



Universidad  
Nacional  
de Loja

## Universidad Nacional de Loja

Facultad de la Energía, las Industrias y los Recursos  
Naturales No Renovables

Maestría en Ingeniería en Software

**Análisis y diseño de la arquitectura de una aplicación móvil  
utilizando la técnica de realidad aumentada para la  
digitalización de documentos de tipo formulario**

Trabajo de Titulación previo a la  
obtención del título de Magíster en  
Ingeniería en Software

**AUTORA:**

Dunnia Paola Morocho Arévalo

**DIRECTOR:**

Ing. Wilman Patricio Chamba Zaragocin. Mg. Sc.

Loja - Ecuador  
2023

## **Certificación**

Loja, 21 de abril de 2023

Ing. Wilman Patricio Chamba Zaragocin, Mg.Sc.

**DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

### **CERTIFICO:**

Que he revisado y orientado todo proceso de la elaboración del Trabajo de Titulación denominado: **Análisis y diseño de la arquitectura de una aplicación móvil utilizando la técnica de realidad aumentada para la digitalización de documentos de tipo formulario**, previo a la obtención del título de **Magíster en Ingeniería en Software**, de autoría de la estudiante **Dunnia Paola Morocho Arévalo** con cédula de identidad Nro. **1104805591**, una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos exigidos por la Universidad Nacional de Loja para el efecto, autorizo la presentación para la respectiva sustentación y defensa.

Ing. Wilman Patricio Chamba Zaragocin, Mg.Sc.

**DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

## **Autoría**

Yo, **Dunnia Paola Morocho Arévalo**, declaro ser autora del Trabajo de Titulación y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos y acciones legales, por el contenido del mismo. Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja la publicación del Trabajo de Titulación en el Repositorio Digital Institucional – Biblioteca Virtual.

**Firma:**

**Cédula de Identidad:** 1104805591

**Fecha:** 09/05/2023

**Correo electrónico:** dpmorochoa@unl.edu.ec

**Teléfono:** 0968584986

**Carta de autorización por parte del autor, para consulta, reproducción parcial o total  
y/o publicación electrónica de texto completo, del Trabajo de Titulación**

Yo, **Dunnia Paola Morocho Arévalo**, declaro ser autora del Trabajo de Titulación denominado: **Análisis y diseño de la arquitectura de una aplicación móvil utilizando la técnica de realidad aumentada para la digitalización de documentos de tipo formulario** como requisito para optar el título de **Magíster en Ingeniería en Software**, autorizo al sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos muestre la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Institucional, en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia del Trabajo de Titulación que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los nueve días del mes de mayo de dos mil veintitrés.

**Firma:**

**Autor:** Dunnia Paola Morocho Arévalo

**Cédula de identidad:** 1104805591

**Dirección:** Ciudad Loja, barrio Plateado bajo

**Correo electrónico:** dpmorochoa@unl.edu.ec

**Teléfono:** 0968584986

**DATOS COMPLEMENTARIOS:**

**Director del Trabajo de Titulación:** Ing. Wilman Patricio Chamba Zaragocin Mg. Sc.

## **Dedicatoria**

Dedico este Trabajo de Titulación a mis padres Polivio y Rebeca por apoyarme y estar junto a mí en cada momento de mi vida y permitirme estudiar y desarrollar mis habilidades.

Dedico este Trabajo de Titulación a mi sobrina Briseida por contagiarme de su alegría y esperanza por descubrir la vida.

Dedico este Trabajo de Titulación a mi pareja Robert por motivarme a estudiar y mejorar mi desempeño laboral.

Dedico este Trabajo de Titulación a mis gatitos por ser mis fieles compañeros en mis momentos de estudio y descanso.

***Dunnia Paola Morocho Arévalo***

## **Agradecimiento**

Agradezco a mis padres y a mi familia por apoyarme y ayudarme a desarrollar como ser humano y profesional.

A los docentes de la Maestría de Ingeniería en Software de la Universidad Nacional de Loja por compartir sus conocimientos y consejos para lograr mi formación como magister.

Agradezco de forma cordial a mi director Ing. Wilman Chamba por guiarme y apoyarme con sus conocimientos y consejos para lograr la culminación exitosa del presente Trabajo de Titulación.

***Dunnia Paola Morocho Arévalo***

## Índice de contenidos

<b>Portada</b> .....	i
<b>Certificación</b> .....	ii
<b>Autoría</b> .....	iii
<b>Carta de autorización por parte del autor</b> .....	iv
<b>Dedicatoria</b> .....	v
<b>Agradecimiento</b> .....	vi
<b>Índice de contenidos</b> .....	vii
<b>Índice de tablas</b> .....	ix
<b>Índice de figuras</b> .....	x
<b>Índice de anexos</b> .....	xi
<b>1. Título</b> .....	1
<b>2. Resumen</b> .....	2
2.1 Abstract.....	3
<b>3. Introducción</b> .....	4
<b>4. Marco teórico</b> .....	6
1. Análisis y diseño de software .....	6
1.1 Análisis .....	6
1.2 Especificación de requerimientos de software (ERS).....	6
1.3 Diseño .....	8
1.4 Evaluación del diseño de la arquitectura .....	10
2. Digitalización de documentos .....	12
2.1 ¿Qué es? .....	12
2.2. ¿Por qué digitalizar? .....	13
2.3 Digitalización mediante cámara digital .....	13
2.4 Normas ISO aplicables a la digitalización de documentos .....	13
3. Realidad Aumentada.....	14
3.1 ¿Qué es?.....	14
3.2 Principales aplicaciones.....	14
4. Reconocimiento de Imagen.....	15
4.1 ¿Qué es? .....	15
4.2 Principales aplicaciones .....	15
5. Herramientas para el desarrollo .....	15
5.1 Flutter .....	15
<b>5. Metodología</b> .....	16
5.1. Contexto .....	16

5.2. Proceso.....	16
Fase 1: Realizar el análisis de la problemática para definir los requerimientos funcionales y no funcionales usando el estándar IEEE 830 .....	16
Fase 2: Construir el diseño de la arquitectura de la aplicación que refleje el análisis realizado mediante el uso de diagramas definidos en el estándar UML.....	17
Fase 3: Evaluar el diseño de la arquitectura realizado mediante el uso de la metodología ATAM.....	17
5.3. Recursos .....	17
5.3.1. Recursos Técnicos .....	17
<b>6. Resultados.....</b>	<b>19</b>
6.1. Objetivo 1: Realizar el análisis de la problemática para definir los requerimientos funcionales y no funcionales usando el estándar IEEE 830 para determinar lo que la aplicación va a realizar.....	19
6.1.1. Especificación de Requerimientos .....	19
6.2. Objetivo 2: Construir el diseño de la arquitectura de la aplicación que refleje el análisis realizado mediante el uso de diagramas definidos en el estándar UML.....	21
6.2.1. Arquitectura física.....	21
6.2.2. Arquitectura lógica.....	23
6.3. Objetivo 3: Evaluar el diseño de la arquitectura realizado mediante el uso de la metodología ATAM para comprobar que el diseño y los requerimientos estén planteados de forma correcta. ....	25
<b>7. Discusión .....</b>	<b>28</b>
<b>8. Conclusiones .....</b>	<b>31</b>
<b>9. Recomendaciones .....</b>	<b>32</b>
<b>10. Bibliografía .....</b>	<b>33</b>
<b>11. Anexos .....</b>	<b>36</b>



## Índice de tablas:

<b>TABLA I.</b> REQUERIMIENTOS FUNCIONALES DE LA APLICACIÓN .....	19
<b>TABLA II.</b> REQUERIMIENTOS NO FUNCIONALES DE LA APLICACIÓN.....	20
<b>TABLA III.</b> RESPONSABLE DEL DESARROLLO DEL PROYECTO .....	39
<b>TABLA IV.</b> DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN .....	39
<b>TABLA V.</b> REQUERIMIENTO FUNCIONAL .....	41
<b>TABLA VI.</b> REQUERIMIENTO FUNCIONAL 2.....	41
<b>TABLA VII.</b> REQUERIMIENTO FUNCIONAL 3 .....	41
<b>TABLA VIII.</b> REQUERIMIENTO FUNCIONAL 4.....	41
<b>TABLA IX.</b> REQUERIMIENTO FUNCIONAL 5.....	42
<b>TABLA X.</b> REQUERIMIENTO FUNCIONAL 6 .....	42
<b>TABLA XI.</b> REQUERIMIENTO FUNCIONAL 7.....	42
<b>TABLA XII.</b> REQUERIMIENTO FUNCIONAL 8 .....	42

## Índice de figuras:

<b>Fig. 1.</b> Esquema del documento del estándar IEEE-830. ....	8
<b>Fig. 2.</b> Ejemplo de árbol de utilidad. ....	12
<b>Fig. 3.</b> Diagrama conceptual inicial de la aplicación.....	21
<b>Fig. 4.</b> Diagrama de componentes de la aplicación para digitalizar documentos.....	22
<b>Fig. 5.</b> Diagrama de despliegue de la aplicación para digitalizar documentos.....	23
<b>Fig. 6.</b> Diagrama de Casos de Uso de la aplicación para digitalizar documentos.....	24
<b>Fig. 7.</b> Diagrama de Clases del Dominio de la aplicación para digitalizar documentos.....	25
<b>Fig. 8.</b> Árbol de utilidad.....	26
<b>Fig. 9.</b> Ejemplo de formulario: Orden de instalación TF GPON.....	44
<b>Fig. 10.</b> Diagrama de componentes.....	48
<b>Fig. 11.</b> Diagrama de despliegue.....	48
<b>Fig. 12.</b> Diagrama del dominio.....	49
<b>Fig. 13.</b> Árbol de utilidad.....	50
<b>Fig. 14.</b> Diagrama de casos de uso.....	51

## **Índice de anexos:**

<b>Anexo 1.</b> Entrevista realizada a un ex técnico de CNT para la obtención de requerimientos .	36
<b>Anexo 2.</b> Especificación de requerimientos .....	38
<b>Anexo 3.</b> Modelo Formulario: Orden de instalación TF-GPON .....	44
<b>Anexo 4.</b> Fases de la metodología ATAM .....	45
<b>Anexo 5.</b> Certificado de traducción al inglés.....	52

## **1. Título**

**Análisis y diseño de la arquitectura de una aplicación móvil utilizando la técnica de realidad aumentada para la digitalización de documentos de tipo formulario**

## 2. Resumen

En la actualidad es innegable la creciente demanda de dispositivos de comunicación móvil para su uso en varios aspectos de la vida cotidiana y profesional, es por esto que varias de las tecnologías se han desarrollado para este tipo de dispositivos. Entre las tecnologías que han sido poco explotadas en el ámbito móvil están la inteligencia artificial mediante el reconocimiento de imagen y la realidad aumentada, por lo que se pretende ahondar en estas tecnologías para conseguir su máximo provecho en favor de la optimización de tiempo y recursos de las personas que diariamente trabajan con documentos tipo formularios escritos a mano.

En base a ello el objetivo del presente TT es elaborar el análisis y diseño de la arquitectura de una aplicación móvil utilizando la técnica de realidad aumentada para la digitalización de documentos de tipo formulario con la finalidad de responder la siguiente pregunta de investigación: ¿Se puede usar realidad aumentada en un dispositivo móvil para leer y detectar imágenes que favorezcan la optimización de tiempo y recursos?

El presente TT se realizó en tres fases; para la primera fase se desarrollaron las actividades propuestas para cumplir el objetivo 1, estas actividades abarcan la aplicación de una entrevista a un técnico ex trabajador de CNT, de donde se obtuvo el caso de estudio, con esta información se definieron los requerimientos funcionales y no funcionales los mismos que fueron redactados usando el estándar IEEE 830.

Para la segunda fase se elaboraron los modelos y diagramas propuestos por UML para denotar la arquitectura bajo la que será construida la aplicación. En la arquitectura física se encuentran el diagrama de despliegue y el de componentes, este último formado por los elementos de capturar imagen, de procesar imagen usando reconocimiento de imagen y realidad aumentada y el de recuperar información. Para la arquitectura lógica se elaboraron los diagramas de casos de uso y del modelo del dominio.

Para la tercera y última fase se realizó la evaluación de los diagramas y modelos construidos, esta evaluación se realiza comparando los diagramas con los requerimientos no funcionales enfocados en la calidad tal como lo indica la metodología ATAM.

***Palabras Clave:** Arquitectura de Software, aplicación móvil, IEEE 830, UML, Metodología ATAM.*

## 2.1 Abstract

Nowadays, the growing demand for mobile communication devices for use in various aspects of daily and professional life is undeniable, which is why several technologies have been developed for this type of device. Among the technologies that have been little exploited in the mobile field are artificial intelligence through image recognition and augmented reality, for which it is intended to delve into these technologies to achieve their maximum benefit in favor of optimizing time and resources of people who daily work with documents such as handwritten forms.

Based on this, the objective of this TT is develop the analysis and design of the architecture of a mobile application using the augmented reality technique for the digitization of form-type documents in order to answer the following research question: Can use augmented reality on a mobile device to read and detect images that favor the optimization of time and resources?

This TT was carried out in three phases; For the first phase, the proposed activities were developed to meet objective 1, these activities include the application of an interview with a former CNT worker technician, from where the case study was obtained, with this information the functional requirements were defined and not functional the same ones that were written using the IEEE 830 standard.

