



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES**

TITULO DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

**IMPLEMENTACIÓN DE ALGORITMOS DE INTELIGENCIA
ARTIFICIAL PARA LA MEJORA AUTOMÁTICA DE IMÁGENES Y
LA GENERACIÓN DE DESCRIPCIONES EN UN CATÁLOGO
DIGITAL WEB DE ARTESANÍAS DE PAJA TOQUILLA**

AUTOR

GONZABAY TOMALÁ, NATALY MICHELLE

PROYECTO DE UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

**Previo a la obtención del grado académico en
INGENIERO EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN**

TUTOR

ING. JARAMILLO INFANTE, MÓNICA KARINA MGT.

Santa Elena, Ecuador

Año 2026



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES**

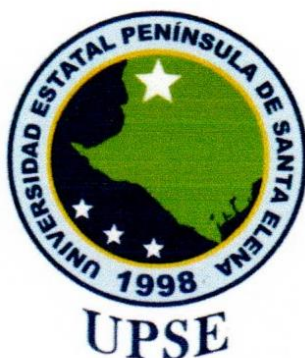
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Ing. José Sánchez Aquino, Msc.
DIRECTOR DE LA CARRERA

Ing. Mónica Jaramilla Infante, Mgt.
TUTOR

Lsi. Daniel Quirumbay Yagual, Msia.
DOCENTE ESPECIALISTA

Ing. Marjorie Coronel Suárez, Msc.
DOCENTE GUÍA UIC



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES**

CERTIFICACIÓN

Certifico que luego de haber dirigido científica y técnicamente el desarrollo y estructura final del trabajo, este cumple y se ajusta a los estándares académicos, razón por el cual apruebo en todas sus partes el presente trabajo de titulación que fue realizado en su totalidad por **GONZABAY TOMALÁ NATALY MICHELLE**, como requerimiento para la obtención del título de Ingeniero en Tecnologías de la Información.

La Libertad, a los 16 días del mes de Julio del año 2026

TUTOR

Ing. Mónica Saramillo Infante, Mgt.



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

Yo, **Gonzabay Tomalá Nataly Michelle**

DECLARO QUE:

El trabajo de Titulación, **Implementación de Algoritmos de Inteligencia Artificial para la mejora automática de imágenes y la generación de descripciones en un catálogo digital web de artesanías de paja toquilla.** previo a la obtención del título en Ingeniero en Tecnologías de la Información, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

La Libertad, a los 16 días del mes de Julio del año 2026

EL AUTOR

Nataly Michelle Gonzabay Tomalá



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES**

AUTORIZACIÓN

Yo, Gonzabay Tomalá Nataly Michelle

Autorizo a la Universidad Estatal Península de Santa Elena, para que haga de este trabajo de titulación o parte de él, un documento disponible para su lectura consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los derechos en línea patrimoniales del presente trabajo de titulación con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Santa Elena, a los 16 días del mes de Julio del año 2026

EL AUTOR

Nataly Michelle Gonzabay Tomalá

AGRADECIMIENTO

Agradezco a **Dios** por ser la guía constante en cada etapa de este proceso, por darme la fortaleza necesaria en los momentos difíciles y por permitirme culminar esta etapa con salud, dedicación y determinación.

A mis **padres y hermanos**, por su apoyo incondicional a lo largo de toda mi formación académica. Cada sacrificio que hicieron y la confianza que siempre depositaron en mí fueron el motor que me impulsó a seguir adelante sin rendirme.

A mi **familia** y a ese pequeño pero valioso círculo de **amigos** que estuvo presente de cerca o de lejos, gracias por la compañía, por escucharme y por recordarme que no estaba sola en este proceso.

A la **Universidad Estatal Península de Santa Elena**, por ser la institución que formó en mí no solo conocimientos técnicos, sino también valores y compromiso con la sociedad.

A mi tutora **Ing. Mónica Jaramillo, Mgt.**, por su orientación, paciencia y dedicación durante el desarrollo de este proyecto. Su guía y acompañamiento fueron fundamentales para culminar este trabajo con éxito.

