

**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 Factibilidad**

**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 GENERAL**

[1. Descripción del Proyecto 4](#_heading=h.30j0zll)

[2.](#_heading=h.1fob9te) Riesgos 5

[3.](#_heading=h.3znysh7) Análisis de la Situación actual 7

[4.](#_heading=h.2et92p0) Estudio de Factibilidad 9

[4.1](#_heading=h.tyjcwt) Factibilidad Técnica 10

[4.2](#_heading=h.3dy6vkm) Factibilidad Económica 10

[4.3](#_heading=h.1t3h5sf) Factibilidad Operativa 14

[4.4](#_heading=h.4d34og8) Factibilidad Legal 14

[4.5](#_heading=h.2s8eyo1) Factibilidad Social 15

[4.6](#_heading=h.17dp8vu) Factibilidad Ambiental 15

[5.](#_heading=h.3rdcrjn) Análisis Financiero 15

[6.](#_heading=h.26in1rg) Conclusiones 20

**Informe de Factibilidad**

1. **Descripción del Proyecto**
   1. **Nombre del proyecto**

Identificación de Enfermedades de la Hoja de Orégano para la región de Tacna mediante Deep Learning implementado en una aplicación móvil agrícola

* 1. **Duración del proyecto**

9 meses

* 1. **Descripción**

El proyecto desarrolla una aplicación móvil que, mediante técnicas de Deep Learning, analiza imágenes de hojas de orégano para identificar enfermedades tempranamente, facilitando diagnósticos precisos y recomendaciones de manejo a agricultores de Tacna.

**1.4 Objetivos**

**1.4.1 Objetivo general**

* Desarrollar una aplicación móvil agrícola que utilice técnicas de Deep Learning para identificar de manera temprana y precisa enfermedades en las hojas de orégano, facilitando diagnósticos y recomendaciones para el manejo adecuado del cultivo en la región de Tacna.

**1.4.2 Objetivos Específicos**

* **Capturar imágenes:** Permitir a los agricultores tomar fotografías de las hojas de orégano mediante dispositivos móviles.
* **Desarrollar y entrenar el modelo:** Recopilar un conjunto de datos de imágenes de hojas sanas y enfermas para entrenar y validar un modelo de Deep Learning que reconozca patrones de enfermedad.
* **Integrar la tecnología:** Implementar el modelo entrenado en la aplicación móvil para ofrecer diagnósticos en tiempo real.
* **Brindar recomendaciones:** Proporcionar sugerencias y estrategias de manejo basadas en el diagnóstico para prevenir la propagación de enfermedades y optimizar la producción.

1. **Riesgos**

A lo largo del desarrollo del proyecto podría suceder algunos riesgos lo que podría afectar al proyecto. Los riesgos identificados se dividen en 3 niveles:

| **Nivel de riesgo** | **Descripción** | **Valor** |
| --- | --- | --- |
| Bajo | Riesgo poco frecuente o con baja probabilidad de ocurrencia. | 1 |
| Medio | Riesgo moderado con posibilidad de ocurrencia ocasional. | 2 |
| Alto | Riesgo frecuente o con alta probabilidad de ocurrencia. | 3 |

*Tabla N°1: Niveles de riesgos*

En el siguiente cuadro detallaremos los riesgos que tomamos en cuenta con una breve descripción y su respectivo impacto en el proyecto con el valor de los niveles de riesgo identificada:

| **N °** | **Riesgo** | **Descripción** | **Impacto** | **Valor** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **1** | Calidad de imagen insuficiente | Fotografías de baja resolución o con iluminación inadecuada que dificultan el análisis del modelo. | Medio | 2 |
| **2** | Precisión del modelo de Deep Learning | Diagnósticos erróneos o imprecisos debido a un entrenamiento insuficiente o datos no representativos. | Alto | 3 |
| **3** | Fallas técnicas en la aplicación móvil | Diagnósticos erróneos o imprecisos debido a un entrenamiento insuficiente o datos no representativos. | Medio | 2 |
| **4** | Resistencia a la adopción por parte de usuarios | Baja aceptación por parte de los agricultores debido a la falta de capacitación o confianza en la tecnología. | Medio | 2 |
| **5** | Actualización de la base de datos | Riesgo de que la base de datos no se actualice con nuevos casos o condiciones, afectando la efectividad del modelo. | Bajo | 1 |
| **6** | Seguridad y privacidad de los datos | Posibles vulnerabilidades en el manejo y almacenamiento de la información recolectada. | Medio | 2 |

*Tabla N°2: Listado de riesgos*

1. **Análisis de la Situación actual**
   1. **Planteamiento del problema**

En la región de Tacna, el cultivo de orégano es una actividad agrícola de relevancia económica, pero enfrenta desafíos significativos debido a la dificultad para detectar tempranamente las enfermedades que afectan las hojas del cultivo. Tradicionalmente, el diagnóstico de estas patologías se realiza mediante inspecciones visuales y análisis de laboratorio, procesos que resultan lentos, costosos y propensos a errores humanos. Esta demora en la identificación de las enfermedades puede conducir a una rápida propagación de infecciones, deterioro de la calidad del producto y, en consecuencia, a pérdidas económicas para los agricultores.