For the second phase, the models and diagrams proposed by UML were elaborated to denote the architecture under which the application will be built. In the physical architecture are the deployment diagram and the component diagram, the latter formed by the elements of image capture, image processing using image recognition and augmented reality, and information retrieval. For the logical architecture, the use case diagrams and the domain model were elaborated.

For the third and last phase, the evaluation of the diagrams and models built was carried out, this evaluation is carried out by comparing the diagrams with the non-functional requirements focused on quality as indicated by the ATAM methodology.

***Keywords:*** *Software architecture, mobile application, IEEE 830, UML, ATAM Methodology.*

### 3. Introducción

En la actualidad es innegable el gran porcentaje de utilización de un teléfono móvil para el desarrollo de las actividades diarias. es por esto que la cantidad de aplicaciones móviles han tenido un notable crecimiento.

A su vez, se busca la disminución del uso de papel impreso tomando en cuenta los factores ambientales y el deterioro constante al que se encuentran sometidos.

Considerando que estos documentos contienen información escrita a mano muy valiosa y necesaria para distintas empresas es importante preservarla mediante la digitalización aplicando técnicas como la realidad aumentada y el reconocimiento de imagen.

Por lo antes expuesto el presente TT pretende definir el análisis y la arquitectura de una aplicación móvil para la digitalización de documentos de tipo formulario para intentar resolver el siguiente problema: ¿Se puede usar realidad aumentada en un dispositivo móvil para leer y detectar imágenes que favorezcan la optimización de tiempo y recursos?

El presente trabajo está compuesto de las siguientes secciones: en el Marco Teórico se encuentran los conceptos y definiciones necesarios para la comprensión del TT; continúa con la Metodología en donde se detalla el proceso para cumplir con cada uno de los objetivos y sus productos entregables.

A continuación, se encuentra la sección de Resultados en donde se explican los entregables desarrollados para solucionar cada objetivo específico, partiendo desde la Fase 1: Realizar el análisis de la problemática para definir los requerimientos funcionales y no funcionales usando el estándar IEEE 830 para determinar lo que la aplicación va a realizar. se obtuvieron los requerimientos funcionales y no funcionales que la aplicación móvil debe solventar los mismos que fueron redactados bajo el estándar IEEE 830; continuando con la Fase 2: Construir el diseño de la arquitectura de la aplicación que refleje el análisis realizado mediante el uso de diagramas definidos en el estándar UML se produjeron los diagramas y modelos recomendados por UML para denotar las arquitecturas física y lógica de la aplicación móvil; para finalizar con la Fase 3: Evaluar el diseño de la arquitectura realizado mediante el uso de la metodología ATAM para comprobar que el diseño y los requerimientos estén planteados de forma correcta. se ejecutó la evaluación referente a los requerimientos de calidad de los modelos y diagramas aplicando la metodología ATAM. Las ejecuciones en conjunto de estos 3

objetivos dan solución al objetivo principal; en la sección Discusión se efectúa la interpretación de los resultados desde el punto de vista de la autora.

Para finalizar están las Conclusiones a las que se llegaron durante el desarrollo de este trabajo y las Recomendaciones que se dan con respecto a trabajos futuros relacionados,



## **4. Marco teórico**

### **1. Análisis y diseño de software**

#### **1.1 Análisis**

En esta fase se identifican la información a procesar, las funcionalidades, rendimiento y comportamiento deseados, por el cliente final [11].

Se delimita el alcance y se investiga la naturaleza del problema que se va a resolver. Con la ejecución de estas actividades se pueden definir los requerimientos funcionales y no funcionales que el sistema o aplicación debe cumplir.

Para depurar estos requerimientos se da lugar a una negociación con el cliente final para identificar las prioridades y tiempos de desarrollo.

Para realizar una validación se revisan los requerimientos definidos contrastados con el problema a resolver para determinar que todos los participantes en el proyecto tengan la misma comprensión del sistema o aplicación [6].

#### **1.2 Especificación de requerimientos de software (ERS)**

La ERS tiene como objetivo ayudar al desarrollador a entender que necesita exactamente el cliente. Le permite al cliente definir todo lo que desea, lo que a su vez propicia al desarrollador fijar una base sobre lo que se va a trabajar para evitar en el futuro grandes cambios que ocasionen pérdidas de tiempo y recursos [7].

##### **1.2.1 Estándar IEEE 830 para la ERS.**

Como producto de la fase de análisis se obtiene un documento de especificación de requerimientos en el que se describe lo que el sistema va a realizar.

Este documento debe ser legible, sin ambigüedades y claro, tanto para el cliente como para el analista por lo que es importante redactarlo bajo normas aceptadas internacionalmente.

Un estándar es la conceptualización clara de un modelo, criterio o medida de los requisitos mínimos aceptables para la ejecución de procesos específicos, cuyo objetivo es asegurar la calidad [12].

Uno de los estándares más reconocidos es el IEEE 830 - 1998 [7].

Entre las características que debe cumplir la ERS, según el IEEE se encuentran las siguientes:

- Correcta: los requerimientos reflejan una necesidad real.
- No ambigua: Cada requerimiento tiene una única interpretación.
- Completa: Incluye los requisitos significativos del sistema, contiene todas las posibles entradas y salidas y cumple con el estándar.
- Verificable: comprobar que el software cumple con el requerimiento.
- Consistente: Si ninguno de los requerimientos es contradictorio.
- Clasificada: los requerimientos poseen una priorización.
- Modificable: Si cualquier cambio puede hacerse de manera fácil, completa y consistente.
- Explorable: Si el origen de cada requerimiento es claro tanto hacia atrás como hacia adelante.
- Utilizable durante las tareas de mantenimiento y uso: la ERS actúa como plano de la aplicación permitiendo modificaciones que no requieran un cambio en diseño [7].

#### **1.2.1.1 Esquema del estándar IEEE 830 para la ERS.**

A continuación, en la Fig. 1, se muestra el esquema del documento para la especificación de requerimientos según el estándar IEEE 830 - 1998.

<b>1</b>	<b>Introducción</b>
1.1	Propósito
1.2	Ámbito del Sistema
1.3	Definiciones, Acrónimos y Abreviaturas
1.4	Referencias
1.5	Visión general del documento
<b>2</b>	<b>Descripción General</b>
2.1	Perspectiva del Producto
2.2	Funciones del Producto
2.3	Características de los usuarios
2.4	Restricciones
2.5	Suposiciones y Dependencias
2.6	Requisitos Futuros
<b>3</b>	<b>Requisitos Específicos</b>
3.1	Interfaces Externas
3.2	Funciones
3.3	Requisitos de Rendimiento
3.4	Restricciones de Diseño
3.5	Atributos del Sistema
3.6	Otros Requisitos
<b>4</b>	<b>Apéndices</b>
<b>5</b>	<b>Índice</b>

Fig. 1. Esquema del documento del estándar IEEE-830 [7].

En el presente TT se desarrolló el estándar IEEE 830 en el **Anexo 2: Especificación de requerimientos**.

### **1.3 Diseño**

Consiste en construir artefactos complejos que representen un sistema o aplicación de software de acuerdo a una especificación de requerimientos de software.

Realizar la actividad de diseño posibilita la evaluación del sistema contra sus requerimientos antes de ser construido facilitando de este modo que la codificación e implementación sea correcta [13].

Se puede concebir al diseño tanto como un proceso que forma parte del desarrollo y que es orientado a los objetivos y restricciones del software, así como un producto que surge de las decisiones del diseñador para abstraer el software que se necesita construir en el mundo real.

Esta abstracción debe describir aspectos como [13]:

- Estructura estática del sistema con la jerarquía de sus módulos.
- Descripción de datos a ser usados
- Algoritmos a ser usados
- Interacciones entre módulos

El diseño de software promueve realizar el modelado enfocado en el dominio del problema, el mismo que proporciona un mayor nivel de abstracción facilitando trabajar con sistemas complejos haciendo posible que la codificación e implementación pueda hacerse en distintas plataformas [13].

Para realizar este modelado es fundamental hacer uso de estándares y lenguajes aceptados y utilizados internacionalmente, como lo es UML.

### **1.3.1 Lenguaje Unificado de Modelado UML.**

El Lenguaje Unificado de Modelado, identificado comúnmente por sus siglas UML, es el estándar más utilizado para documentar cualquier sistema de forma eficiente [14].

Surgió en 1995, el mismo es una notación de modelado visual en el que se utiliza diagramas para exponer diferentes aspectos de un sistema [8].

Está compuesto por una notación muy específica y reglas semánticas relacionadas con la construcción de software, además contiene una gran variedad de elementos de notación gráficos [15].

#### **1.3.1.1 Diagramas para la arquitectura lógica**

##### **a. Diagrama de clases**

Este diagrama presenta los elementos involucrados en una solución de software y sus interacciones. Muestra la estructura estática formada por clases y relaciones [16].

Una clase encapsula atributos y proporciona servicios para manipularla [15].

### **b. Diagrama de casos de uso**

Representa los escenarios de funcionamiento del sistema referentes a las interacciones externas.

Está formado por actores que son entidades externas al sistema pero que realizan alguna interacción con el mismo y por casos de uso que son acciones que se generan entre los actores que realizan una tarea específica en el sistema [17].

### **1.3.1.2 Diagramas para la arquitectura física**

#### **a. Diagrama de componentes**

El diagrama de componentes expone la organización y dependencias entre un conjunto de componentes.

Los componentes representan elementos físicos de un sistema, cuya característica principal es que deben dar paso de forma fácil al reemplazo de componentes viejos por unos más nuevos y compatibles [17].

#### **b. Diagrama de despliegue**

Es un tipo de diagrama de componentes en donde se evidencian los componentes necesarios para lograr la ejecución del sistema o aplicación.

Formado por nodos que representan elementos físicos existentes en tiempo de ejecución que figuran recursos computacionales con memoria y capacidad de procesamiento [17].

## **1.4 Evaluación del diseño de la arquitectura**

### **1.4.1 Metodología ATAM (Architecture Tradeoff Analysis Method)**

Architecture Tradeoff Analysis Method (ATAM) es una metodología para la evaluación de arquitecturas de software con respecto a los requerimientos de calidad especificados, que fue desarrollada por el Software Engineering Institute (SEI) en los años 1990 [1].

Para la aplicación de esta metodología es fundamental ejecutar 9 pasos que se dividen en 4 fases, es importante destacar que la ejecución de estos pasos no necesariamente debe

hacerse de forma sucesiva, sino que también puede realizarse una adaptación acorde a la naturaleza del proyecto [9].

#### **1.4.1.1 Fase 1**

Esta fase está formada por 6 pasos [9]:

*1. Presentar el ATAM:* Se presenta y explica la metodología a los interesados en el proyecto y se definen responsabilidades.

*2. Presentar las pautas del negocio:* Se explica la naturaleza del negocio al equipo, detallando funcionalidades, restricciones y metas definidas.

*3. Presentar la Arquitectura:* El arquitecto encargado presenta la arquitectura construida y los modelos y diagramas de la misma., concentrándose en cómo cumple con los objetivos del negocio [18].

*4. Identificar las propuestas arquitectónicas:* El arquitecto identifica el estilo de arquitectura utilizado que define las características implicadas en el sistema.

*5. Generar el árbol de utilidad de los atributos de calidad:* En donde se refinan y priorizan los requerimientos no funcionales de calidad más importantes.

*6. Analizar las propuestas arquitectónicas:* Se analizan las propuestas arquitectónicas según el árbol de utilidad para verificar si son adecuados el uno para el otro.

#### **1.4.1.2 Fase 2**

Esta fase está formada por los 3 pasos restantes de la metodología [9].

*7. Lluvia de ideas:* Se identifican y confirman los escenarios según los interesados en el proyecto

*8. Analizar las propuestas arquitectónicas:* Se realiza lo mismo que en el paso 6 con los escenarios incluidos.

*9. Presentar los resultados:* Se informa de los resultados a los interesados en el proyecto y se entrega toda la documentación correspondiente.

## 1.4.2 Árbol de utilidad

Es una técnica que provee un enfoque de arriba hacia abajo para determinar los principales requerimientos de un sistema, para la metodología ATAM se enfocará en los requerimientos de calidad [9].

Como nodos de estos hijos están los atributos de estos requerimientos de calidad. En la Fig. 2 se muestra un ejemplo de árbol de utilidad.

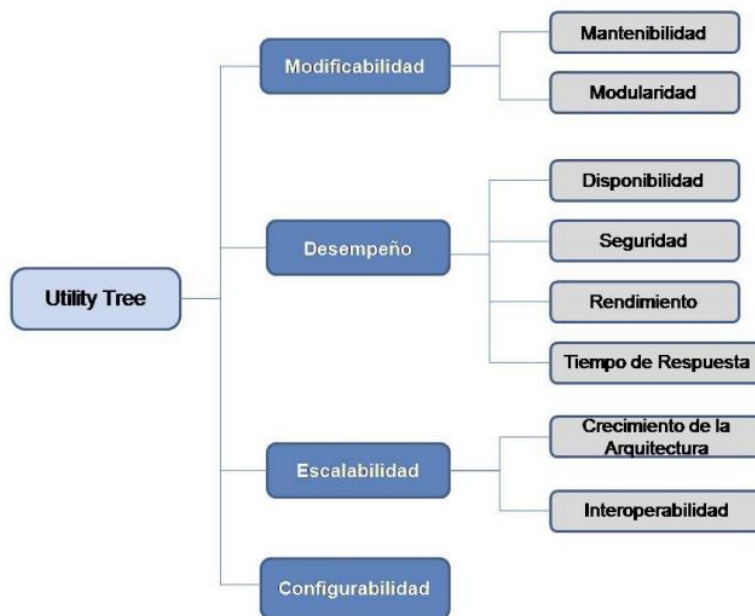


Fig. 2. Ejemplo de árbol de utilidad [19].