Nataly Michelle, Gonzabay Tomalá

DEDICATORIA

A **Dios**, porque desde el primer día hasta este momento, su presencia fue la única constante que nunca me abandonó. En los momentos en que dudé, Él fue la voz que me recordó que podía seguir. Esta meta no es solo mía, es el reflejo de su gracia en mi vida.

A mis padres, **Javier Gonzabay** y **Doris Tomalá**, por ser el pilar más firme de mi vida. Todo lo que soy tiene raíces en ustedes, es su esfuerzo silencioso y cada sacrificio que hicieron sin pedirme nada a cambio. A mis hermanos, **Dave Gonzabay** y **Eder Gonzabay**, por compartir conmigo esta vida y por ser parte de quien soy hoy. Espero que este logro pueda ser también una inspiración para ustedes.

Y a **mí** misma, por no soltar cuando todo pesaba, por levantarme cada vez que la duda quiso ganar y por elegir seguir cuando habría sido más fácil rendirse. Este título es la prueba de que fui más fuerte que mis miedos, y que cada esfuerzo por pequeño que parezca, siempre deja huella.

Nataly Michelle, Gonzabay Tomalá

ÍNDICE GENERAL

TITULO DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	I
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	II
CERTIFICACIÓN	III
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD	IV
DECLARO QUE:	IV
AUTORIZACIÓN	V
AGRADECIMIENTO	VI
DEDICATORIA	VII
ÍNDICE GENERAL	VIII
ÍNDICE DE TABLAS	XII
RESUMEN	XV
ABSTRACT	XVI
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO 1. FUNDAMENTACIÓN	2
1.1 Antecedentes	2
1.2 Descripción del Proyecto	4
1.3 Objetivos del Proyecto	9
1.4 Justificación	9
1.5 Alcance del Proyecto	11
1.6 Metodología del Proyecto	13
1.6.1 Metodología de Investigación	13
1.6.2 Diseño y alcance de la Investigación	14
1.6.3 Tipo y Métodos de Investigación	15
1.6.4 Población y Muestra	15
1.6.5 Técnicas de Recolección de Información	16

1.6.6 Variables	19
1.6.7 Idea a Defender	19
1.6.8 Análisis de recolección de datos	20
1.6.9 Beneficiarios del Proyecto	22
1.7 Metodología de Desarrollo	22
Incremento 1: Módulo de Base de Datos y Gestión de productos	23
Incremento 2: Módulo de Gestión de Usuarios y Autenticación	23
Incremento 3: Módulo de Optimización de imágenes	23
Incremento 4: Módulo de Generación automática de descripciones	24
Incremento 5: Módulo de Pruebas y validación final	24
CAPITULO 2. PROPUESTA	26
2.1 Marco Contextual	26
2.1.1 Base legal	27
2.2 Marco Conceptual	30
2.2.1 Actividad Artesanal	30
2.2.2 Patrimonio Cultural	30
2.2.3 Promoción de Productos	30
2.2.4 Comercio Digital	30
2.2.5 Transformación Digital	31
2.2.6 Adopción Tecnológica	31
2.2.7 Sistemas de Información	31
2.2.8 Aplicaciones Web	32
2.2.9 Catálogo Digital Web	32
2.2.10 Desarrollo Web	32
2.2.11 Lenguajes de Programación	33
2.2.12 Framework Web	33

2.2.13 Visual Studio Code (VS Code)	33
2.2.14 Base de Datos	34
2.2.15 MySQL + SQLAlchemy	34
2.2.16 Inteligencia Artificial	34
2.2.17 Algoritmos	35
2.2.18 Algoritmos de Inteligencia Artificial	35
2.2.19 Procesamiento de Lenguaje Natural	35
2.2.20 Generación Automática de Descripciones	36
2.2.21 Optimización de Imágenes	36
2.2.22 Calidad Visual de Imágenes	37
2.2.23 CLAHE	37
2.2.24 Segmentación de Imágenes (U ² -Net)	38
2.2.25 Integración de Técnicas de Procesamiento de Imágenes	39
2.3 Marco Teórico	40
2.3.1 Teoría de la Difusión de Innovación	40
2.3.2 Fundamentos de la Inteligencia Artificial Generativa	40
2.3.3 Teoría del Capital Tecnológico y la Brecha Digital	41
2.3.4 Estrategias de Marketing Digital Aplicadas a la Promoción Artesanal	41
2.3.5 Consideraciones Éticas en la Inteligencia Artificial generativa	42
2.4 Requerimientos	43
2.4.1 Requerimientos Funcionales	43
2.4.2 Requerimientos No Funcionales	45
2.5 Componentes de la Propuesta	47
2.5.1 Arquitectura del sistema	47
2.5.2 Diagramas de casos de uso	48
2.6 Modelado de datos	63