Además, muchos productores carecen de herramientas tecnológicas accesibles que les permitan obtener diagnósticos precisos y en tiempo real, lo que impide la implementación oportuna de medidas de manejo y control. Esta situación limita la capacidad de respuesta ante la aparición de enfermedades y afecta la sostenibilidad y competitividad del sector agrícola en Tacna.

Ante este escenario, se hace imperativa la necesidad de desarrollar una solución innovadora que integre tecnologías de inteligencia artificial, específicamente Deep Learning, en una aplicación móvil. Dicho aplicativo móvil permitiría analizar imágenes de las hojas de orégano de manera automatizada y eficiente, ofreciendo diagnósticos precisos y recomendaciones oportunas para el manejo del cultivo, y contribuyendo a la modernización del sector agrícola en la región.

* 1. **Consideraciones de hardware y software**

Para el desarrollo e implementación del Aplicativo Móvil para Identificar Enfermedades de la Hoja de Orégano mediante Deep Learning en la región de Tacna:

* Computadora del Personal 1 (Ingeniero de Deep Learning)
* Computadora del Personal 2 (Científico de Datos)

| Componentes | Requerimiento de hardware | Requerimiento de software | Descripción |
| --- | --- | --- | --- |
| Modelo de deep learning | Workstations con gráficas con tensor cores o Collab Pro | Python | Implementación del modelo de deep learning para el análisis de imágenes y diagnóstico de enfermedades. |
| Desarrollo Móvil | Computadora con procesador Intel i5 o superior, 8 GB de RAM, 256 GB de SSD o superior | Flutter, Firebase, Android Studio | Desarrollo de la aplicación móvil que facilita la interacción y el uso en campo por parte de los agricultores. |
| API | Servidor para alojar la API | Python (Flask) | Creación de la API que permite la comunicación entre la aplicación móvil y el backend del modelo de deep learning. |
| Control de versiones | Computadora con conexión a internet estable | Git, GitHub | Gestión y control de versiones del código fuente, asegurando la colaboración y mantenimiento del proyecto. |
| Implementación | Single Board Computer | Docker | Despliegue e implementación del sistema en dispositivos embebidos mediante contenedores para facilitar su operatividad. |

*Tabla N°3: Hardware y software*

Se evaluará el uso de tecnologías accesibles y ya existentes, tomando en cuenta la experiencia del equipo de desarrollo y los recursos disponibles. El objetivo será encontrar un balance adecuado entre las funcionalidades necesarias y la viabilidad técnica del proyecto. Es importante destacar que las especificaciones de hardware y software del personal 1 y 2 se basan en los equipos personales con los que actualmente cuentan.

1. **Estudio de Factibilidad**

El estudio de factibilidad pretende evaluar la viabilidad del proyecto desde diferentes perspectivas. Se espera determinar si el proyecto es técnicamente posible, económicamente justificable y operativamente viable. Para preparar la evaluación de factibilidad, se llevarán a cabo las siguientes actividades:

1. Análisis técnico: Se evaluarán los requisitos tecnológicos, la disponibilidad de hardware y software necesarios, y la capacidad del equipo de desarrollo para llevar a cabo el proyecto.
2. Análisis económico: Se estimarán los costos asociados al desarrollo, incluyendo costos de personal, equipos, software y otros gastos. Se compararán estos costos con los beneficios esperados del proyecto.
3. Análisis operativo: Se evaluará la capacidad organizativa y de gestión del equipo de desarrollo para ejecutar el proyecto de manera efectiva. Se considerarán aspectos como la disponibilidad de recursos humanos y la experiencia del equipo.
   1. **Factibilidad Técnica**

El proyecto se fundamenta en el uso de Flutter para el desarrollo multiplataforma y Firebase para la gestión del backend, permitiendo la integración del modelo de Deep Learning en dispositivos móviles. Estas tecnologías ofrecen ventajas en términos de desarrollo ágil, escalabilidad y soporte continuo, aunque se deberán optimizar recursos para dispositivos de gama baja y gestionar desafíos como la conectividad en zonas rurales y la actualización constante de modelos y librerías especializadas.