A los atributos de calidad se les asigna escenarios de acuerdo a dos criterios:

- a) Prioridad.
- b) Esfuerzo necesario para lograr cumplir con el escenario [19].

## 2. Digitalización de documentos

### 2.1 ¿Qué es?

“Este proceso consiste en transformar documentos en papel a un formato digital” [2]. Esto es beneficioso para la conservación de la información.

También se puede definir como la captura de una imagen física mediante escáner o cámara digital que puede ser almacenada y procesada por una computadora. Para conseguir la mayor calidad en una imagen se debe enfatizar en la resolución, reproducción de color, tono y distorsión. Además del tipo de documento y el nivel de deterioro que el mismo presente [20].

## **2.2. ¿Por qué digitalizar?**

Se puede digitalizar un documento por varias razones, entre las cuales se destacan:

- Aumentar el acceso a la información
- Mejorar los servicios para determinados usuarios brindando un acceso de calidad a los recursos.
- Reducir la manipulación evitando el deterioro de los documentos impresos.
- Impulsar la cooperación con otras instituciones [3].

## **2.3 Digitalización mediante cámara digital**

Para el caso de digitalizar usando una cámara digital hay que tener en cuenta las condiciones externas como iluminación, soporte de la cámara, esparcimiento de la luz, y los colores del entorno, condiciones que de forma directa o indirecta llegan a formar parte del contenido a digitalizar [20].

## **2.4 Normas ISO aplicables a la digitalización de documentos**

### **2.4.1 ISO/TR 18492-2005**

“La conservación a largo plazo de la información basada en documentos” [4].

El objetivo de esta norma es suministrar un marco claro para desarrollar estrategias y definir mejores prácticas aplicables a una extensa gama de información basada en documentos electrónicos tanto del sector público como privado garantizando su accesibilidad y autenticidad a largo plazo [21].

### **2.4.2 ISO 13008:2022**

“Proceso de migración y conversión de documentos electrónicos” [4].



Esta norma proporciona orientación para la conversión de registros de un formato a otro y la migración de registros de una configuración de hardware o software a otra.

“Contiene los requisitos de gestión de registros aplicables, el marco organizacional y comercial para llevar a cabo el proceso de conversión y migración, problemas de planificación de tecnología y monitoreo/controles para el proceso. También identifica los pasos, componentes y metodologías particulares de cada uno de estos procesos, cubriendo temas como flujo de trabajo, pruebas, control de versiones y validación” [22].

### **3. Realidad Aumentada**

#### **3.1 ¿Qué es?**

La realidad aumentada es una tecnología mediante la cual la información real se complementa con la información digital. En la actualidad los avances tecnológicos han permitido que la realidad aumentada pueda ser experimentada en computadoras portátiles y en dispositivos móviles. Hay que tener en cuenta que existen varios factores determinantes para el uso de esta tecnología como son los dispositivos de captura y procesamiento de imágenes, el software enfocado en esta tecnología y el más importante que son los datos e información [5].

Adquiere mayor relevancia a inicios de los años 1990 cuando la combinación de la tecnología de ordenadores de procesamiento rápido, las técnicas de renderizado de gráficos en tiempo real y los sistemas de seguimientos de precisión portables posibilitan combinar imágenes generadas por el ordenador sobre la visión del mundo real que tiene el usuario [23].

#### **3.2 Principales aplicaciones.**

Debido al avance de la tecnología de la realidad aumentada, varios de sus usos se enfocan en el marketing y venta, en los videojuegos, en la enseñanza, viajes y guías turísticos, navegación y búsquedas en internet, redes sociales y en medicina [5].

## **4. Reconocimiento de Imagen**

### **4.1 ¿Qué es?**

El reconocimiento de imagen es una técnica dentro de la inteligencia artificial con la que se puede identificar y distribuir con precisión los elementos detectados en varias categorías predeterminadas, con ayuda de técnicas de aprendizaje profundo [24].

### **4.2 Principales aplicaciones**

La técnica de reconocimiento de imágenes surge como una rama de la inteligencia artificial y la visión artificial para mejorar varios escenarios del mundo real [24].

Entre las aplicaciones más importantes se encuentran las siguientes:

- Reconocimiento facial.
- Reconocimiento de firmas.
- Reconocimiento de caracteres.

## **5. Herramientas para el desarrollo**

### **5.1 Flutter**

Marco multiplataforma lanzado en 2016 por Google. Su principal objetivo es permitir el desarrollo de aplicaciones móviles que puedan ejecutarse en Android, iOS e incluso Fuschia, que es el nuevo sistema operativo que está desarrollando Google actualmente.

Este framework renderiza los componentes de la vista utilizando su propio motor de renderizado de alto rendimiento además admite la recarga en caliente durante el desarrollo lo que disminuye notablemente los tiempos de codificación de las aplicaciones [25].

## 5. Metodología

Para este tipo de investigación se aplicó la metodología en cascada. Esta es aplicada ya que permite elaborar el análisis y diseño de la arquitectura de una aplicación móvil para solventar el problema de la digitalización de documentos de tipo formulario.

El proceso para desarrollar y culminar el presente TT se detalla en esta sección en donde se definen el contexto donde se desarrolló, el proceso para cumplir cada objetivo planteado, los recursos usados y los participantes que intervinieron.

### 5.1. Contexto

El presente TT fue desarrollado en la Maestría de Ingeniería de Software dentro de la Facultad de Energía, las Industrias y los Recursos Naturales no Renovables de la Universidad Nacional de Loja; el mismo que se enfocó en beneficio de los técnicos de CNT que principalmente trabajan con formularios TF GPON, cuyo modelo se puede visualizar en el Anexo 3, esto con la finalidad de cumplir con el objetivo principal planteado, el cual es: Analizar y diseñar la arquitectura de una aplicación móvil con realidad aumentada para la detección y lectura de imágenes para en base a la información obtenida crear documentos y reportes.

### 5.2. Proceso

Para cumplir el objetivo general del presente TT se ejecutó el siguiente proceso:

**Fase 1: Realizar el análisis de la problemática para definir los requerimientos funcionales y no funcionales usando el estándar IEEE 830 para determinar lo que la aplicación va a realizar.**

- Se recopiló información realizando una entrevista sobre la problemática para obtener el caso de estudio, a un ex técnico de CNT, ver Anexo 1: **Entrevista realizada a un ex técnico de CNT para la obtención de requerimientos.**
- Se redactaron requerimientos funcionales y no funcionales de la información obtenida en la entrevista, los cuales fueron necesarios para establecer los límites y arquitectura de la aplicación.
- Se elaboró el documento de especificación de requerimientos utilizando el estándar IEEE 830, ver Anexo 2: **Especificación de requerimientos.**

**Fase 2: Construir el diseño de la arquitectura de la aplicación que refleje el análisis realizado mediante el uso de diagramas definidos en el estándar UML.**

- Se construyeron los diagramas correspondientes a la arquitectura lógica: diagrama de dominio y de casos de uso.
- Se construyeron los diagramas correspondientes a la arquitectura física: diagrama de despliegue y diagrama de componentes.

**Fase 3: Evaluar el diseño de la arquitectura realizado mediante el uso de la metodología ATAM para comprobar que el diseño y los requerimientos no funcionales estén planteados de forma correcta.**

Se hará una adaptación de las actividades definidos en la metodología ATAM, para que sean acordes y aplicables al contexto del presente TT.

- Presentar el equipo ATAM.
- Presentar los drivers del negocio.
- Presentar la arquitectura actual.
- Identificar los enfoques arquitectónicos.
- Generar los atributos de calidad del árbol de utilidad.
- Lluvia de ideas y priorización de escenarios de las partes interesadas
- Presentar los resultados de las partes interesadas.

### **5.3. Recursos**

Para cumplir con las fases detalladas anteriormente se emplearon los siguientes recursos:

#### **5.3.1. Recursos Técnicos**

Para le elaboración del presente TT se utilizó la metodología en cascada. Este enfoque metodológico ordena de forma obligatoria las etapas del proceso de desarrollo de software, ya que se debe cumplir cada una de ellas para continuar con la siguiente [6]. Además, para la tercera fase se realizó la adaptación de la metodología ATAM cuyo desarrollo se puede observar en el Anexo 4: **Fases de la metodología ATAM.**

##### **5.3.1.1. Entrevista**

Permitió obtener información para determinar los requerimientos que la aplicación móvil cumplirá.

### **5.3.1.2. Revisión Bibliográfica**

Permitió investigar y definir conceptos importantes para el desarrollo del presente TT e identificar trabajos relacionados, que ayudaron a detallar la metodología y las herramientas a utilizar.

## 6. Resultados

En este apartado se presenta el cumplimiento de los objetivos planteados en este Trabajo de Titulación.

### 6.1. Objetivo 1: Realizar el análisis de la problemática para definir los requerimientos funcionales y no funcionales usando el estándar IEEE 830 para determinar lo que la aplicación va a realizar.

Para el desarrollo de este objetivo se aplicó una entrevista a un técnico que trabajó en la empresa CNT que es de donde se obtuvo el caso de estudio, esta entrevista se puede observar en el Anexo 1, en la cual se indica la necesidad de digitalizar los formularios de orden de instalación TF-GPON, cuyo modelo se puede observar en el Anexo 3, por la gran cantidad de instalaciones que se realizan diariamente, además porque no poseen una aplicación en la que puedan ingresar estos datos de forma rápida y precisa.

Las respuestas entregadas por el técnico ayudaron a la definición de los requerimientos funcionales y no funcionales.

#### 6.1.1. Especificación de Requerimientos

En base a la entrevista realizada y a la revisión bibliográfica se obtuvieron los requerimientos específicos que la aplicación debe cumplir, para esto se basó en el estándar propuesto por la IEEE 830 en el cual se integran los requerimientos tomando en cuenta la perspectiva de los actores involucrados en la aplicación.

El detalle de este documento se puede observar en el Anexo 2: Especificación de Requerimientos.

- **Requerimientos Funcionales**

En la Tabla I se muestran los requerimientos funcionales de la aplicación móvil que tiene como propósito principal digitalizar documentos de tipo formulario.

TABLA I. REQUERIMIENTOS FUNCIONALES DE LA APLICACIÓN

<b>Requerimientos funcionales</b>	
RF001	Capturar fotografías mediante el acceso a la cámara del teléfono
RF002	Acceder a la galería del dispositivo para seleccionar una fotografía.
RF003	Procesar la imagen

RF004	Identificar el tipo de contenido de la imagen
RF005	Emitir una alerta en caso de que la imagen contenga únicamente un gráfico o un dibujo.
RF006	Asociar caracteres escritos a mano con las letras del alfabeto
RF007	Recuperar la información en base a los campos establecidos en la plantilla y crear el documento con las palabras encontradas en la imagen
RF008	Guardar el documento resultante

- **Requerimientos no Funcionales**

En la Tabla II se muestran los requerimientos no funcionales de la aplicación móvil.

TABLA II. REQUERIMIENTOS NO FUNCIONALES DE LA APLICACIÓN

<b>Requerimientos No funcionales</b>	
RNF001	La aplicación deberá respetar los permisos de acceso a las aplicaciones necesarias
RNF002	La aplicación deberá identificar las fotografías capturadas por el dispositivo.
RNF003	La aplicación deberá estar disponible todos los días del año lo cual dependerá de la disponibilidad de las tiendas de Android e iOS
RNF004	La aplicación podrá ser utilizada en smartphones con sistema operativo Android e iOS
RNF005	La aplicación será desarrollada con una interfaz de usuario amigable y comprensible que permita acceder a las funcionalidades de forma fácil e intuitiva.

- **Lista de actores encontrados**

Para la utilización de la aplicación se identificó al siguiente usuario.

- **Usuario común:** debido a que la aplicación podrá ser usada por cualquier persona y no está enfocada a ninguna empresa.