2.7 Diseño de Interfaces	64
2.8 Pruebas	79
2.9 RESULTADOS	93
CONCLUSIONES	95
RECOMENDACIONES	97
BIBLIOGRAFÍA	99
ANEXOS	108

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Indicadores técnicos de evaluación del sistema	18
Tabla 2: Base legal	28
Tabla 3:Requerimientos Funcionales	45
Tabla 4: Requerimientos No Funcionales	46
Tabla 5: Casos de uso. Registro de Usuario (controlado)	49
Tabla 6: Casos de uso. Autenticación de usuario.	51
Tabla 7: Casos de uso. Gestión de productos	52
Tabla 8: Casos de uso. Procesamiento Automático de Imágenes	52
Tabla 9: Casos de uso. Generación Automática de Descripciones	54
Tabla 10: Casos de uso. Visualización del Catálogo	55
Tabla 11: Casos de uso. Edición Productos	56
Tabla 12: Casos de uso. Eliminación de Productos	57
Tabla 13: Casos de uso. Control de Acceso por Propiedad	58
Tabla 14: Casos de uso. Gestión de Usuarios	59
Tabla 15: Casos de Uso. Recuperación de Contraseña	60
Tabla 16: Casos de Usos: Compartir Producto	61
Tabla 17: Casos de Usos: Registro de Venta Manual	62
Tabla 18: Casos de Usos: Consultas y Reportes de Ventas y Estadísticas	63
Tabla 19: Prueba N°1 – Autenticación de usuarios	79
Tabla 20: Prueba N°02 – Registro de producto con procesamiento automático	79
Tabla 21: Prueba N°03 – Control de acceso por propiedad del producto	80
Tabla 22: Prueba N°04 – Recuperación de contraseña mediante correo	82
Tabla 23: Prueba N°05 – Edición manual de descripción sin regeneración por IA	82
Tabla 24: Prueba N°06 – Registro de venta y actualización de inventario	83
Tabla 25: Prueba N°07 - Reportes y estadísticas en el panel de administración	84
Tabla 26: Prueba N°08 – Filtro de reportes por artesana	84
Tabla 27: Prueba N°09 – Procesamiento automático de imágenes	85
Tabla 28: Métricas SSIM y PSNR local por producto	89
Tabla 29: Prueba N°10 – Generación automática de descripciones con IA	91
Tabla 30: Prueba N°11 – Usabilidad del sistema	92
Tabla 31: Prueba N°12 – Compartir producto en redes sociales	93

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Esquema base de datos, flujo de información [73]	34
Figura 2: Arquitectura del modelo Show and Tell para generación de descripciones	36
Figura 3: Comparativa de procesamiento mediante CLAHE y distribución de histogramas [89].	38
Figura 4: Arquitectura jerárquica del modelo y bloques RSU [91].	39
Figura 5: Arquitectura del sistema	47
Figura 6: Diagrama General del Sistema: Elaboración Propia	48
Figura 7: Diagrama de Registro de Usuario	49
Figura 8: Diagrama de Autenticación de Usuario	50
Figura 9: Diagrama de Gestión de Productos	51
Figura 10: Diagrama de Procesamiento Automático de Imágenes	52
Figura 11: Diagrama de Generación Automática de Descripciones	53
Figura 12: Diagrama de Visualización del Catálogo	54
Figura 13: Diagrama de Edición Productos	55
Figura 14: Diagrama de Eliminación de Productos	56
Figura 15: Diagrama de Control de Acceso por Propiedad	57
Figura 16: Diagrama de Gestión de Usuarios	58
Figura 17: Diagrama de Recuperación de Contraseña	59
Figura 18: Diagrama de Compartir Producto	60
Figura 19: Diagrama de Registro de Venta Manual	61
Figura 20: Diagrama de Consulta de reportes y Estadísticas	62
Figura 21: Modelo de datos	63
Figura 22: Interfaz – Página Principal	65
Figura 23: Interfaz pública – Catálogo de Productos	65
Figura 24: Interfaz pública – Detalle de producto	66
Figura 25: Previsualización de producto al compartir en Facebook mediante metadatos Open Graph	66
Figura 26: Previsualización del producto al compartir mediante WhatsApp	67
Figura 27: Interfaz pública – Catálogo por categorías	67
Figura 28: Interfaz de autenticación – Inicio de sesión	68
Figura 29: Interfaz de autenticación – Recuperación de Contraseña	68