* 1. **Factibilidad Económica**

Evaluar los beneficios económicos del Aplicativo Móvil para Identificar Enfermedades de la Hoja de Orégano mediante Deep Learning en la región de Tacna, en relación con los costos asociados a su desarrollo, implementación, mantenimiento y operación. Se busca determinar si el proyecto es económicamente viable y sostenible en el tiempo.

Dado que el proyecto será desarrollado por un equipo de estudiantes universitarios, se asume que ya disponen de los equipos de desarrollo necesarios (computadoras) y, por lo tanto, no será necesario realizar una inversión significativa en infraestructura informática. No obstante, se contemplarán los siguientes costos asociados al desarrollo y puesta en marcha de la plataforma, que incluyen gastos operativos, licencias de software, servicios en la nube, y otros recursos necesarios para garantizar el correcto funcionamiento y la escalabilidad del sistema, se considerarán los siguientes costos:

* + 1. **Costo de Personal**

Se ha calculado considerando una jornada laboral de 40 horas semanales durante un período de 12 semanas. El equipo está conformado por dos desarrolladores Full-Stack, quienes son responsables del diseño y desarrollo del "Aplicativo Móvil para Identificar Enfermedades de la Hoja de Orégano mediante Deep Learning en la región de Tacna".

| **Rol** | **Horas semanales**  **(lunes-domingo)** | **Tarifa por hora** | **Semanas** | **Costo Generales** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Desarrollador Full-Stack 1 | 40 | S/ 7.29 | 12 | S/ 3,500 |
| Desarrollador Full-Stack 2 | 40 | S/ 7.29 | 12 | S/ 3,500 |
| Total |  |  |  | S/ 7,000 |

*Tabla N°4: Costo de Personal*

* + 1. **Costos del Ambiente**

Están relacionados con los recursos físicos y digitales necesarios para el desarrollo y funcionamiento del “Aplicativo Móvil para Identificar Enfermedades de la Hoja de Orégano mediante Deep Learning en la región de Tacna”.

| **Concepto** | **Costo mensual (PEN)** | **Meses** | **Costo total (PEN)** |
| --- | --- | --- | --- |
| Servicios en la Nube (FireBase) | Gratis | Gratis | Gratis |
| Servicios públicos (agua, luz, internet) | S/ 200 | 2 | S/ 400 |
| Espacio colaborativo (coworking) | Gratis | Gratis | Gratis |
| Total |  |  | S/ 400 |

*Tabla N°5: Costo del Ambiente*

* + 1. **Costos de Mantenimiento y soporte**

Una vez finalizado el desarrollo del “Aplicativo Móvil para Identificar Enfermedades de la Hoja de Orégano mediante Deep Learning en la región de Tacna”, es crucial asegurar su correcto funcionamiento en el tiempo. Para ello, se contemplan costos relacionados al mantenimiento técnico preventivo y correctivo, soporte técnico, resolución de incidencias, actualizaciones del sistema y mejoras progresivas que garanticen una experiencia estable, segura y eficiente para los usuarios.

| **Concepto** | **Costo mensual (PEN)** | **Meses** | **Costo total (PEN)** |
| --- | --- | --- | --- |
| | Soporte técnico y  Mantenimiento (post-desarrollo) | | --- | | S/ 300 | 2 | S/ 600 |
| | Actualizaciones  y mejoras de  plataforma | | --- | | S/ 200 | 2 | S/ 400 |
| Total |  |  | S/ 1000 |

*Tabla N°6: Costo de Mantenimiento y soporte*

* + 1. **Costos de Herramientas tecnológicas**

La mayoría de las herramientas tecnológicas necesarias para el “Aplicativo Móvil para Identificar Enfermedades de la Hoja de Orégano mediante Deep Learning en la región de Tacna” estarán disponibles sin costo. Los planes gratuitos permitirán el uso sin costo de Visual Studio y GitHub.

| **Herramienta** | **Costo Mensual** | **Meses** | **Costo total (PEN)** |
| --- | --- | --- | --- |
| | Visual Studio  Code | | --- | | Gratis | 2 | Gratis |
| Github (Plan gratuito) | Gratis | 2 | Gratis |
| Total |  |  | Gratis |

*Tabla N°7: Costos de Herramientas tecnológicas*

* + 1. **Costos totales del desarrollo del sistema**

A continuación, se presenta un resumen de los costos totales para el desarrollo del “Aplicativo Móvil para Identificar Enfermedades de la Hoja de Orégano mediante Deep Learning en la región de Tacna” durante los dos meses de trabajo.