- **Diagrama conceptual**

Se puede visualizar el diagrama conceptual en la Fig. 3

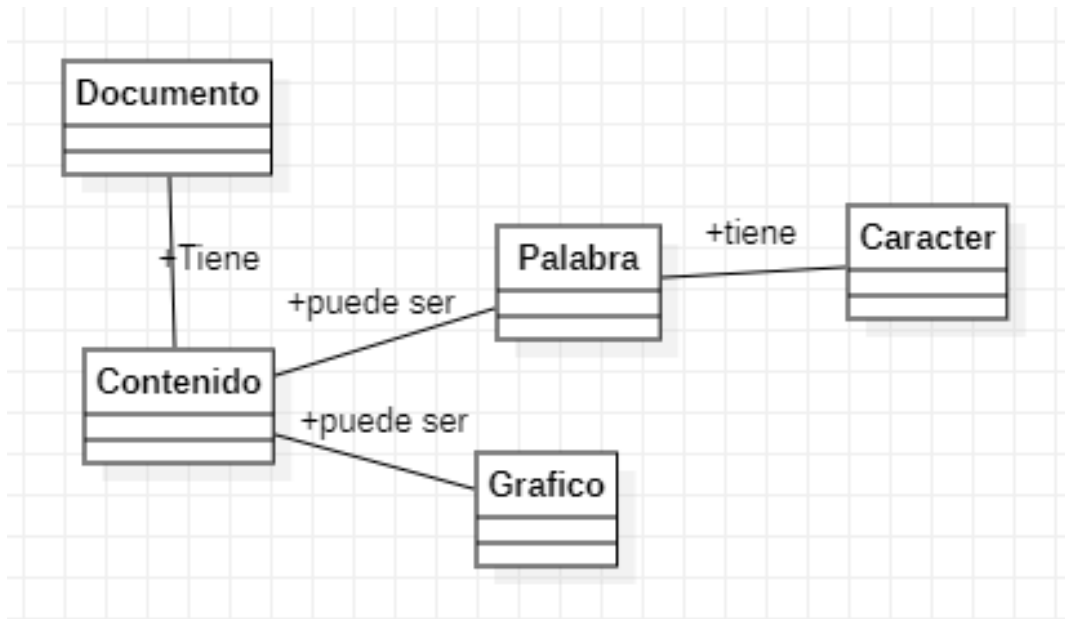


Fig. 3. Diagrama conceptual inicial de la aplicación

## 6.2. Objetivo 2: Construir el diseño de la arquitectura de la aplicación que refleje el análisis realizado mediante el uso de diagramas definidos en el estándar UML.

La finalidad de este objetivo es presentar los siguientes modelos y diagramas para representar la arquitectura de la aplicación, los mismos que ayudarán a describir cómo va a estar construida la aplicación, su funcionamiento general y su respectivo despliegue:

### 6.2.1. Arquitectura física:

- **Diagrama de componentes**

En la Fig. 4. se presenta el diagrama de componentes en el que se puede evidenciar las partes o componentes que forman parte de la aplicación a construir.

Para iniciar el proceso se necesita tener el documento que se necesita digitalizar, el mismo que pasará al primer componente de Capturar Imagen, de la realización óptima de este proceso depende el siguiente componente de Procesar Imagen, este componente está formado por dos partes, una de reconocimiento de imagen usando inteligencia artificial y la otra parte de realidad aumentada.



Una vez completado este componente se activa el siguiente componente de Recuperar Información, del cual se obtiene un documento con la información de entrada procesada y transformada, además la información obtenida debe ser almacenada de forma externa en la base de datos de la empresa.

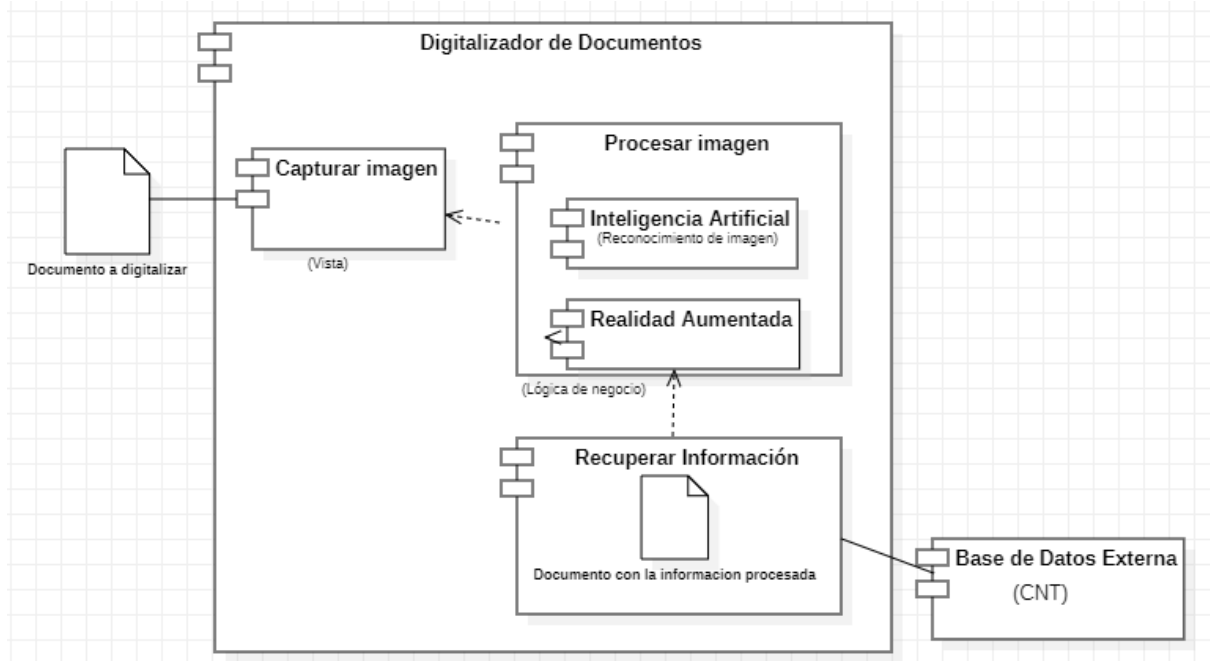


Fig. 4. Diagrama de componentes de la aplicación para digitalizar documentos

- **Diagrama de despliegue**

En la Fig. 5. se presenta el diagrama de despliegue de la aplicación, en donde se evidencia la organización de los distintos componentes de la aplicación para digitalizar documentos.

Para desarrollar la aplicación se ha escogido Flutter debido a que es un framework de código abierto que permite construir aplicaciones tanto para Android e iOS. Además, se apoya en el paradigma de la programación orientada a objetos en donde el programador puede hacer uso libre de los widgets que provee el framework. alguna de las ventajas que ofrece esta plataforma es la recarga rápida que refleja los cambios en tiempo de ejecución lo que reduce el tiempo en el desarrollo, así mismo la curva de aprendizaje es baja [10].

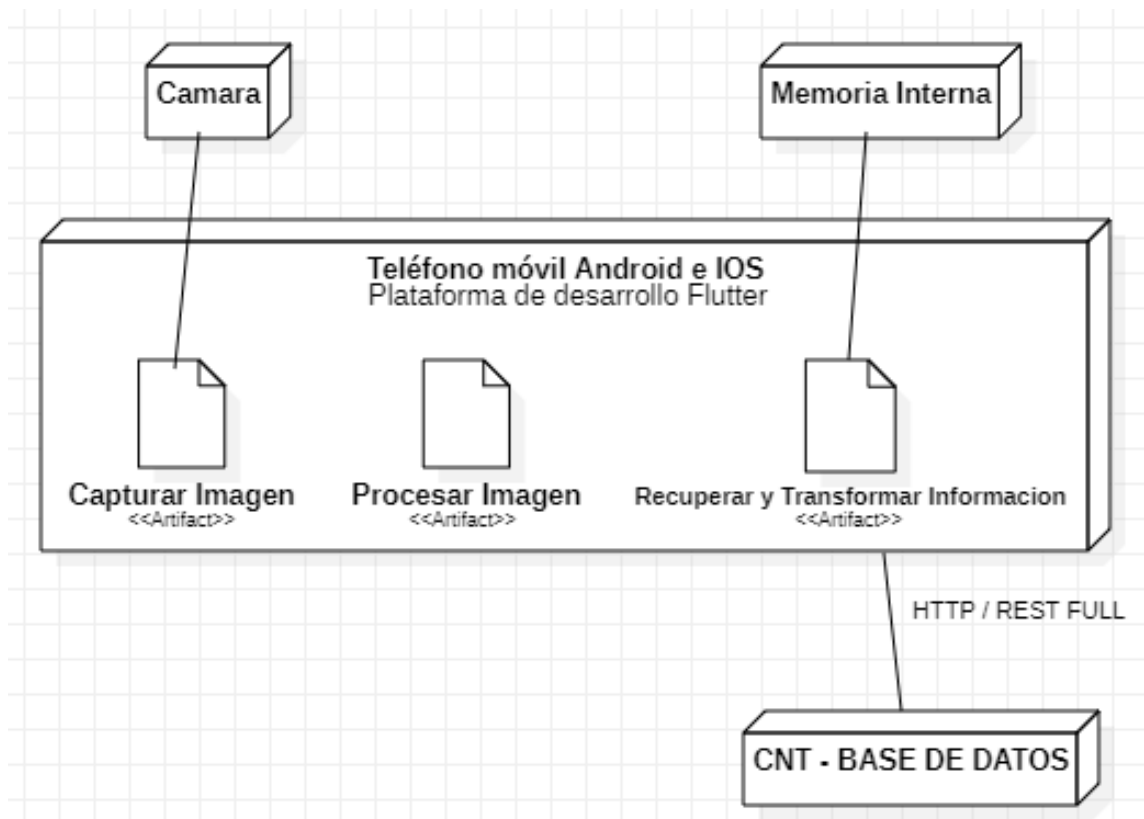


Fig. 5. Diagrama de despliegue de la aplicación para digitalizar documentos

## 6.2.2. Arquitectura lógica:

- **Diagrama de Casos de Uso**

En la Fig. 6. se muestra el diagrama de casos de uso de aplicación para digitalizar documentos, el mismo que tiene dos actores empezando con el Usuario que puede capturar la imagen del documento a digitalizar, de este caso depende el siguiente en el que la imagen va a ser procesada, del que a su vez depende el caso de generar y recuperar el documento transformado que tendrá comunicación con el actor Base de Datos CNT.

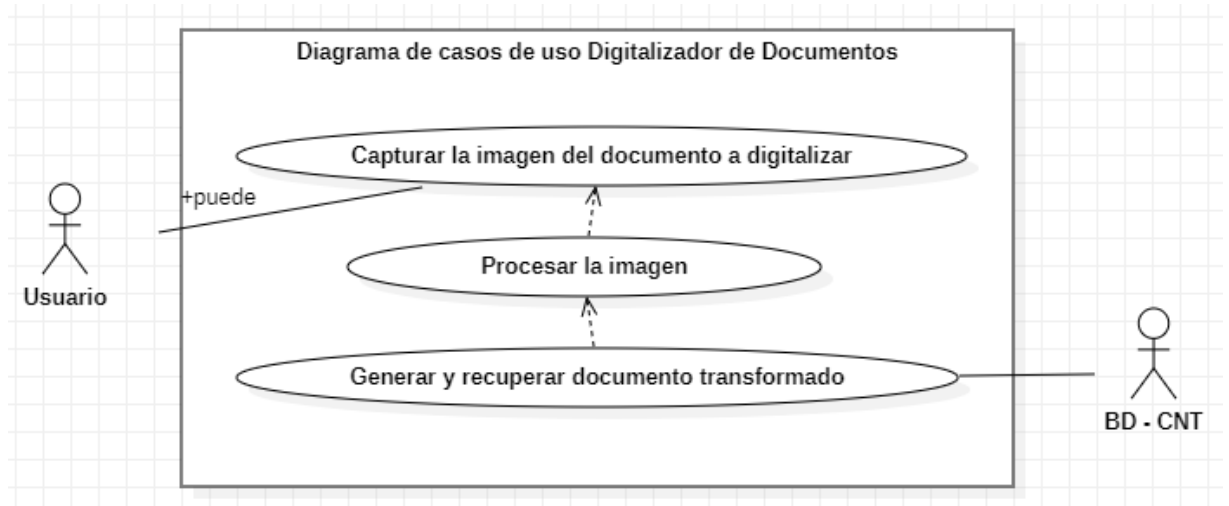


Fig. 6. Diagrama de Casos de Uso de la aplicación para digitalizar documentos

- **Diagrama de clases del dominio**

En la Fig. 7. se muestra el diagrama de clases del dominio la aplicación para digitalizar documentos, el mismo está basado en el formulario Orden de Instalación TF-GPON cuyo modelo de estudio se puede observar en el anexo 3. El mismo muestra la información que se necesita digitalizar y almacenar para crear reportes y tomar decisiones.