Figura 30: Correo de restablecimiento de contraseña recibido por la usuaria	69
Figura 31: Interfaz de la Artesana – Panel principal	70
Figura 32: Interfaz de la Artesana – Mis Productos	71
Figura 33: Interfaz de la Artesana – Registro de producto	71
Figura 34: Interfaz de la Artesana – Edición de Producto	72
Figura 35: Interfaz de la Artesana – Edición de Descripción	73
Figura 36: Interfaz de la Artesana – Perfil personal	73
Figura 37: Interfaz administrador – Panel de Administración	75
Figura 38: Interfaz Administrador – Gráfica de Barras Comparativa Ventas y Visitas	76
Figura 39: Interfaz Administrador – Módulo de Reportes de Ventas	76
Figura 40: Interfaz Administrador – Registro de Nueva Artesana	77
Figura 41: Interfaz Administrador – Cambio de Contraseña Artesana	78
Figura 42: Interfaces del Administrador – Gestión de Productos	78
Figura 43: Imagen Original del producto 1 antes del procesamiento.	87
Figura 44: Imagen procesada del producto 1.	87
Figura 45: Imagen Original del producto 2 antes del procesamiento.	87
Figura 46: Imagen procesada del producto 2.	87
Figura 47: Imagen Original del producto 3 antes del procesamiento.	88
Figura 48: Imagen Original del producto 3 antes del procesamiento.	88

RESUMEN

La promoción digital de artesanías elaboradas a mano representa un desafío para comunidades rurales que carecen de herramientas tecnológicas accesibles. Frente a esa realidad, este trabajo desarrolló un catálogo digital web con inteligencia artificial pensado específicamente para la Asociación de Artesanas de Paja Toquilla de la Comuna Loma Alta, en Santa Elena, Ecuador, buscando estandarizar y mejorar la forma en que sus productos se presentan en línea. El sistema cuenta con gestión de productos separada por roles de artesanas y administrador, un pipeline de optimización de imágenes que combina U²-Net, CLAHE y Unsharp Masking, y el modelo Gemini 2.5 Flash encargado de generar automáticamente las descripciones comerciales de cada producto. Para validar el sistema se usaron métricas de calidad de imagen, evaluaciones hechas por las artesanas y pruebas de usabilidad. Los resultados mostraron que los diez productos evaluados superaron un SSIM de 0.8, y las descripciones generadas obtuvieron calificaciones promedio de entre 4.83 y 5.0 sobre 5. El sistema puede usarlo de forma autónoma cualquier usuaria con conocimientos digitales básicos, lo que lo convierte en una solución práctica y culturalmente adecuada para fortalecer la presencia digital de la asociación.

Palabras claves: catálogo digital web, inteligencia artificial, artesanías de paja toquilla.

ABSTRACT

Digitally promoting handmade crafts poses a challenge for rural communities lacking access to affordable technology. To address this, this project developed an AI-powered web-based digital catalog specifically for the “Toquilla Straw Artisans Association” in the Loma Alta community of Santa Elena, Ecuador, aiming to standardize and enhance the online presentation of their products. The system features role-based product management (for artisans and administrators), an image optimization pipeline combining U²-Net, CLAHE, and Unsharp Masking, and the Gemini 2.5 Flash model to automatically generate commercial product descriptions. System validation involved image quality metrics, artisan evaluations, and usability testing. Results showed that all ten evaluated products exceeded an SSIM score of 0.8, and the generated descriptions achieved average ratings ranging from 4.83 to 5.0 out of 5. The system can be operated independently by users with basic digital skills, making it a practical and culturally appropriate solution for strengthening the association's digital presence.

