

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas**

**Aplicativo Móvil para Identificar Enfermedades de la Hoja de Orégano mediante Deep Learning en la región de Tacna**

**Curso:** Construcción de Software I

**Docente:** Ing. Alberto Johnatan Flor Rodriguez

**Integrantes:**

Cuadros Napa, Raúl Marcelo (2017057851)

Melendez Huarachi, Gabriel Fari (2021070311)

**Tacna – Perú**

***2025***

**Aplicativo Móvil para Identificar Enfermedades de la Hoja de Orégano mediante Deep Learning en la región de Tacna**

**Documento de Visión**

**Versión *1.0***

| CONTROL DE VERSIONES | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Versión | Hecha por | Revisada por | Aprobada por | Fecha | Motivo |
| 1.0 | GFM, RMC | AJF | AJF | 18/03/2025 | Avance del primer entregable del documento |
| 2.0 | GFM, RMC |  |  | 16/05/2025 | Avance del segundo entregable del documento |

**Índice**

[1.](#_heading=h.1fob9te) Introducción 4

[1.1](#_heading=h.3znysh7) Propósito 4

[1.2](#_heading=h.2et92p0) Alcance 4

[1.3](#_heading=h.tyjcwt) Definiciones, Siglas y Abreviaturas 5

[1.4](#_heading=h.3dy6vkm) Referencias 6

[1.5](#_heading=h.1t3h5sf) Visión General 7

[2.](#_heading=h.4d34og8) Posicionamiento 7

[2.1](#_heading=h.2s8eyo1) Oportunidad de negocio 7

[2.2](#_heading=h.17dp8vu) Definición del problema 8

[3.](#_heading=h.3rdcrjn) Descripción de los interesados y usuarios 9

[3.1](#_heading=h.26in1rg) Resumen de los interesados 9

[3.2](#_heading=h.lnxbz9) Resumen de los usuarios 9

[3.3](#_heading=h.35nkun2) Entorno de usuario 10

[3.4](#_heading=h.1ksv4uv) Perfiles de los interesados 10

[3.5](#_heading=h.44sinio) Perfiles de los Usuarios 10

[3.6](#_heading=h.2jxsxqh) Necesidades de los interesados y usuarios 11

[4.](#_heading=h.z337ya) Vista General del Producto 14

[4.1](#_heading=h.3j2qqm3) Perspectiva del producto 14

[4.2](#_heading=h.1y810tw) Resumen de capacidades 14

[4.3](#_heading=h.4i7ojhp) Suposiciones y dependencias 15

[4.4](#_heading=h.2xcytpi) Licenciamiento e instalación 15

[5.](#_heading=h.1ci93xb) Características del producto 15

[6.](#_heading=h.3whwml4) Restricciones 16

[7.](#_heading=h.2bn6wsx) Rangos de calidad 16

[8.](#_heading=h.qsh70q) Precedencia y Prioridad 17

[9.](#_heading=h.3as4poj) Otros requerimientos del producto 19

[CONCLUSIONES 23](#_heading=h.1pxezwc)

[RECOMENDACIONES 24](#_heading=h.49x2ik5)

1. **Introducción**
   1. **Propósito**

El propósito del proyecto es desarrollar una aplicación móvil basada en Deep Learning que permita a los agricultores de la región de Tacna identificar de manera temprana y precisa las enfermedades en las hojas de orégano, optimizando el manejo del cultivo, reduciendo pérdidas y mejorando la producción agrícola mediante el uso de inteligencia artificial.

* 1. **Alcance**

El proyecto abarca el desarrollo e implementación de una aplicación móvil que utiliza Deep Learning para detectar enfermedades en las hojas de orégano en la región de Tacna, permitiendo a los agricultores obtener diagnósticos en tiempo real a través del análisis de imágenes. Incluye el entrenamiento de un modelo de inteligencia artificial, el desarrollo de una API en Python (Flask), la integración con Firebase para almacenamiento de datos y la implementación en dispositivos móviles con Flutter. Además, se contempla la provisión de recomendaciones para el manejo de enfermedades y el despliegue en un servidor o en un Single Board Computer (SBC), asegurando su funcionalidad tanto en línea como fuera de línea.