| **Concepto** | **Costo (PEN)** |
| --- | --- |
| Costos del personal | S/ 7,000 |
| Costos del ambiente | S/ 400 |
| Costos de mantenimiento y soporte | S/ 1,000 |
| Costos herramientas tecnológicas | Gratis |
| Total | S/ 8,400 |

*Tabla N°8: Costos totales del desarrollo del sistema*

* 1. **Factibilidad Operativa**

El éxito operativo del proyecto depende de la capacitación de los agricultores principales interesados junto con técnicos agrícolas, cooperativas locales y autoridades regionales, para el uso adecuado de la aplicación. Se implementarán pruebas piloto y documentación detallada (manuales) que aseguren un uso correcto, incluso en zonas rurales con conectividad limitada.

* 1. **Factibilidad Legal**

El proyecto debe cumplir con la Ley N° 29733 de Protección de Datos Personales, lo que implica obtener el consentimiento informado y garantizar la seguridad de la información, en línea con lo establecido por el Decreto Supremo 003-2013-JUS que regula dicha ley. Además, se debe respetar la Ley N° 27806 de Derechos de Autor para asegurar la adecuada gestión de los contenidos y el uso de tecnologías de terceros, así como otras normativas de propiedad intelectual aplicables. Por otro lado, es fundamental atender las disposiciones y recomendaciones del Ministerio de Agricultura en relación con la homologación y validación de tecnologías en el sector agrícola, garantizando el cumplimiento de las normativas vigentes en el Perú.

* 1. **Factibilidad Social**

El impacto social del proyecto es positivo al mejorar la productividad y salud de los cultivos, lo que beneficia económicamente a los agricultores y fomenta la modernización del sector agrícola. Para ello, es crucial promover la inclusión digital, la capacitación adecuada y estrategias de acompañamiento que faciliten la adopción de la tecnología, superando posibles resistencias al cambio y asegurando la participación de diversos actores de la comunidad.

* 1. **Factibilidad Ambiental**

Desde el punto de vista ambiental, la aplicación contribuye a la detección temprana de enfermedades, permitiendo un uso más preciso de agroquímicos y reduciendo su impacto negativo en el ecosistema. Además, se promueve la adopción de prácticas sostenibles, integrando indicadores de impacto ambiental y colaborando con instituciones para evaluar y certificar los beneficios ecológicos del proyecto.

1. **Análisis Financiero**

El análisis financiero del proyecto "Aplicativo Móvil para Identificar Enfermedades de la Hoja de Orégano mediante Deep Learning en la región de Tacna" tiene como objetivo evaluar su sostenibilidad económica, considerando costos, beneficios y flujos de caja proyectados. Este análisis permitirá determinar la viabilidad financiera del proyecto y su capacidad para generar retornos positivos en el mediano y largo plazo.

* 1. **Justificación de la Inversión**

**5.1.1 Beneficios del Proyecto**

***Beneficios Tangibles***

* Reducción de pérdidas agrícolas: La detección temprana de enfermedades disminuirá el deterioro de los cultivos, aumentando la productividad y los ingresos de los agricultores.
* Ahorro en costos de diagnóstico: Elimina la necesidad de análisis de laboratorio costosos y lentos, reduciendo gastos para los agricultores.
* Optimización de recursos: Permite un uso más eficiente de agroquímicos, reduciendo costos de insumos.
* Escalabilidad: La tecnología puede adaptarse a otros cultivos, ampliando su impacto económico.

***Beneficios Intangibles***

* Mejora en la calidad del orégano: Diagnósticos precisos aseguran un producto de mayor calidad, fortaleciendo la competitividad en el mercado.
* Empoderamiento tecnológico: Los agricultores acceden a herramientas modernas, mejorando su capacidad de gestión.
* Sostenibilidad agrícola: Promueve prácticas responsables con el medio ambiente.
* Posicionamiento regional: Tacna se consolida como referente en innovación agrícola.