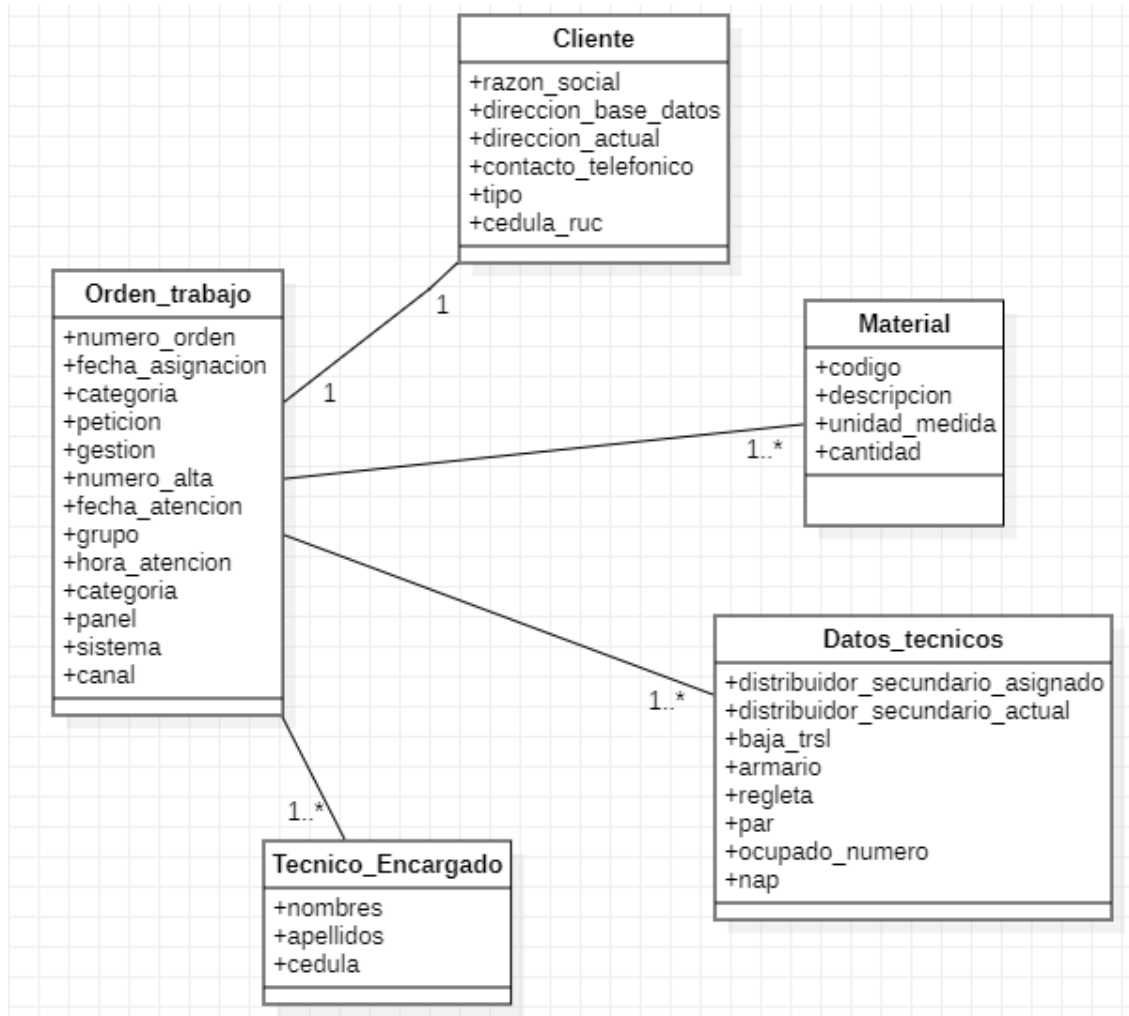


Fig. 7. Diagrama de Clases del Dominio de la aplicación para digitalizar documentos

**6.3. Objetivo 3: Evaluar el diseño de la arquitectura realizado mediante el uso de la metodología ATAM para comprobar que el diseño y los requerimientos estén planteados de forma correcta.**

El propósito de este objetivo es evaluar los diagramas y modelos elaborados en el cumplimiento del segundo objetivo aplicando la metodología ATAM. Las fases de aplicación de esta metodología se pueden revisar en el Anexo 4.

Para la evaluación de la arquitectura propuesta se conformó un equipo con los siguientes miembros:

- a. *Autora del proyecto:* Ing. Paola Morocho.
- b. *Revisor de la arquitectura:* Ing. Richard Chimbo

El revisor del proyecto es la persona que tiene el pleno conocimiento de la naturaleza del negocio y de las necesidades que deben cubrirse en cuanto a la digitalización de información referente a los formularios.

El enfoque arquitectónico seleccionado para el desarrollo de la aplicación móvil es el MVC: Modelo-Vista-Controlador.

Se usa este enfoque debido a que en la aplicación se ha diferenciado varios componentes cada uno de los cuales se corresponden con los elementos de este patrón arquitectónico.

Partiendo desde la Fig. 4 los componentes que se corresponden son:

- *Modelo*: El documento a digitalizar.
- *Vista*: el componente de captura de imagen y el componente de Recuperar Información.
- *Controlador*: el componente para Procesar la imagen ya que en el se realizan todas las operaciones necesarias y acordes a la lógica del negocio.

Estos diagramas fueron contrastados con los requerimientos no funcionales, los mismos que fueron priorizados y de esta operación se obtuvo el árbol de decisión, que se puede observar en la Fig. 8, en donde se reflejan los requerimientos no funcionales con su porcentaje de cumplimiento y escenarios con su respectiva calificación de prioridad y dificultad para su cumplimiento.

Atributo de calidad	Requerimiento	Escenario (Prioridad, Dificultad)	A: Alta M: Media B: Baja
Árbol de utilidad	- <b>Seguridad</b>	La aplicación móvil deberá respetar los permisos de acceso a las aplicaciones necesarias en un 99%	(A,B) La probabilidad de que acceda a aplicaciones no autorizadas debe ser menor al 1%
	- <b>Fiabilidad</b>	La aplicación móvil deberá identificar que las fotografías capturadas por el dispositivo sean del formulario a digitalizar en un 80%	(A,M) La probabilidad de que permita la digitalización de otro tipo de formulario no debe superar el 20%
	- <b>Disponibilidad</b>	La aplicación móvil deberá estar disponible todos los días del año lo cual dependerá de la disponibilidad de las tiendas de Android e iOS.	(A,M) Dependerá de la disponibilidad de las tiendas de Android e iOS
	- <b>Portabilidad</b>	La aplicación móvil podrá ser utilizada en smartphones con sistema operativo Android e iOS	(A,B) La aplicación será desarrollada con el framework Flutter.
	- <b>Usabilidad</b>	La aplicación móvil será desarrollada con una interfaz de usuario amigable y comprensible que permita acceder a las funcionalidades de forma fácil e intuitiva.	(A,B) El framework Flutter provee de elementos que permiten obtener un producto con una interfaz amigable y util

Fig. 8. Árbol de utilidad

Luego de analizar los diagramas y modelos elaborados, a la arquitectura elegida, al árbol de decisión, de los requerimientos de calidad y los escenarios priorizados se llegó a la conclusión de que los elementos antes mencionados son acordes y válidos para el objetivo principal al que está destinado el proyecto que es el de construir una aplicación móvil para la digitalización de documentos de tipo formulario.

## 7. Discusión

**Objetivo 1: Realizar el análisis de la problemática para definir los requerimientos funcionales y no funcionales usando el estándar IEEE 830 para determinar lo que la aplicación va a realizar.**

Para la formulación de este Trabajo de Titulación se planteó una problemática enfocada en determinar las necesidades que necesitan ser satisfechas, para lograrlo se plantea la elaboración de una aplicación móvil para digitalizar documentos de tipo formulario.

Para obtener la información necesaria para detallar los requerimientos que dicha aplicación necesita cumplir se aplicó una entrevista mediante un documento compartido de Google, a un técnico ex trabajador de CNT que ayudó a formular el caso de estudio, el mismo que fue examinado para determinar si es o no favorable la elaboración de la aplicación.

Luego del análisis se determinó que, si es favorable la aplicación, por lo que se procedió especificar los requerimientos 8 funcionales y 6 no funcionales.

Como resultado de este paso se redactó el documento de Especificación de Requerimientos de Software usando el estándar IEEE 830 que se puede observar en el Anexo 2.

El estándar de especificación de requerimientos IEEE 830 es muy útil para un analista ya que le permite entender de forma más completa y dinámica la aplicación que se desea construir, también establece un lenguaje común de comunicación para las personas interesadas en el proyecto de software.

**Objetivo 2: Construir el diseño de la arquitectura de la aplicación que refleje el análisis realizado mediante el uso de diagramas definidos en el estándar UML.**

Dando cumplimiento a este objetivo se dividió la aplicación en la arquitectura física y lógica.

Para detallar la arquitectura física de la aplicación se construyeron los diagramas de despliegue, componentes y de la arquitectura de la aplicación. Estos diagramas son muy útiles como lo indica el estado de arte de la arquitectura de software y otros proyectos de ingeniería de software para determinar la organización y los elementos que serán tomados en cuenta para el desarrollo de la aplicación.

Para entender la arquitectura lógica de la aplicación se elaboraron: el diagrama de casos de uso encontrando 4 casos de uso y el diagrama del dominio con 5 clases, en los cuales se puede visualizar los escenarios en los que interactuará el usuario con la aplicación y las clases que se relacionan para detallar la información necesaria con respecto al formulario TF-GPON que será digitalizado, el mismo que se puede visualizar en el Anexo 3.

El Lenguaje Unificado de Modelado efectivamente es una gran herramienta que permite establecer y entender la composición global de la aplicación, en conjunto con sus elementos y operaciones, de acuerdo al estado del arte.

El uso del framework Flutter asegurará el desarrollo de la aplicación en un 100%, esto debido a que permite construir aplicaciones multiplataforma a partir de una misma base de código, la misma que puede ser compilada al código nativo tanto de Android como de iOS. Además, cuenta con un aprendizaje relativamente sencillo.

**Objetivo 3: Evaluar el diseño de la arquitectura realizado mediante el uso de la metodología ATAM para comprobar que el diseño y los requerimientos no funcionales estén planteados de forma correcta.**

En el desarrollo de este objetivo se aplicó la metodología ATAM (Architecture Trade-Off Analysis Method). Con las fases que propone esta metodología se validaron los diagramas que detallan la arquitectura de la aplicación móvil con relación a los requerimientos no funcionales de calidad.

Esta metodología es relativamente joven de finales de los 90s según lo indica el estado del arte, por lo que se puede adaptar a las nuevas tecnologías y los elementos.



Como producto de estas fases se obtiene el árbol de utilidad con los requisitos de calidad priorizados y calificados según su importancia y dificultad de cumplimiento.

Este árbol es muy útil para calificar los requerimientos no funcionales y analizarlos de acuerdo a su importancia e impacto dentro del desarrollo de la aplicación móvil, para que la misma cumpla con la calidad recomendada y con el objetivo principal del proyecto planteado de digitalizar documentos.

La metodología ATAM fue útil para realizar la evaluación debido a que permite ampliar el campo de visualización y entendimiento de la calidad que debe cumplir una aplicación ayudando al arquitecto de software.

## 8. Conclusiones

Luego de la elaboración del presente Trabajo de Titulación se llegó a las siguientes conclusiones:

- La definición de 8 requerimientos funcionales y 6 no funcionales permiten establecer un contrato de cumplimiento de la aplicación y por lo tanto se debe definir las arquitecturas tomando en cuenta estos requerimientos
- Determinar los diseños lógico y físico de las aplicaciones ayudan a comprender su funcionamiento, estructura y comunicación con otros sistemas; además permite indicar las tecnologías que se recomienda en su desarrollo, para esto es fundamental utilizar un lenguaje que sea entendible para todos los interesados en el proyecto como lo es UML.
- La evaluación de la arquitectura mediante ATAM es de gran utilidad debido a que con sus fases se pueden determinar si los requerimientos no funcionales son útiles para lograr que la aplicación móvil a construir sea una aplicación de calidad.
- El módulo de Procesar imagen definido en la arquitectura de la aplicación, es el módulo más importante debido a que en este se aplica la técnica de realidad aumentada y la de reconocimiento de imagen.
- Los requerimientos definidos y arquitectura construida aplicando realidad aumentada y tecnologías actuales fueron útiles para determinar que la futura codificación de la aplicación móvil redujera el tiempo y costes en cuanto a la transmisión de la información escrita en formularios, ya que se consideró un caso de estudio de un ámbito real, el mismo que fue evaluado por un experto en el área de negocio.
- La aplicación de la metodología en cascada fue válida para la elaboración del presente TT debido a que al realizar las fases de forma secuencial permitió la consecución de cada objetivo específico hasta alcanzar una arquitectura de la aplicación móvil tomando en cuenta la naturaleza del proyecto y características propias de la problemática encontrada.

## **9. Recomendaciones**

Luego del Trabajo de Titulación realizado se recomienda los siguiente:

- Es recomendable guiarse en los estándares establecidos de acuerdo a las diferentes ramas de profesionalización, en este caso los estándares de la IEEE pueden ser muy útiles para definir los distintos pasos o directrices para la consecución de un proyecto.
- Se recomienda elegir de forma cuidadosa aquellos diagramas y modelos que expresen características importantes y permitan explicar la aplicación de forma global para quienes se encargaran del desarrollo y codificación.
- Se recomienda que los diagramas que se elaboren sean evaluados para verificar si cumplen con los requerimientos funcionales y no funcionales definidos.

### **Trabajos futuros**

- Se recomienda la mejora de la arquitectura definida en el presente TT mediante la creación del módulo de autenticación y almacenamiento de documentos digitalizados asociados a una cuenta de usuario.
- Se recomienda el aumento de diagramas de interacción en la arquitectura del sistema para determinar de mejor manera como el usuario final va a interactuar con la aplicación y que mensajes va a recibir para de acuerdo a ello tomar una decisión.
- Se podría desarrollar la codificación de la aplicación móvil basándose en los requerimientos funcionales y no funcionales definidos y además en los modelos y diagramas elaborados en el presente TT.