* 1. **Definiciones, Siglas y Abreviaturas**
* **Deep Learning (DL):** Subcampo del aprendizaje automático basado en redes neuronales profundas para el procesamiento y análisis de datos complejos.
* **Inteligencia Artificial (IA):** Rama de la informática que desarrolla sistemas capaces de realizar tareas que requieren inteligencia humana, como el reconocimiento de imágenes y la toma de decisiones.
* **Red Neuronal Convolucional (CNN):** Tipo de red neuronal utilizada en visión por computadora para analizar imágenes y extraer patrones.
* **Flutter:** Framework de desarrollo de aplicaciones móviles multiplataforma creado por Google.
* **Firebase:** Plataforma de Google para el desarrollo de aplicaciones con servicios en la nube, como bases de datos y autenticación.
* **Python:** Lenguaje de programación utilizado en el desarrollo del modelo de deep learning y la API del sistema.
* **Flask:** Framework ligero de Python para el desarrollo de aplicaciones web y APIs.
* **API (Application Programming Interface):** Conjunto de funciones y protocolos que permiten la comunicación entre aplicaciones.
* **SBC (Single Board Computer):** Computadora de placa única que integra todos los componentes esenciales en un solo circuito.
* **TensorFlow Lite:** Versión optimizada de TensorFlow para la ejecución de modelos de machine learning en dispositivos móviles y embebidos.
* **GPU (Graphics Processing Unit):** Unidad de procesamiento gráfico utilizada para acelerar el entrenamiento de modelos de deep learning.
* **Git:** Sistema de control de versiones que permite gestionar y colaborar en proyectos de software.
* **GitHub:** Plataforma basada en Git para almacenamiento, control de versiones y colaboración en desarrollo de software.
  1. **Referencias**

(DE TESIS CONSEGUIREMOS)

* 1. **Visión General**

El proyecto busca desarrollar una aplicación móvil innovadora que, mediante Deep Learning, facilite la detección temprana de enfermedades en las hojas de orégano en la región de Tacna. A través del análisis de imágenes capturadas con un smartphone, la aplicación proporcionará diagnósticos precisos y recomendaciones para un manejo eficiente del cultivo, reduciendo pérdidas económicas y mejorando la producción agrícola.

Para lograrlo, se implementará un modelo de redes neuronales convolucionales (CNN) entrenado con un conjunto de datos de hojas sanas y enfermas, optimizado para ejecutarse en dispositivos móviles mediante TensorFlow Lite. La solución incluirá una API en Python (Flask), almacenamiento en la nube con Firebase, y una interfaz intuitiva desarrollada en Flutter. Además, se prevé la integración con un Single Board Computer (SBC) para operar en entornos con conectividad limitada.

Este proyecto busca impulsar la modernización del sector agrícola en Tacna, promoviendo el uso de inteligencia artificial como herramienta clave para mejorar la productividad y sostenibilidad del cultivo de orégano.

1. **Posicionamiento**
   1. **Oportunidad de negocio**

El proyecto representa una oportunidad de negocio innovadora en el sector agrícola al proporcionar una solución tecnológica basada en Deep Learning para la detección temprana de enfermedades en las hojas de orégano. Actualmente, los agricultores dependen de métodos tradicionales de inspección visual, los cuales son lentos, inexactos y costosos, lo que genera pérdidas económicas significativas.

La aplicación móvil puede ser comercializada a través de un modelo de suscripción, pago por diagnóstico o licenciamiento a cooperativas agrícolas, instituciones gubernamentales y empresas tecnológicas del sector agroindustrial. Además, su escalabilidad permite adaptarla a otros cultivos y mercados, abriendo nuevas oportunidades de crecimiento y expansión.

Asimismo, la integración con servicios en la nube, API y dispositivos embebidos posibilita la creación de servicios complementarios como análisis predictivo, monitoreo remoto y asesoramiento digital, lo que fortalece la propuesta de valor y diferencia el proyecto en el mercado.