Keywords: digital web catalog, artificial intelligence, toquilla Straw crafts.

INTRODUCCIÓN

En la parroquia Colonche, provincia de Santa Elena, Ecuador, se encuentra la comuna Loma Alta, un lugar donde el tejido de paja toquilla ha pasado de generación en generación y sigue siendo parte central de la vida de muchas familias. La asociación fue fundada el 10 de mayo de 2023 y la integran veinte mujeres que elaboran sombreros, carteras, joyeros y adornos usando técnicas que han pasado de generación en generación productos que reflejan tanto la identidad cultural de la comunidad como una fuente de ingresos para sus familias. Cada pieza que producen lleva tiempo, habilidad y un conocimiento que no se aprende en ningún curso y eso no siempre queda reflejado cuando el producto se publica a una red social con una foto tomada de manera improvisada.

Sin embargo, el verdadero valor de estas artesanías no siempre se refleja en la manera en que llegan al público. Las publicaciones se hacen casi siempre por grupos de WhatsApp o de forma informal en redes sociales, sin una plataforma que las organice ni herramientas que ayuden a mejorar la calidad visual de las fotos o a escribir descripciones que realmente atraigan al cliente. El resultado es menos ventas y muy poca posibilidad de salir del círculo local de compradores.

Este trabajo responde a esa situación con el desarrollo de un catálogo digital que automatiza dos procesos que representan las principales dificultades para las artesanas: mejorar la imagen del producto y redactar una descripción llamativa para que el público pueda comprarlo. El sistema busca que cualquier artesana puede subir una foto tomada desde su celular y el sistema se encarga de quitar el fondo, mejorar la calidad visual y generar un texto descriptivo, todo en cuestión de minutos y sin que ella necesite saber nada de edición ni de redacción comercial.

El trabajo se divide en dos capítulos principales. En el primero se desarrolla el contexto del problema, juntos con los objetivos, la justificación y la metodología que guio la investigación. El segundo explica cómo se diseñó y se construyó el sistema, que va desde el modelo de datos y las interfaces hasta las pruebas que se realizaron y los resultados que se obtuvieron. Cierra con las conclusiones, algunas recomendaciones pensadas para versiones futuras, y los anexos donde estan los instrumentos que se usaron durante todo el proceso de validación.

CAPITULO 1. FUNDAMENTACIÓN

1.1 Antecedentes

Actualmente, la promoción de artesanías enfrenta varios desafíos críticos debido a las barreras tecnológicas que limitan el alcance de los productos tanto en mercados nacionales como internacionales [1]. Aunque los catálogos en línea se han convertido en herramientas estratégicas para integrar imágenes, descripciones y funciones interactivas, muchas comunidades artesanales no cuentan con los recursos tecnológicos ni los conocimientos especializados que les permitan optimizar la presentación de sus productos [2] [3].

No contar con equipos adecuados ni conexión estable reduce su visibilidad comercial y dificulta su posicionamiento a plataformas digitales competitivas [4]. Distintas investigaciones han señalado que aplicar inteligencia artificial (IA) al procesamiento de imágenes y generación de descripciones puede marcar una diferencia concreta en la capacidad de estos grupos para posicionarse digitalmente [5].

Dentro del sector artesanal ecuatoriano, esta actividad es una parte fundamental del patrimonio cultural y productivo del país, también representa una fuente importante de ingresos para comunidades rurales [6]. La digitalización de las artesanías no solo permite ampliar mercados, si no también preservar y difundir el valor simbólico y cultural asociado a estos productos [7]. En Ecuador, las iniciativas implementadas se han orientado principalmente a la creación de portales informativos, catálogos estáticos o estrategias básicas de publicidad en el internet, sin integrar soluciones digitales que automaticen la mejora visual o textual del contenido [8]. Esa brecha entre lo que se promueve digitalmente a nivel institucional y lo que las comunidades artesanales pueden hacer en la práctica es lo que le da sentido a este proyecto.

