambiando en la aplicación de modo video a modo de cámara. Nos permite tener un control total de la cámara, para poder ajustar las configuraciones de la cámara.

En la aplicación se puede observar también el nivel de batería que posee Phantom 3 Standard, cuenta con el botón de despegue y aterrizaje automático, el botón de vuelta a casa, el botón de disparo para las fotografías. Se observa también la telemetría completa del vuelo el cual nos indica la distancia y altura en tiempo real en la que se encuentra el dron.

En el botón de ajustes avanzado de la aplicación se puede configurar el tipo de vuelo que realizará el dron, ajustar los límites de distancia y altura, programar la orden que deseamos que realice el dron ya sea al perder contacto con el control remoto o cuando tenga batería baja.

Estas opciones pueden hacer que el dron permanezca volando de forma estacionaria o a su vez este regrese al punto de despegue. La interfaz de la aplicación DJI GO se muestra en la ilustración A1.4.



Ilustración 0.4 Interfaz de la aplicación DJI GO

La aplicación nos permite guardar las fotografías y videos capturados en el dispositivo móvil, con lo cual se tiene un rápido acceso a ellas.

DJI GO posee algunas características las cuales se encuentra de forma detalla en la tabla 4.

| | |
|--|--|
| Frecuencia de funcionamiento de la retransmisión en directo | 720P; 30fps |
| Pire | 100mW |
| Densidad espectral de Potencia | 2.4GHz |
| Latencia | 220ms |
| Sistemas Operativos Requeridos | <ul style="list-style-type: none"> • iOS 8.0 ó posterior • Android 4.1.2 ó posterior |
| Dispositivos recomendados | <ul style="list-style-type: none"> • Compatible con iPhone 5s, iPhone 6 Plus, iPhone 6s, iPhone 6s Plus, iPod touch6, iPad Pro. • Compatible con Samsung tabs 705c, Samsung S6, Samsung S5, Samsung Note4, Samsung Note3, Google Nexus9, Google Nexus7, Sony Xperia Z3, Huawei P8. |

Tabla A1.4. Especificaciones de la aplicación DJI GO