## 10. Bibliografía

- [1] R. Gonzales. “Arquitectura de Software. Análisis ATAM”. [En línea] <https://www.studocu.com/cl/document/universidad-metropolitana-de-ciencias-de-la-educacion/adaptacion-de-la-planificacion/metodologia-atam-metodo-de-analisis-de-acuerdos-de-arquitectura/21857035>
- [2] European Knowledge Center for Information Technology (Ed.). “Digitalización de documentos: ¿qué es y en qué consiste el proceso?”, 2016. [En línea] Disponible en: <https://www.ticportal.es/temas/sistema-gestion-documental/digitalizacion-de-documentos>
- [3] A. Prol Castro. “Digitalización y archivos”, *Nuevas tecnologías en bibliotecas y archivos*, pp 57-87, 2011.
- [4] V. Giménez. “Criterios ISO para la preservación digital de los documentos de archivo,” *Códices*, vol. 10, no 2, pp. 135-150, 2014.
- [5] Fundación Telefónica. “Realidad aumentada: una nueva lente para ver el mundo”. 2011.
- [6] Pressman, R. “Ingeniería del Software: Un enfoque práctico 3ª Edición”, México, McGraw Hill, 1995.
- [7] R. Monferret. “Especificación de requisitos software según el estándar de IEEE 830,” *Universidad Jaume I. Departamento de Informática. Paper*, 2001
- [8] C. Fontela. “UML: Modelado de Software para profesionales2, Alpha Editorial, 2012.
- [9] A. Delgado. A, Castro. M. Germán. “Evaluación de Arquitecturas de Software con ATAM (Architecture Tradeoff Analysis Method): un caso de estudio”, *Reportes Técnicos*, vol 07, no 01, 2007
- [10] Vazquez. V, Corral. A. “Desarrollo de aplicaciones móviles multiplataforma con Flutter”. 2019.
- [11] G. Mendez (2009). Proceso Software y Ciclo de Vida. [En línea] Disponible en: <http://147.96.85.71/profesor/gmendez/docs/is0809/02-ProcesoCicloDeVida.pdf>

- [12] C. Borja. V. Cuji. “Metodología para la especificación de requerimientos de software basado en el estándar IEEE 830-1998” Trabajo fin de grado. Universidad Politécnica Salesiana Ecuador, 2013 [En línea] Disponible: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/5264>
- [13] A. Durango. *Diseño de software*. 2da ed. It Campus Academy, 2015.
- [14] L. Fuentes. A. Vallecillo. “Una Introducción a los Perfiles UML” *Universidad de Málaga. Depto. de Lenguajes y Ciencias de la Computación. Paper*, 2004
- [15] G. Sparks. “Una Introducción al UML. El Modelo Lógico”, Sparxs Systems, Argentina. Accedido en: 14-04-2023. [En línea]. Disponible en: [http://sparxsystems.com.ar/downloads/whitepapers/El\\_Modelo\\_Logico.pdf](http://sparxsystems.com.ar/downloads/whitepapers/El_Modelo_Logico.pdf)
- [16] H. Eriksson. M. Penker. *UML 2 Toolkit*. 1ra ed. Wiley Publishing Inc. 2004.
- [17] X. Ferré. M. Sánchez. “Desarrollo Orientado a Objetos con UML” *Universidad Veracruzana. Facultad de Informática. Paper*, 2011
- [18] H. Astudillo. (2004) *Arquitectura de Software IV: Procesos y evaluación*. [En línea] Disponible en: [https://www.inf.utfsm.cl/~hernan/cursos/MII414-2004s2/bitacora/sesion\\_03a-2pp.pdf](https://www.inf.utfsm.cl/~hernan/cursos/MII414-2004s2/bitacora/sesion_03a-2pp.pdf)
- [19] V. Yanes. L. Saballo. “Definición de la arquitectura de software para el Generador Dinámico de Reportes en su versión 2.0” Tesis de licenciatura. Universidad de las ciencias informáticas, 2011 [En línea] Disponible en: [https://repositorio.uci.cu/jspui/handle/ident/TD\\_04380\\_11](https://repositorio.uci.cu/jspui/handle/ident/TD_04380_11)
- [20] E. González. “La digitalización de documentos, ¿amiga o enemiga?” *Bibliotecas. Anales de Investigación*. No 2. pp. 150-154. Enero-Diciembre 2006.
- [21] ISO/TR 18492:2005 Long-term preservation of electronic document-based information. ISO. 2005-10. [En línea] Disponible en: <https://www.iso.org/standard/38716.html>
- [22] ISO 13008:2022 Information and documentation — Digital records conversion and migration process. ISO. 2022-10. [En línea] Disponible en: <https://www.iso.org/standard/75569.html>

[23] X. Basogain, M. Olabe, K. Espinosa, C. Rouèche y J.C. Olabe. “Realidad Aumentada en la Educación: una tecnología emergente” *Escuela Superior de Ingeniería de Bilbao, Paper*. 2006.

[24] “¿Qué es el reconocimiento de imágenes por IA y cómo funciona?” Shaip.  
<https://es.shaip.com/blog/what-is-ai-image-recognition-and-how-does-it-work/>  
Accedido en: 2023-04-14

[25] W. Wu. “React Native Vs Flutter, cross-platform mobile application frameworks” Tesis de grado. Metropolia University of Applied Sciences, 2018 [En línea] Disponible en: <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/146232/thesis.pdf?sequence=1>

## 11. Anexos

**Anexo 1.** Entrevista realizada a un ex técnico de CNT para la obtención de requerimientos.

**Nombre:** Richard Chimbo Torres

**Fecha:** 2023-02-20

### 1. Por favor explique cómo era su método de trabajo en la transcripción de información escrita para ser digitalizada.

Yo recibía al final de la jornada las órdenes de trabajo que se le entregaban de manera individual a los técnicos instaladores a primera hora de la mañana, estas órdenes me las entregaban a través de una acta que firmaba conjuntamente con el material a implementar, las órdenes de trabajo, eran órdenes de instalación (pueden ser fibra óptica o línea de cobre dependiendo de la zona de residencia del cliente), migración (cambio de telefonía o internet por cobre a fibra óptica) o traslado (cambio de domicilio del cliente), a la orden de instalación se la llenaba con la información de los materiales ocupados para realizar la instalación dependiendo si es servicio nuevo o migración los materiales implementados varían, entonces dependiendo de la cantidad de órdenes de trabajo que el departamento de ventas de CNT llegaba a concretar salían las órdenes de trabajo de los siguientes días, el flujo por lo general era de 20 órdenes diarias pero la media se disparaba de manera abrupta cuando creaban una manga nueva (entiéndase por manga a la infraestructura tecnológica (ARMARIOS; CAJAS, POZOS que permite la migración de la red de cobre por la de fibra óptica) en casos como este las migraciones alcanzaban un flujo de 100 a 150 órdenes diarias, todas estas ordenes el caso ideal se daba cuando el 100% de las órdenes de la mañana se entregaban al terminar la jornada por la tarde, pero por a o b motivos, este escenario no es plausible, debido a que los clientes, no se encuentran en su domicilio, un error en la actualización de los datos del cliente proporcionados en la orden, cliente reprograma la orden para otra fecha, etc. entonces siempre existía un arrastre de ordenes pendientes, que al momento de planillar siempre resultaba un trabajo extra el buscar la orden perteneciente a su correspondiente acta.

### 2. Qué inconvenientes encontró en ese proceso.

Para digitalizar la información, CNT me entregaba un formato de planilla en EXCEL y yo debía ingresar de manera manual la información de la orden (inf del cliente, información de la orden (serie, código, acta) fechas en las que se ejecutó, estas fechas debían estar dentro de un límite para evitar multas, y debía ubicar el tiempo (en horas) en donde fue ejecutada, y finalmente la información de los materiales (cantidad en metros del cable de fibra óptica, especificando el tipo de fibra si era exterior, interior o canalizada, dependiendo del tipo de fibra se debía especificar el tipo de instalación porque dependiendo del tipo variaba el costo de la misma los tipos eran (edificio, subterránea y tradicional), este registro se debe llenar por cada una de la ordenes de trabajo, si era un promedio de 20 diarias, de lunes a sábado daba un total de 120

semanales y multiplicada por 4 = 480 al mes, esto hablando de una única zona o ubicación, en ciudades grandes que se encuentran distribuidas en zonas integrales como guayas, pichincha y Manabí el promedio es de 5000 órdenes mensuales, cifra que se dispara considerablemente cuando existen migraciones(mangas nuevas) que para las personas que planillan la información ingresada toma mucho tiempo, pues a armar de llenar la planilla en Excel se debe armar la carpeta con las copias físicas de las órdenes, dependiendo del contrato CNT te pide un archivo fotográfico de cada orden realizada misma que será sometida a control en un tiempo posterior, hecho todo esto se debe llevar toda la documentación al fiscalizador designado por la CNT para la revisión y control y de ser caso corrección de las planillas que de ser satisfactorio el caso recién pasan a contabilidad para generar el pago.

**3. Considera usted que el uso de una aplicación móvil ayudaría a optimizar su trabajo. y que necesitaría realizar la aplicación para lograr la optimización**

Considero que una aplicación móvil sería de mucha ayuda al momento de que el técnico llene la orden de trabajo en físico, podría tomar una foto a la orden y con reconocimiento de imagen se vaya almacenando en una BD esta información para que al final de la jornada yo tenga el control de las ordenes realizadas, las ordenes aplazadas y las ordenes que se me están pasando de tiempo en el rango permitido para poder tomar medidas para evitar caer en mora, (estas medidas pueden ser, llamar al cliente para reprogramarla o indicar a CNT que la información de contacto está desactualizada motivo el cliente no vive en esa dirección o ya no es su teléfono) a más de todo eso que me facilitaría yo al final del día puedo ir armando la planilla (también me evito así tener que escanear cada orden para posteriormente digitalizar la información contenida en las mismas) pues con la foto que se toma ya tengo la orden para anexarla a la planilla y con la información de la base de datos ya puedo ir llenando el Excel u a su vez se puede crear una función para que me exporte a Excel en el formato designado por la CNT.



Firma Ing. Richard Chimbo Torres.



## **Anexo 2.** Especificación de requerimientos

### **Especificación de requisitos de software IEEE 830**

**Proyecto:** Análisis y diseño de la arquitectura de una aplicación móvil utilizando la técnica de realidad aumentada para la digitalización de documentos de tipo formulario

## 1. Introducción

El presente documento expone los requerimientos funcionales y no funcionales que la aplicación para digitalizar documentos de tipo formulario deberá cumplir en su diseño y posterior implementación.

Además, se podrá evidenciar los diferentes apartados que aportan un mejor entendimiento a las funciones de la aplicación.

### 1.1. Propósito

La presente especificación de requerimiento de software está destinada a detallar los requerimientos funcionales y no funcionales que deberá cumplir la aplicación móvil para digitalizar documentos de tipo formulario haciendo uso de la técnica de realidad aumentada.

Este documento está destinado a profesionales del área de sistemas o afines que puedan entender los requerimientos aquí señalados para traducirlos a diagramas y modelos de UML.

### 1.2. Alcance

El producto que resultará al final de esta especificación y futuro desarrollo es una aplicación móvil para la digitalización de documentos de tipo formulario haciendo uso de la técnica de realidad aumentada, los documentos resultantes de la digitalización serán editables en formato Word o pdf.

### 1.3. Personal Involucrado

TABLA III. RESPONSABLE DEL DESARROLLO DEL PROYECTO

<b>Nombre</b>	Dunnia Paola Morocho Arévalo
<b>Rol</b>	Desarrolladora del proyecto
<b>Categoría Profesional</b>	Ingeniera en sistemas
<b>Responsabilidades</b>	Análisis y diseño de la aplicación móvil
<b>Información de contacto</b>	dpmorochoa@unl.edu.ec

TABLA IV. DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

<b>Nombre</b>	Wilman Patricio Chamba Zaragocín
<b>Rol</b>	Director de Trabajo de Titulación
<b>Categoría Profesional</b>	Ingeniero en Informática
<b>Responsabilidades</b>	Supervisar y asesorar en el desarrollo del Trabajo de Titulación
<b>Información de contacto</b>	wpchamba@unl.edu.ec

### 1.4. Definiciones, acrónimos y abreviaturas

Acrónimos:

**ERS:** Especificación de requerimientos de software

## **1.5. Referencias**

El presente documento se basa en el estándar IEEE 830

## **2. Descripción General**

### **2.1. Perspectiva del producto**

El análisis y diseño de una aplicación móvil para la digitalización de documentos tiene como propósito obtener los requerimientos funcionales y no funcionales que posteriormente servirán para construir los modelos y diagramas estipulados por UML.

La aplicación web que a posterior puede ser implementada ayudará a optimizar tiempo y recursos para digitalizar información que se tiene escrita.

### **2.2. Funcionalidad del producto**

La aplicación podrá acceder a la cámara del dispositivo móvil y capturar mediante una fotografía el documento a ser digitalizado, también podrá acceder a la galería de imágenes para seleccionar el documento a ser digitalizado.

A continuación, la aplicación procederá a digitalizar el documento, como resultado de esta operación se obtendrá un documento que podrá tener extensión docx para crear un documento editable o pdf, el mismo que podrá ser almacenado en la memoria del teléfono.

### **2.3. Restricciones**

La definición de los requerimientos y la construcción de modelos se realizará en base a la metodología en Cascada.

La aplicación móvil será usada en smartphones con sistema operativo Android e iOS.

### **2.4. Suposiciones y dependencias**

Los requerimientos funcionales de la aplicación móvil fueron obtenidos en base a la aplicación de una entrevista a un ex técnico trabajador de CNT y también en base a la revisión de trabajos relacionados.

### **2.5. Evolución previsible del sistema**

Una de las mejoras que pueden hacerse en un futuro es la implementación para digitalizar cualquier tipo de documento y para la obtención de documentos editables con varios formatos a elección.