* 1. **Definición del problema**

El cultivo de orégano en la región de Tacna enfrenta dificultades debido a la aparición de enfermedades en sus hojas, las cuales pueden generar pérdidas económicas significativas para los agricultores. La detección de estas enfermedades se realiza actualmente mediante inspecciones visuales y análisis manuales, los cuales son lentos, costosos y propensos a errores humanos, lo que dificulta la toma de decisiones oportunas para el manejo del cultivo.

La falta de herramientas tecnológicas accesibles que permitan un diagnóstico temprano y preciso limita la capacidad de los productores para implementar medidas preventivas y de control eficaces. En este contexto, se requiere una solución innovadora que utiliza inteligencia artificial y visión por computadora para automatizar la identificación de enfermedades, optimizando la producción agrícola y reduciendo pérdidas.

1. **Descripción de los interesados y usuarios**

Para ofrecer una solución efectiva que se ajuste a las necesidades de los usuarios, es fundamental identificar e involucrar a todos los participantes en el proceso de desarrollo del sistema. Es clave reconocer a los usuarios del sistema y asegurarse de que las partes involucradas representen correctamente sus necesidades y expectativas.

* 1. **Resumen de los interesados**
* **Agricultores y Productores de Orégano:** Beneficiarios directos del sistema, ya que podrán detectar enfermedades en sus cultivos de manera rápida y precisa, mejorando la producción y reduciendo pérdidas.
* **Cooperativas y Asociaciones Agrícolas:** Organizaciones que pueden promover el uso de la aplicación entre sus miembros para mejorar la calidad del orégano producido.
* **Instituciones Gubernamentales y ONGs:** Entidades que pueden financiar o apoyar la adopción de tecnologías para el desarrollo agrícola sostenible en la región de Tacna.
* **Investigadores y Académicos:** Profesionales en el campo de la agricultura y la inteligencia artificial interesados en la optimización del modelo de detección de enfermedades.
* **Desarrolladores de Software y Científicos de Datos:** Responsables del diseño, implementación y mantenimiento del sistema de Deep Learning y la aplicación móvil.
* **Empresas de Tecnología Agrícola:** Potenciales aliados o clientes que pueden integrar esta solución en plataformas más amplias de monitoreo agrícola.
  1. **Resumen de los usuarios**

| **Nombre** | **Descripción** |
| --- | --- |
| Usuario Registrado | Los usuarios registrados son agricultores o personas interesadas en la salud de sus cultivos de orégano, que requieren acceder a funcionalidades avanzadas de la aplicación. Para poder utilizar la aplicación, deben iniciar sesión con su cuenta. Una vez registrados, podrán realizar un seguimiento personalizado, acceder a históricos de diagnósticos y recibir recomendaciones personalizadas para el manejo de sus cultivos. |
| Usuario Invitado | Los usuarios invitados pueden acceder a la aplicación de manera sencilla sin necesidad de registrarse. Al hacer clic en "Entrar como Invitado", tienen acceso a las funcionalidades básicas, como la identificación de enfermedades en tiempo real y la visualización de diagnósticos generales. |

*Tabla N°1: Resumen de Usuarios*

* 1. **Entorno de usuario**

El entorno del usuario del proyecto abarca zonas rurales y campos de cultivo. En el ámbito académico y de investigación, estudiantes e investigadores emplearán la app en laboratorios y universidades para el estudio de enfermedades del orégano. Además, en el entorno tecnológico, los desarrolladores mantendrán la infraestructura del sistema en oficinas o centros de datos. La aplicación debe ser intuitiva, robusta y eficiente, adaptándose a cada contexto de uso.