**5.1.2 Criterios de Inversión**

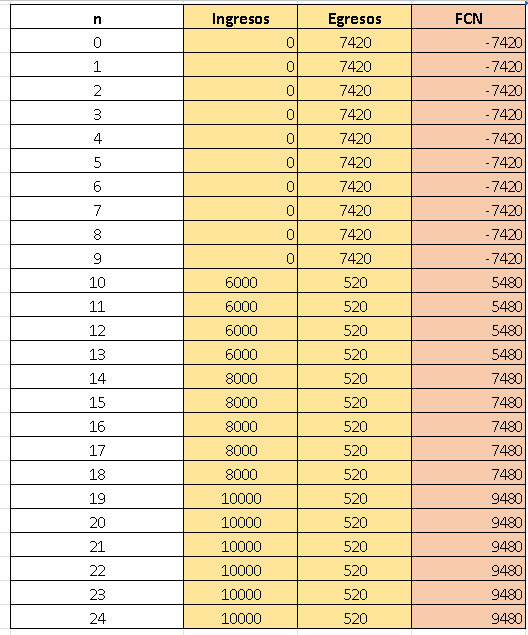
**5.1.2.1 Relación Beneficio/Costo (B/C)**



*Fuente: Elaboración propia*

*La relación B/C: Con un valor de 1.05, esta relación indica que los beneficios del proyecto superan los costos. Por cada sol invertido, se generan 1.05 soles en beneficios, lo que muestra una rentabilidad positiva y sólida. Este valor resalta la viabilidad económica del proyecto, indicando que la inversión es altamente favorable y que se espera un retorno significativo a largo plazo.*

**5.1.2.2 Valor Actual Neto (VAN)**





*Fuente: Elaboración propia*

*El VAN final resulta en S/ 2,201.21. Esto indica que el proyecto no solo cubre los costos operativos y de infraestructura, sino que genera un valor adicional positivo significativo. En términos financieros, un VAN positivo significa que los flujos de caja futuros, descontados al presente, superan los egresos, lo que demuestra la viabilidad y rentabilidad del proyecto. Esta cifra confirma que la inversión es sólida, respaldada por una proyección de ingresos que cubre los costos y genera un rendimiento extra bajo las condiciones actuales del mercado.*

**5.1.2.3 Tasa Interna de Retorno (TIR)**



*Fuente: Elaboración propia*

*La Tasa Interna de Retorno (TIR) calculada para este sistema educativo es del 3%, lo que representa una buena rentabilidad. Este alto nivel de TIR significa que el proyecto está generando una tasa de retorno anual considerablemente superior al costo del capital, lo que lo convierte en una opción de inversión muy atractiva. Por ello, el proyecto es financieramente viable y promete un rendimiento favorable para los inversionistas.*

1. **Conclusiones**

### Factibilidad Técnica

El proyecto se basa en tecnologías modernas y accesibles, como Flutter para el desarrollo multiplataforma, Firebase para la gestión del backend, y Python para el modelo de Deep Learning. Estas herramientas garantizan un desarrollo ágil y escalable. Aunque existen desafíos, como la conectividad en zonas rurales y la optimización para dispositivos de gama baja, el equipo cuenta con los recursos y conocimientos necesarios para superarlos. La infraestructura tecnológica propuesta es adecuada y sostenible para el alcance del proyecto.

### Factibilidad Económica

El presupuesto estimado para el desarrollo del aplicativo asciende a S/ 8,400, distribuidos en costos de personal, ambiente, mantenimiento y soporte. Dado que el equipo utiliza equipos personales y herramientas gratuitas, los gastos se minimizan sin comprometer la calidad. El análisis financiero, incluyendo el VAN (S/ 2,201.21) y la TIR (3%), confirma que el proyecto es rentable y generará beneficios tangibles e intangibles, como la reducción de pérdidas agrícolas y la optimización de recursos para los agricultores.

### Factibilidad Operativa

El éxito operativo del proyecto depende de la capacitación de los agricultores y otros actores clave en el uso de la aplicación. Se implementarán pruebas piloto y manuales detallados para garantizar una adopción efectiva, incluso en zonas con limitaciones de conectividad. La colaboración con cooperativas locales y autoridades agrícolas facilitará la integración del aplicativo en las prácticas cotidianas de los agricultores.

### Factibilidad Legal

El proyecto cumple con las normativas peruanas, como la Ley N° 29733 de Protección de Datos Personales y la Ley N° 27806 de Derechos de Autor. Se garantizará el consentimiento informado de los usuarios y la seguridad de los datos recolectados. Además, se seguirán las directrices del Ministerio de Agricultura para validar la tecnología en el sector agrícola.

### Factibilidad Social

El aplicativo tendrá un impacto social positivo al empoderar a los agricultores con herramientas tecnológicas para mejorar la productividad y reducir pérdidas económicas. La inclusión digital y las estrategias de capacitación serán clave para superar posibles resistencias al cambio y fomentar la adopción de la tecnología.

### Factibilidad Ambiental

El proyecto promueve prácticas agrícolas sostenibles al permitir un uso más preciso de agroquímicos, reduciendo su impacto negativo en el ecosistema. La detección temprana de enfermedades contribuirá a la conservación de los cultivos y al manejo responsable de los recursos naturales.