En Santa Elena, la Asociación de Artesanas de Paja Toquilla de la comunidad de Loma Alta es un grupo de mujeres tejedoras que llevan años cuidando una tradición ancestral transmitida de generación en generación. La asociación tiene una buena organización interna y ha participado en programas de desarrollo local, pero su forma de promocionarse siendo manual mediante redes sociales y publicaciones

manuales, sin nada que garantice que las imágenes se vean bien o que los textos tengan coherencia al publicarse. Eso deja claro que existe la necesidad de una herramienta que combine mejora automática de imágenes y generación inteligente de descripciones, pensada para su contexto real (Ver anexo 1).

Uno de los problemas más concretos es la falta de recursos tecnológicos: no tienen dispositivos para tomar fotos de calidad, ni herramientas de edición, ni siempre una conexión a internet estable [9]. Sin eso, producir material promocional que se vea profesional y esté actualizado es casi imposible, y eso afecta directamente cómo percibe el cliente la calidad del producto en línea. El resultado es menos ventas y menos crecimiento económico para la comunidad artesanal [10].

A eso se le suma que, sin una estrategia de difusión digital estructurada, los productos simplemente no lleguen a nuevas audiencias ni a mercados emergentes [8]. Publicar en redes sociales, en portales de venta o en catálogos interactivos requiere planificación y coherencia en la presentación del contenido. Cuando estos elementos no se gestionan de manera adecuada, la proyección en el internet resulta dispersa y poco atractiva, generando desventajas competitivas frente a productores que utilizan herramientas tecnológicas más avanzadas [11].

Entre los trabajos académicos revisados, el estudio titulado "Diseño de un catálogo on-line para la promoción y venta de productos elaborados por los artesanos del cantón Playas" aborda el desarrollo de una plataforma web diseñada para promocionar las artesanías locales mediante un catálogo web con fotografías y descripciones estáticas proporcionadas manualmente por los artesanos, buscando ampliar la visibilidad y el alcance de los productos [1]. Si bien este trabajo constituye un aporte relevante para la transformación tecnológica del sector. Sin embargo, su enfoque se limita a la estructuración de contenidos estáticos, sin incorporar mecanismos automatizados que optimicen la imagen y texto del material publicado.

De manera similar, el artículo "Documentación cultural como estrategia de promoción de artesanías del estado de Veracruz" expone como la digitalización y documentación cultural como estrategia para preservar la identidad artesanal y

ganar presencia en espacios digitales [11]. Este trabajo construyó un archivo cultural que recopila narrativas, técnicas y tradiciones, reconociendo que la memoria cultural y la autenticidad como estrategia de promoción. Lo que no hace es incorporar inteligencia artificial para automatizar el contenido visual o textual dentro de un sistema interactivo.

El estudio "Research on Handicraft Design Based on Artificial Intelligence Technology in Complex Environments" va por otro objetivo: propone un modelo que usa inteligencia artificial para clasificar y diseñar artesanías a través del método ICAACD, mejorando como identifican estilos y haciéndolo de forma más eficiente para el mercado artesanal [3]. Aunque este trabajo proporciona una base sólida en aplicación de IA para el diseño y clasificación en artesanías a nivel mundial, no aborda la implementación de catálogos web ni la generación automatizada de contenido publicitario.

Si bien existen estudios relacionados con digitalización y uso de inteligencia artificial en artesanías todavía hay limitaciones importantes en la venta online de productos elaborados de paja toquilla [12]. Diversas investigaciones señalan que la transformación digital en pequeñas comunidades productivas requiere la integración de soluciones tecnológicas inteligentes que automaticen procesos y mejoren la calidad del contenido publicado en canales virtuales [13]. No obstante, los trabajos revisados se enfocan en catálogos estáticos, documentación cultural o clasificación mediante IA, sin proponer un sistema integral que combine la optimización visual y la generación dinámica de descripciones. Esa ausencia en los trabajos revisados es lo que justifica la pertinencia de este proyecto, cuyo propósito es integrar algoritmos de inteligencia artificial para fortalecer la visibilidad comercial y la evolución tecnológica social.