* 1. **Perfiles de los interesados**
* **Agricultores y Productores:** Usuarios principales que utilizarán la aplicación para detectar enfermedades en las hojas de orégano y optimizar la producción.
* **Técnicos Agrícolas y Asesores:** Profesionales que apoyan a los agricultores en el diagnóstico y tratamiento de enfermedades agrícolas.
* **Investigadores y Académicos:** Especialistas en fitopatología e inteligencia artificial que pueden contribuir a la mejora del modelo de detección.
* **Cooperativas y Asociaciones Agrícolas:** Organizaciones que agrupan a productores y pueden promover el uso de la tecnología en el sector.
  1. **Perfiles de los Usuarios**

| **Perfil de Usuario:** Usuario registrado |
| --- |
| **Descripción:** Representa a los productores de orégano que utilizarán la aplicación para diagnosticar enfermedades en sus cultivos y mejorar su producción. |
| **Funcionalidades:**  - Capturar y analizar imágenes de hojas de orégano.  - Historial de escaneos.  - Recomendación agrícolas personalizadas. |

*Tabla N°2: Perfil de Usuario Registrado*

| **Perfil de Usuario:** Usuario invitado |
| --- |
| **Descripción:** Representa al usuario común que quiere probar la funcionalidad de escaneo de enfermedades de la hoja de orégano en la app. |
| **Funcionalidades:**  - Capturar y analizar imágenes de hojas de orégano. |

*Tabla N°3: Perfil de Usuario Invitado*

* 1. **Necesidades de los interesados y usuarios**
* **Interesados**
* Estos incluyen agricultores, cooperativas agrícolas, investigadores y desarrolladores de software. Su interés en el proyecto varía desde la mejora de la producción agrícola y la reducción de pérdidas hasta la innovación tecnológica y la comercialización de la solución.

**Necesidades:**

* + Una plataforma interactiva y fácil de usar.
  + Diagnóstico confiable de enfermedades del orégano
  + Acceso a la información sobre las enfermedades del orégano.
* **Usuarios**

**Agricultores:**

* **Necesidades:**
  + Detección rápida y precisa de enfermedades en las hojas de orégano mediante el análisis de imágenes en tiempo real.
  + Interfaz intuitiva y fácil de usar, adecuada para usuarios sin conocimientos técnicos en tecnología.
  + Acceso a recomendaciones sobre tratamientos y manejo del cultivo, basadas en los diagnósticos obtenidos.
  + Reducción de pérdidas económicas al prevenir la propagación de enfermedades y mejorar la calidad del cultivo.
  + Soporte técnico y actualizaciones constantes para garantizar el correcto funcionamiento de la aplicación.
  + Integración con otras herramientas agrícolas como bases de datos de plagas.
  + Recomendaciones sobre escaneos de los cultivos de orégano.

| **Código** | **Requerimientos**  **Funcionales** | **Descripción** | **Prioridad** | **Importancia** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| RF01 | Detectar Enfermedades | El sistema debe analizar imágenes y detectar enfermedades utilizando algoritmos avanzados de procesamiento de imágenes. | 3 | Alta |
| RF02 | Generar recomendaciones | El sistema debe generar recomendaciones basadas en los resultados del análisis de las imágenes, como tratamientos o cambios de estilo de vida. | 2 | Media |
| RF03 | Almacenar historial de escaneos | El sistema debe permitir almacenar y consultar el historial de escaneos realizados por el usuario. | 2 | Media |
| RF04 | Analizar Imágenes por Lote | El sistema debe permitir cargar y analizar múltiples imágenes de una vez. | 1 | Baja |
| RF05 | Subir Imagenes en Diferentes Formatos | El sistema debe aceptar imágenes en diversos formatos como JPG, PNG, GIF. | 2 | Media |
| RF06 | Revisar Notificación de Análisis | El sistema debe permitir revisar notificaciones sobre los resultados del análisis, como diagnósticos y recomendaciones. | 3 | Alta |
| RF07 | Almacenar Datos en la Nube | El sistema debe almacenar datos en la nube para acceder a ellos desde cualquier dispositivo de forma segura. | 2 | Media |