### 3. Requisitos Específicos.

#### 3.1. Interfaces de usuario

Las interfaces de la aplicación móvil estarán formadas de botones, tablas, menús de opciones, barras de navegación, cuadros y etiquetas de texto para propiciar que una mejor y más fácil navegación, uso y experiencia de usuario.

#### 3.2.Requisitos funcionales

TABLA V. REQUERIMIENTO FUNCIONAL 1

<b>Numero de requisito</b>	RF001
<b>Nombre del requisito</b>	Capturar fotografías
<b>Descripción del requisito</b>	La aplicación debe permitir a los usuarios acceder a la cámara fotográfica del dispositivo móvil y capturar una fotografía del documento a digitalizar.
<b>Prioridad del requisito</b>	Alta

TABLA VI. REQUERIMIENTO FUNCIONAL 2

<b>Numero de requisito</b>	RF002
<b>Nombre del requisito</b>	Acceder a la galería del dispositivo para seleccionar una fotografía.
<b>Descripción del requisito</b>	La aplicación debe permitir a los usuarios acceder a la galería de imágenes del dispositivo y seleccionar una fotografía del documento a digitalizar.
<b>Prioridad del requisito</b>	Alta

TABLA VII. REQUERIMIENTO FUNCIONAL 3

<b>Numero de requisito</b>	RF003
<b>Nombre del requisito</b>	Procesar la imagen
<b>Descripción del requisito</b>	La aplicación debe ser capaz de realizar el procesamiento de la imagen
<b>Prioridad del requisito</b>	Alta

TABLA VIII. REQUERIMIENTO FUNCIONAL 4

<b>Numero de requisito</b>	RF004
<b>Nombre del requisito</b>	Identificar el tipo de contenido de la imagen
<b>Descripción del requisito</b>	La aplicación debe identificar el tipo de contenido que tiene la imagen, ya que este puede ser texto, números o gráficos.
<b>Prioridad del requisito</b>	Alta

TABLA IX. REQUERIMIENTO FUNCIONAL 5

<b>Numero de requisito</b>	RF005
<b>Nombre del requisito</b>	Emitir una alerta en caso de que la imagen contenga únicamente un gráfico o un dibujo.
<b>Descripción del requisito</b>	La aplicación debe emitir una alerta en caso de que el contenido de la imagen únicamente sea un gráfico o un dibujo y preguntar si se desea la digitalización o no, ya que en estos casos la aplicación deberá capturar la imagen y presentarla en un documento.
<b>Prioridad del requisito</b>	Alta

TABLA X. REQUERIMIENTO FUNCIONAL 6

<b>Numero de requisito</b>	RF006
<b>Nombre del requisito</b>	Asociar caracteres escritos a mano con las letras del alfabeto.
<b>Descripción del requisito</b>	La aplicación debe asociar los caracteres, ya sean letras, números o símbolos alfanuméricos con
<b>Prioridad del requisito</b>	Alta

TABLA XI. REQUERIMIENTO FUNCIONAL 7

<b>Numero de requisito</b>	RF007
<b>Nombre del requisito</b>	Recuperar la información en base a los campos establecidos en la plantilla y crear el documento con las palabras encontradas en la imagen
<b>Descripción del requisito</b>	La aplicación debe escribir las palabras encontradas en la imagen en un documento de texto plano o formato doc o pdf.
<b>Prioridad del requisito</b>	Alta

TABLA XII. REQUERIMIENTO FUNCIONAL 8

<b>Numero de requisito</b>	RF008
<b>Nombre del requisito</b>	Guardar el documento resultante.
<b>Descripción del requisito</b>	La aplicación debe permitir guardar el documento en la memoria del dispositivo.
<b>Prioridad del requisito</b>	Alta

### 3.3. Requisitos no funcionales

#### 3.3.1. Requisitos de mantenimiento

- Las operaciones tendrán un tiempo de respuesta de 5 segundos o menos.

#### Seguridad

La aplicación móvil deberá respetar los permisos de acceso a las aplicaciones necesarias.

**Fiabilidad**

La aplicación móvil deberá identificar las fotografías capturadas por el dispositivo.

**Disponibilidad**

La aplicación móvil deberá estar disponible todos los días del año lo cual dependerá de la disponibilidad de las tiendas de Android e iOS.

**Portabilidad**

La aplicación móvil podrá ser utilizada en smartphones con sistema operativo Android e iOS

**Usabilidad**

La aplicación móvil será desarrollada con una interfaz de usuario amigable y comprensible que permita acceder a las funcionalidades de forma fácil e intuitiva.

Anexo 3. Modelo Formulario: Orden de instalación TF-GPON

orden  
de instalación TF-GPON

7213

NÚMERO DE ORDEN:	238-19361979	PAQUETE: 6959	PETICIÓN:	9-238-8580242
FECHA ASIGNACIÓN:	21-06-2019 16:16		GESTIÓN:	INST TF GPON
NÚMERO DE ALTA:	43885889	FECHA DE SOLICITUD:	21-06-2019 16:12	CONTACTO TELF: 962712641
NOMBRE O RAZÓN SOCIAL:		MARIA DE LOS ANGELES GARCIA GOMEZ RESID HOGAR BASIC GPON		
DIRECCIÓN BASE DE DATOS:		CDLA METROPOLIS 2G MZ 2056 SOLAR 17		
DIRECCIÓN ACTUAL:		SOLO PARA TRASLADOS		
		NÚMERO DE BAJA: -1		
DIRECCIÓN BASE DE DATOS:		500YU05U0 200		

CÓDIGO CNT	DESCRIPCIÓN CNT	UN DE MEDIDA	CANTIDAD UTILIZADA	PARAMETROS
0002576	Tensor plástico FIG 8 gancho de acero	UN	5	
40006296	Conec MEC SC/APC F.0 Terminación campo	UN	1	
40006303	Cable Drop INT Plan 2x3mm 2 hilos G657 A2	M	9m	
40006304	Cable FO Drop Cana 6mm 2 Hilos G.657 A2	M	-	
40006351	Pinza de Anclaje para cable Drop	UN	-	
40005370	Roseta Óptica	UN	1	
40005619	Cable Drop Ext Aéreo 2x5mm 2Hilos G.657 A2	M	48	
40005372	Caja Óptica Interior de 4 Puertos	UN	1	
40005385	Patchcord FO-MO-G657 A2-SCAPC-3M	UN	1	
40005386	Patchcord FO-MO-G657 A2-SCAPC-5M	UN	-	
40007984	ONT GPON Terminal Wireles Dual Band	UN	1	Potencia R 19.08 Potencia N 17.91
		amarras	4	
COMPLEMENTO DIRECCIÓN:		SERVICIO NO 4MAL	Grapas 6	Tx 2 de
TIPO DE CLIENTE:			fusión 2	RX 17.62

A. CIAC GARZOTA-326490: APROBAR RESTRICCIÓN ALTA - 23.00-4633-F01M02-H3P-2-0962712641- Teléfono de Contacto 962712641. OBS: cis garzota trivera // instalación de línea gpon cero costo por migración de cobre a gpon , línea cobre # 42157960 contacto: 0962712641 llamar antes de instalar. <ONT4857544363BAE79C>

0981512048

FECHA ATENCIÓN:	AÑO	MES	DÍA	HORA	GRUPO:
	2019	06	24	14:30	GRUPO 19 Z7 GPON GUAYAS

RECIBE CONFORME  y <u>Adriano Garcia</u> FIRMA DEL CLIENTE: NOMBRE: GARCIA GOMEZ MARIA DE LOS ANGELES C.I.: 0930139878	ENTREGA:  <u>Jefferson Bravo</u> FIRMA DEL TÉCNICO: NOMBRE: C.I.:
---	--

PANEL: -1	SISTEMA: -1	CANAL: -1
-----------	-------------	-----------

DATOS TÉCNICOS		FEEDER			DISTRIBUCIÓN		
DISTRIB. SECUNDARIO	ARMARIO:	REGLETA:	PAR:	OCUPADO CON NÚMERO:	NAP:	PAR:	OCUPADO CON NÚMERO:
ASIGNADO: 4633-GPON MAESTRO		F01M02		103401	3		H3P
ACTUAL:							
BAJA TRSL: -1					-1		-1

Fig. 9. Ejemplo de formulario: Orden de instalación TF GPON

## **Anexo 4.** Fases de la metodología ATAM

### **Aplicación de la metodología ATAM**



**Proyecto:** Análisis y diseño de la arquitectura de una aplicación móvil utilizando la técnica de realidad aumentada para la digitalización de documentos de tipo formulario



## Elaboración y Revisión del Documento

<b>Elaborado por</b>	Paola Morocho Arévalo	<b>Fecha de elaboración</b>	2023-04-05
<b>Revisado por</b>	Richard Chimbo Torres	<b>Fecha de revisión</b>	2023-04-08
<b>Aprobado por</b>	Richard Chimbo Torres	<b>Fecha de aprobación</b>	2023-04-12

## Firmas

<b>Elaborado por</b>	
<b>Revisado por</b>	 Firmado electrónicamente por: <b>RICHARD DANIEL CHIMBO TORRES</b>
<b>Aprobado por</b>	 Firmado electrónicamente por: <b>RICHARD DANIEL CHIMBO TORRES</b>

## **1. Presentación del equipo ATAM**

El equipo formado para la evaluación de la arquitectura propuesta está formado por los siguientes miembros:

- c. Autora del proyecto: Ing. Paola Morocho.
- d. Revisor de la arquitectura: Ing. Richard Chimbo.

El revisor del proyecto es la persona que tiene el pleno conocimiento de la naturaleza del negocio y de las necesidades que deben cubrirse en cuanto a la digitalización de información referente a los formularios.

## **2. Presentar los drivers del negocio**

La empresa es de naturaleza tecnológica, específicamente se basa en las instalaciones de internet mediante fibra óptica.

De la gran demanda de esta actividad y de los formularios que son usados en la misma, surge la necesidad de digitalizar la información escrita en estos formularios.

Para el caso de estudio se ha tomado el formulario: Orden de instalación TF-GPON cuyas características pueden apreciarse en el anexo 3.

Los requerimientos funcionales que la aplicación debe solventar son:

- Capturar el formulario a digitalizar mediante una fotografía
- Procesar esta imagen para obtener un documento con caracteres escritos mediante una herramienta de ofimática.
- Obtener como resultado un documento editable o en pdf con la información del formulario, la misma que puede ser almacenada en la base de datos de CNT.

Los requerimientos no funcionales cubren aspectos como la seguridad, fiabilidad, disponibilidad, portabilidad y usabilidad.

## **3. Presentar la arquitectura actual**

Para construir los modelos y diagramas presentados en la arquitectura se partió desde la definición de requerimientos funcionales y no funcionales los cuales fueron obtenidos a partir de la entrevista realizada al técnico ex trabajador de CNT.

La arquitectura está dividida en arquitectura física y lógica.

### **• Arquitectura Física**

Para representar la arquitectura física se elaboraron los diagramas de componentes y despliegue.

### Diagrama de componentes

En la Fig. 10 se pueden visualizar los componentes que tendrá la aplicación los mismos que son: capturar imagen, procesar imagen y recuperar información.

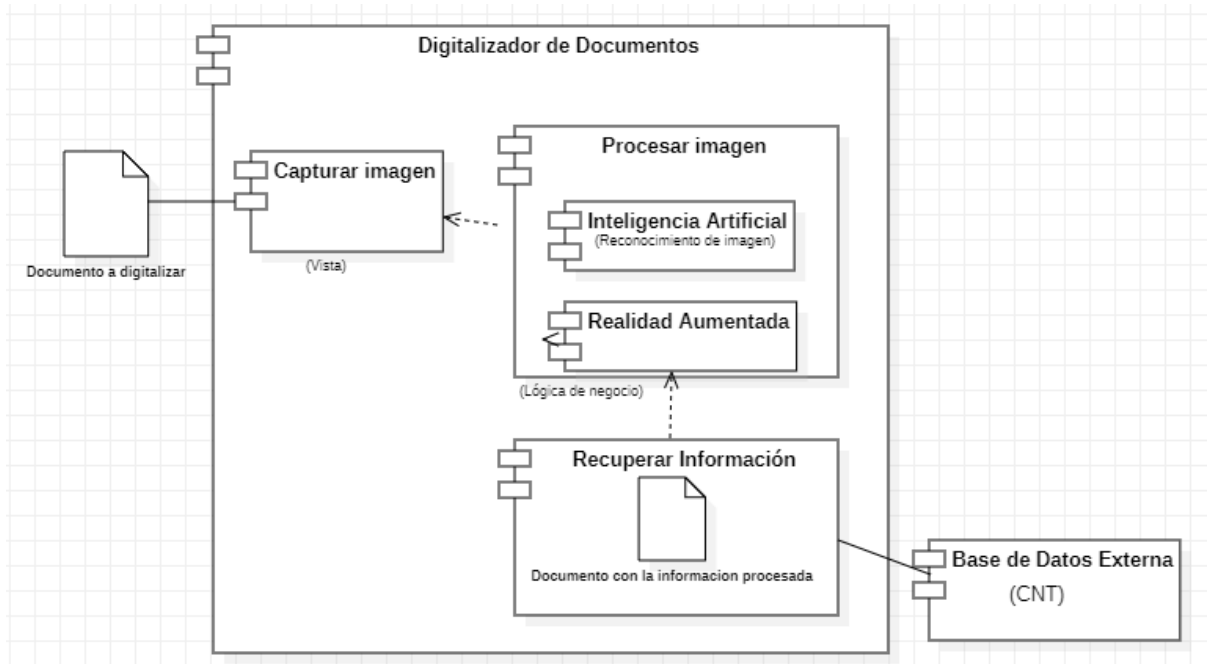


Fig. 10. Diagrama de componentes

### Diagrama de despliegue

En este diagrama, en la Fig. 11 se aprecian los elementos necesarios para desarrollar la aplicación y que la misma haga un uso óptimo de los elementos disponibles.