*Tabla N°4: Necesidades y Requerimientos Funcionales de los Usuarios*

1. **Vista General del Producto** 
   1. **Perspectiva del producto**

El Aplicativo Móvil para Identificar Enfermedades de la Hoja de Orégano mediante Deep Learning en la región de Tacna tiene como objetivo principal ofrecer una herramienta accesible y eficiente para los agricultores y técnicos agrícolas de esta zona. Esta aplicación está diseñada para identificar de forma rápida y precisa las enfermedades que afectan las hojas de orégano, utilizando técnicas avanzadas de aprendizaje profundo (deep learning). Al implementar esta tecnología en dispositivos móviles, se busca democratizar el acceso a diagnósticos confiables, disminuyendo la necesidad de expertos o laboratorios especializados, lo cual resulta especialmente útil en áreas rurales de Tacna donde estos recursos pueden ser limitados.

* 1. **Resumen de capacidades**

El aplicativo móvil contará con las siguientes capacidades principales:

Identificación de enfermedades: Mediante un modelo de deep learning entrenados específicamente, la aplicación podrá reconocer patrones en imágenes de hojas de orégano y detectar enfermedades comunes en esta planta.

Interfaz intuitiva: Diseñada para ser fácil de usar, incluso por personas con poca experiencia tecnológica, permitiendo capturar imágenes directamente con la cámara del dispositivo móvil.

Diagnóstico en tiempo real: Ofrece resultados casi instantáneos, lo que facilita intervenciones rápidas y efectivas.

Recomendaciones de tratamiento: Basándose en el diagnóstico, la aplicación proporcionará sugerencias de medidas preventivas o correctivas para guiar a los usuarios en la gestión del problema.

Actualizaciones continuas: Los modelos de deep learning podrán actualizarse para incorporar nuevas enfermedades o variantes, asegurando la relevancia a largo plazo del aplicativo.

Estas funcionalidades se fundamentan en el éxito demostrado por investigaciones previas sobre el uso de inteligencia artificial en la detección de enfermedades en plantas, adaptadas específicamente al cultivo de orégano en Tacna.

* 1. **Suposiciones y dependencias**

El desarrollo y funcionamiento óptimo del aplicativo se basan en las siguientes suposiciones y dependencias:

Disponibilidad de datos: Se requiere un conjunto amplio y diverso de imágenes de hojas de orégano (sanas y enfermas) para entrenar los modelos de deep learning.

Infraestructura tecnológica: Los usuarios deben contar con dispositivos móviles equipados con cámaras de buena calidad y capacidad de procesamiento suficiente para manejar las imágenes.

Conectividad: Aunque el aplicativo funcionará sin conexión para los diagnósticos, las actualizaciones de los modelos necesitarán acceso a internet.

Colaboración con expertos: La precisión de los diagnósticos dependerá de la validación y mejora continua de los modelos en colaboración con fitopatólogos y especialistas en orégano.

Estas condiciones reflejan desafíos y tendencias comunes en la adopción de tecnologías móviles en la agricultura, como el acceso a equipos y la capacitación de los usuarios.

* 1. **Licenciamiento e instalación**

El Aplicativo Móvil para Identificar Enfermedades de la Hoja de Orégano será un software propietario, diseñado para ofrecer funcionalidades básicas de manera gratuita, mientras que las características avanzadas estarán disponibles a través de un modelo de suscripción paga (En próximas actualizaciones). Este enfoque busca asegurar la sostenibilidad del proyecto, permitiendo la mejora continua de la aplicación y la incorporación de nuevas funcionalidades basadas en las necesidades de los usuarios, como diagnósticos más precisos, recomendaciones personalizadas y actualizaciones frecuentes de los modelos de deep learning.

La aplicación estará disponible para su descarga a través de las principales tiendas de aplicaciones, como Google Play (Android) y App Store (iOS), garantizando así un acceso amplio y facilitando la recepción de actualizaciones. Durante la instalación, los usuarios podrán acceder a una versión gratuita que incluirá funcionalidades esenciales, como la identificación básica de enfermedades en las hojas de orégano. Para desbloquear características premium, los usuarios tendrán la opción de suscribirse dentro de la aplicación.

El proceso de instalación incluirá los siguientes pasos:

Descarga de la aplicación desde la tienda correspondiente.

Concesión de permisos para el uso de la cámara y almacenamiento, necesarios para capturar y procesar imágenes.

Opción de suscripción para acceder a funcionalidades avanzadas, como diagnósticos más detallados y recomendaciones personalizadas (En próximas actualizaciones).

Este modelo de licenciamiento y distribución está diseñado para equilibrar la accesibilidad con la necesidad de recursos para el desarrollo continuo del aplicativo, asegurando que los agricultores y técnicos de Tacna puedan beneficiarse de una herramienta innovadora y en constante evolución.

1. **Características del producto**

* **Detección de Enfermedades en Hojas de Orégano (RF01)**El sistema analiza imágenes de hojas de orégano para identificar signos de enfermedades utilizando modelos de Deep Learning entrenados específicamente para esta tarea.
* **Generación de Recomendaciones (RF02)**Basado en los resultados del análisis, el sistema proporciona recomendaciones personalizadas al usuario, incluyendo tratamientos sugeridos o prácticas agrícolas para mitigar la enfermedad detectada.
* **Almacenamiento de Historial de Escaneos (RF03)**El aplicativo guarda un historial completo de todos los escaneos realizados por el usuario, permitiendo su revisión posterior para comparar evolución o recurrencia de enfermedades.
* **Análisis de Imágenes por Lote (RF04)**Los usuarios pueden seleccionar múltiples imágenes de hojas de orégano y analizarlas de manera simultánea, optimizando el tiempo de diagnóstico.
* **Compatibilidad con Diferentes Formatos de Imagen (RF05)**El sistema permite la carga de imágenes en formatos populares como JPG, PNG y GIF, facilitando su uso desde diversas fuentes.
* **Notificaciones de Resultados (RF06)**Una vez finalizado el análisis, el usuario recibe una notificación dentro del aplicativo, indicando que los resultados ya están disponibles para su revisión.
* **Almacenamiento en la Nube (RF07)**Todos los datos, imágenes y resultados son almacenados en la nube (Firebase), garantizando su seguridad, disponibilidad y sincronización entre dispositivos.

1. **Restricciones**

* Requerimientos de dispositivo y conexión: Los usuarios deben contar con dispositivos compatibles y conexión a Internet para acceder a la app.
* Suscripción al servicio: Los usuarios deberán estar suscritos al servicio para contar con todas las funcionalidades de la app.

1. **Rangos de calidad**

#### Funcionalidad

* **Rango Bajo:** El sistema presenta errores constantes durante el escaneo de imágenes, fallos en la detección de enfermedades o la generación de recomendaciones, lo que limita severamente la utilidad del aplicativo para los agricultores o usuarios. Funcionalidades clave como el historial de escaneos o la subida de imágenes podrían estar inoperativas.
* **Rango Medio:** El aplicativo cumple con los principales requerimientos funcionales (como escanear y detectar enfermedades), pero algunos módulos pueden presentar errores menores o estar incompletos, como la generación de recomendaciones o la visualización del historial. Estos inconvenientes no impiden el uso del sistema, pero reducen la experiencia general.
* **Rango Alto:** El sistema opera correctamente en todas sus funcionalidades: escaneo individual o por lote, detección de enfermedades con precisión, recomendaciones automáticas, historial disponible y notificaciones funcionando en tiempo real. Todos los requisitos funcionales (RF01–RF07) están correctamente implementados, proporcionando una experiencia de usuario óptima y estable.

#### Rendimiento

* **Rango Bajo:** El aplicativo tarda mucho en cargar imágenes, procesarlas y mostrar resultados, afectando la productividad del usuario. En algunos casos, podría colapsar al intentar procesar varias imágenes simultáneamente o perder conexión con la nube.
* **Rango Medio:** El sistema responde adecuadamente en la mayoría de situaciones, aunque puede experimentar demoras durante el análisis por lote o cuando hay múltiples solicitudes de análisis al mismo tiempo. En general, funciona sin afectar seriamente el uso diario.
* **Rango Alto:** El aplicativo responde de forma rápida y eficiente, tanto en la carga como en el análisis de imágenes. Puede procesar imágenes por lote sin problemas, mantiene una buena conexión con la nube (Firebase) y proporciona resultados sin demoras, garantizando una experiencia fluida incluso con alta carga de trabajo.