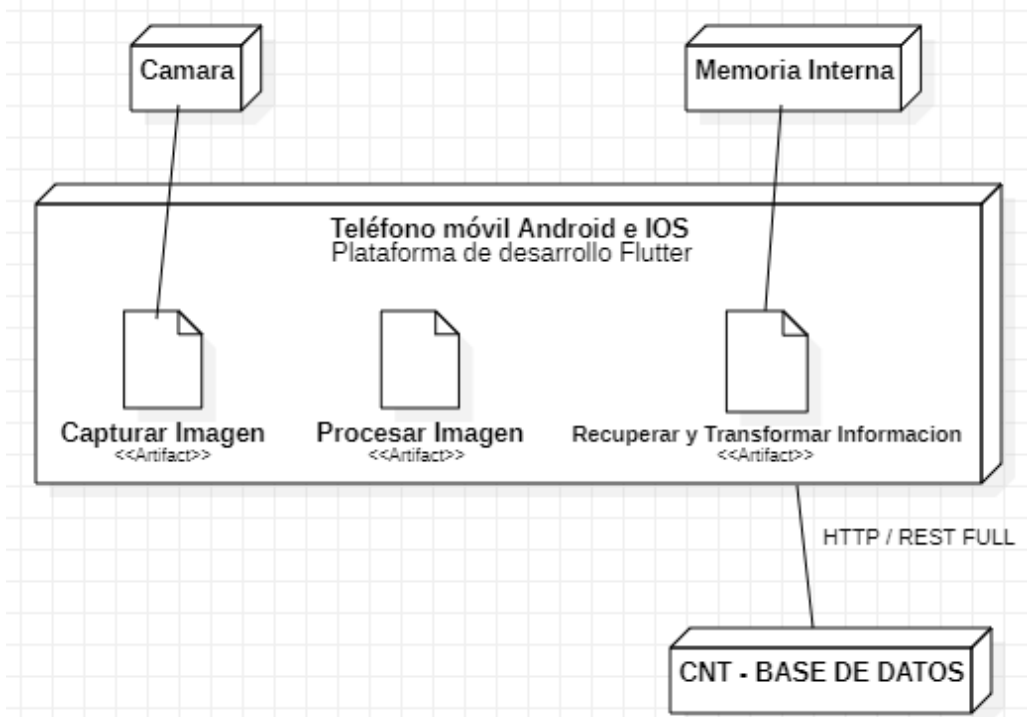


Fig. 11. Diagrama de despliegue

- **Arquitectura Lógica**

Para representar la arquitectura lógica se creó el diagrama del dominio final.

*Diagrama de clases del dominio*

En la Fig. 12 se aprecia este diagrama que está basado en el Anexo 3 Formulario modelo: orden de instalación TF-GPON y en él se evidencian las clases que intervienen para procesar y almacenar la información.

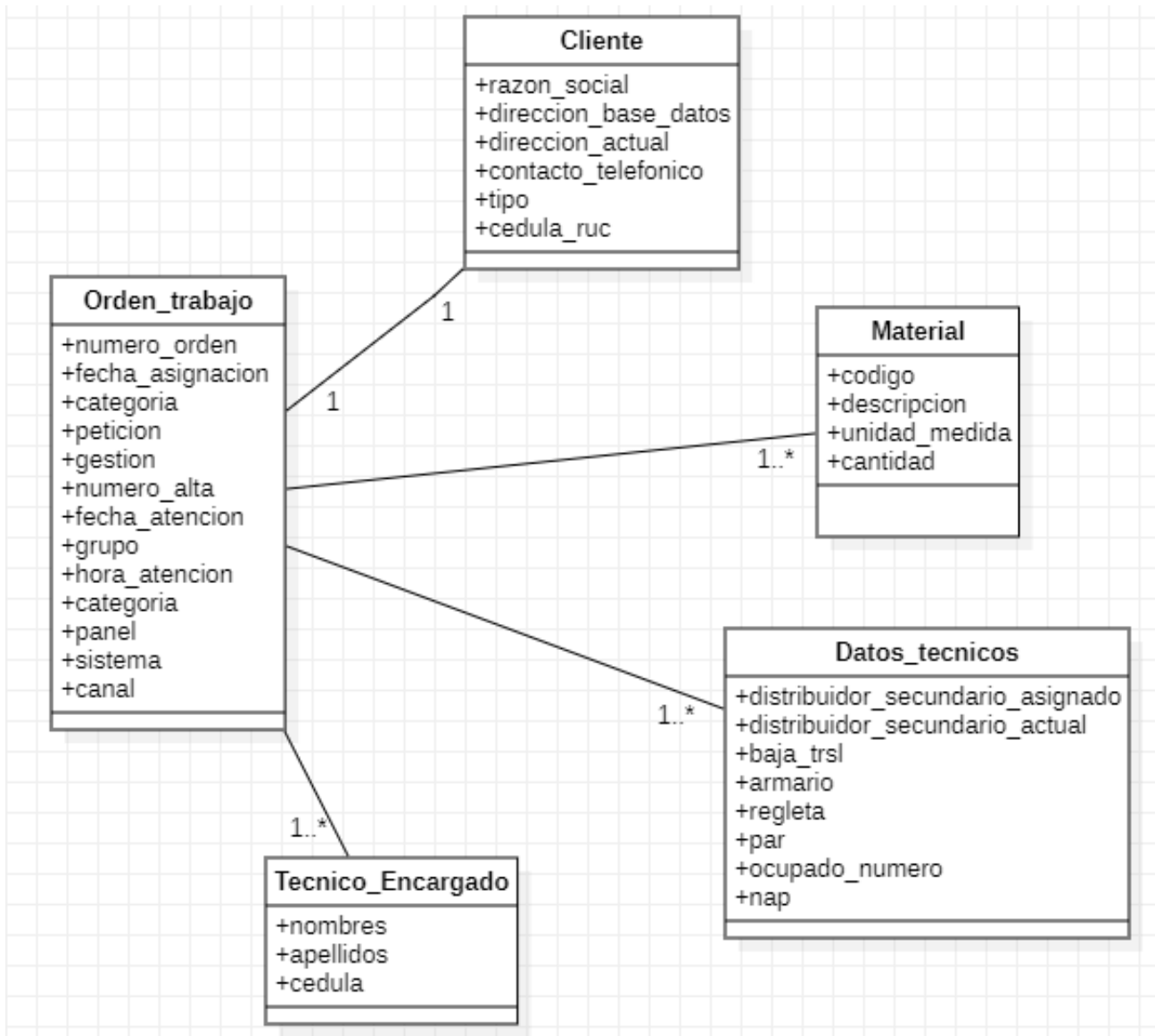


Fig. 12. Diagrama del dominio

#### 4. Identificar los enfoques arquitectónicos

El enfoque arquitectónico seleccionado es el MVC.

Modelo-Vista-Controlador.

Se usa este enfoque debido a que en la aplicación se ha diferenciado varios componentes cada uno de los cuales se corresponden con los elementos de este patrón arquitectónico.

Partiendo desde el diagrama de componentes en la Fig. 10 presentado en el punto anterior de este documento de planificación, los componentes que se corresponden son:

- *Modelo*: El documento a digitalizar.
- *Vista*: el componente de captura de imagen y el componente de Recuperar Información.
- *Controlador*: el componente para Procesar la imagen ya que en el se realizan todas las operaciones necesarias y acordes a la lógica del negocio.

### 5. Generar los atributos de calidad del árbol de utilidad.

Atributo de calidad	Requerimiento	Escenario (Prioridad, Dificultad) A:Alta M: Media B: Baja
Árbol de utilidad	- Seguridad — La aplicación móvil deberá respetar los permisos de acceso a las aplicaciones necesarias en un 99%	(A,B) La probabilidad de que acceda a aplicaciones no autorizadas debe ser menor al 1%
	- Fiabilidad — La aplicación móvil deberá identificar que las fotografías capturadas por el dispositivo sean del formulario a digitalizar en un 80%	(A,M) La probabilidad de que permita la digitalización de otro tipo de formulario no debe superar el 20%
	- Disponibilidad — La aplicación móvil deberá estar disponible todos los días del año lo cual dependerá de la disponibilidad de las tiendas de Android e iOS.	(A,M) Dependerá de la disponibilidad de las tiendas de Android e iOS
	- Portabilidad — La aplicación móvil podrá ser utilizada en smartphones con sistema operativo Android e iOS	(A,B) La aplicación será desarrollada con el framework Flutter.
	- Usabilidad — La aplicación móvil será desarrollada con una interfaz de usuario amigable y comprensible que permita acceder a las funcionalidades de forma fácil e intuitiva.	(A,B) El framework Flutter provee de elementos que permiten obtener un producto con una interfaz amigable y util

Fig. 13. Árbol de utilidad

### 6. Lluvia de ideas y priorización de escenarios de las partes interesadas

Los escenarios de interacción del usuario son los que se presentan a continuación, los mismos que han sido priorizados entre las partes interesadas en el proyecto.

Estos escenarios han sido sintetizados en el siguiente diagrama de casos de uso.

### Diagrama de casos de uso

En este diagrama de la Fig. 14 se evidencian los escenarios de interacción de los usuarios con la aplicación.

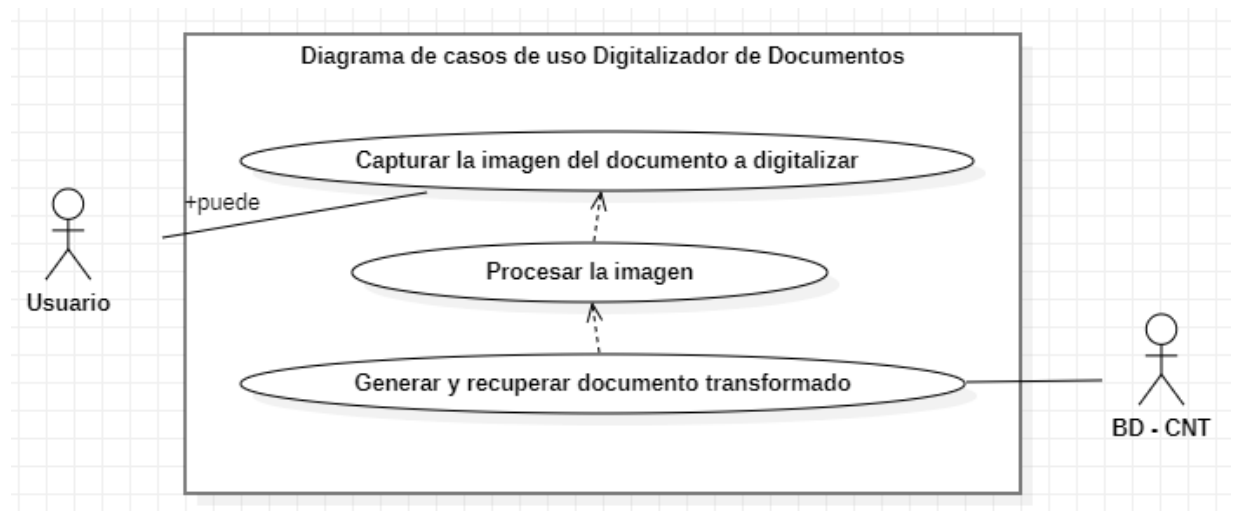


Fig. 14. Diagrama de casos de uso

### 7. Presentar los resultados de las partes interesadas

Conforme a lo analizado con lo referente a los diagramas y modelos elaborados, a la arquitectura elegida, al árbol de decisión, de los requerimientos de calidad y los escenarios priorizados se llegó a la conclusión de que los elementos antes mencionados son acordes y válidos para el objetivo principal al que está destinado el proyecto que es el de construir una aplicación móvil para la digitalización de documentos de tipo formulario.

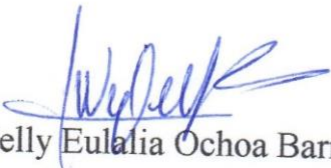
**Anexo 5. Certificado de traducción al inglés**

**CERTIFICADO DE TRADUCCIÓN**

Loja, 05 de mayo de 2023

Yo, Lic. Nelly Eulalia Ochoa Barnuevo, portadora de la cedula de ciudadanía Nro. 1102537386, Docente de inglés, certifico que la traducción al inglés del resumen del trabajo de titulación sobre: **“Análisis y diseño de la arquitectura de una aplicación móvil utilizando la técnica de realidad aumentada para la digitalización de documentos de tipo formulario”** perteneciente a la **Ing. Dunnia Paola Morocho Arévalo**, con CI: 1104805591 corresponde al texto original en español.

**Atentamente,**



Lic. Nelly Eulalia Ochoa Barnuevo

**Licenciada en Ciencias de la Educación Especialidad Inglés**

**Número de Registro: 1031-08-726778**