1. **Precedencia y Prioridad**

**Alta Prioridad:**

Recopilación y preparación de datos: Obtención de imágenes diversas de hojas de orégano para entrenar el modelo, esencial para su precisión.

Desarrollo del modelo de deep learning: Creación del núcleo de la aplicación que identifica enfermedades en las hojas, base de su funcionalidad.

**Media Prioridad:**

Diseño de la interfaz de usuario: Desarrollo de una interfaz intuitiva para facilitar el uso por parte de usuarios con poca experiencia tecnológica.

Recomendaciones de tratamiento: Ofrece soluciones prácticas tras el diagnóstico, mejorando la utilidad del aplicativo.

Actualizaciones y mantenimiento: Mejoras continuas basadas en retroalimentación para mantener la relevancia del sistema.

**Baja Prioridad:**

Funcionalidades premium y suscripción: Implementación de características avanzadas de pago para sostenibilidad, secundaria frente a la adopción inicial..

1. **Otros requerimientos del producto**

### **a) Estándares Legales**

* Ley de Protección de Datos Personales (Ley No. 29733, Perú):
  + Garantizar el consentimiento informado para la recolección de imágenes y datos de usuarios.
  + Implementar cifrado de datos en Firebase y en tránsito (HTTPS).
* Derechos de Autor (Ley No. 27806):
  + Proteger el código fuente, modelos de IA, y documentación del proyecto.
* Normativas Agrícolas (MINAGRI):
  + Validar las recomendaciones de manejo de cultivos con estándares del Ministerio de Agricultura del Perú.
* GDPR (si aplica a usuarios internacionales):
  + Opción de borrado de datos personales bajo solicitud.

### **b) Estándares de Comunicación**

* API REST (Flask):
  + Interfaz JSON para comunicación entre la app móvil (Flutter) y el modelo de Deep Learning.
* HTTPS:
  + Cifrado SSL/TLS para todas las transacciones de datos.
* Firebase Firestore:
  + Base de datos en tiempo real con reglas de seguridad para acceso autorizado.

### **c) Estándares Técnicos**

* Plataforma Móvil:
  + Desarrollo multiplataforma con Flutter (Android/iOS).
  + Compatibilidad con dispositivos de gama media/baja.
* Modelo de IA:
  + Optimización para reducir el consumo de RAM y batería.
* Offline-First:
  + Funcionalidad básica sin conexión (análisis con modelo pre-descargado).

### **d) Estándares de Calidad y Seguridad**

* ISO/IEC 27001:
* Protección de datos de usuarios y agricultores.
* Pruebas de Usabilidad:
* Validación con agricultores reales en Tacna (entornos rurales).
* Rendimiento:
* Tiempo de respuesta < 3 segundos por análisis de imagen.

**CONCLUSIONES**

* Combina Deep Learning con agricultura tradicional usando tecnologías como Flutter, optimizadas para zonas rurales.
* Empodera a agricultores con diagnósticos precisos, reduciendo pérdidas hasta en un 30% y promoviendo prácticas sostenibles.
* Desafíos como calidad de imágenes y adopción tecnológica se superarán con capacitación y actualizaciones del modelo.

**RECOMENDACIONES**

* Realizar pruebas con cooperativas agrícolas en Tacna para ajustar usabilidad.
* Colaborar con el Gobierno Regional para subsidiar costos iniciales.
* Actualizar el modelo de IA periódicamente con datos locales.
* Agregar soporte para idiomas nativos (quechua/aymara).
* Explorar integración con sensores IoT para monitoreo avanzado.
* Promover el app mediante líderes comunitarios y ferias agrícolas.
* Crear un canal de soporte técnico accesible (WhatsApp, llamadas).