1.2 Descripción del Proyecto

El presente proyecto implementa un catálogo digital web orientado a la publicidad de artesanías de paja toquilla elaboradas por mujeres de la comunidad de Loma Alta - provincia de Santa Elena. El sistema permite que las artesanas registradas accedan mediante credenciales para registrar, editar y administrar sus propios productos,

mientras que el público en general tiene acceso solo a la visualización del catálogo fortaleciendo la presencia digital de la producción artesanal local.

El sistema usa tecnologías de código abierto (Open Source) para estandarizar y optimizar la presentación digital de los productos. Para ello, se incluyen algoritmos de mejora automática de imágenes que corrigen aspectos de contraste e iluminación y eliminan fondos no deseados. También se incorpora un modelo de inteligencia artificial en lenguaje natural destinada a la generación de descripciones claras y coherentes de los productos. Gracias a este proceso de estandarización, tanto los contenidos visuales y textuales generados puedan adaptarse a formatos digitales comunes utilizados en catálogos web y medios de difusión online.

El catálogo, además, ofrece herramientas que ayudan la propagación en línea de las artesanías, opciones para compartir en redes sociales y un acceso directo de WhatsApp para que el cliente contacte a la artesana. Estas funcionalidades se apoyan en la estandarización previa de los contenidos visuales y textuales, lo que permite que los productos mantengan coherencia en su presentación al ser compartidos en distintos entornos web o utilizados como material base para publicaciones en el internet según diferentes contextos de difusión digital. De esta manera, el sistema adapta los contenidos mejorando la visibilidad de las artesanías de paja toquilla sin requerir conocimientos técnicos avanzados por parte de las artesanas.

Módulos del Proyecto

El sistema está estructurado en módulos funcionales, los cuales facilitan tanto la gestión de la información como la integración de algoritmos de inteligencia artificial:

1. Módulo de Base de Datos y Gestión de Productos

Este módulo es el núcleo del sistema porque se define y se administra toda la información que necesita el catálogo para funcionar. Se diseñó un modelo entidad-relación con doce tablas que incluyen productos, categorías, usuarios, imágenes, descripciones, ventas, visitas, likes y comentarios, entre otras., permitiendo una correcta organización y vinculación de los datos. La base de datos implementada en MySQL y SQLAlchemy actúa como ORM para simplificar las operaciones

CRUD (crear, leer, actualizar, eliminar) de productos. Esto permite que el catálogo responda de manera dinámica y garantice la integridad y consistencia de los datos almacenados.

- ✓ Diseño del modelo entidad – relación.
- ✓ Creación de la base de datos en MySQL con tablas relacionadas.
- ✓ Implementación de operaciones CRUD con Flask y SQLAlchemy.
- ✓ Organización del catálogo en categorías predefinidas (sombreros, carteras, joyeros).

2. Módulo de gestión de usuarios y Autenticación

Este módulo administra el acceso al sistema mediante procesos de autenticación de usuarios. Cada perfil tiene permisos bien definidos: las artesanas pueden gestionar completamente sus propios productos, mientras que el administrador tiene control total sobre el sistema. El público general solo puede ver el catálogo, sin necesidad de registrarse. El registro de nuevas artesanas lo hace exclusivamente por el administrador, de esta forma se garantiza que solo las artesanas que pertenecen a la asociación puedan acceder al sistema.

Su implementación garantiza que cada usuaria administre sus propios productos de forma segura y que la información del catálogo permanezca protegida.

- ✓ Autenticación segura con hashing de contraseñas (PBKDF2-SHA256).
- ✓ Asignación de roles diferenciados: artesanas y administrador(a).
- ✓ Registro de usuarias gestionado exclusivamente por el administrador(a).
- ✓ Recuperación de contraseña vía correo electrónico con token temporal.
- ✓ Edición de perfil y cambio de contraseña desde el panel personal.
- ✓ Control de accesos y sesiones seguras.

3. Módulo de optimización de imágenes

Este módulo tiene como finalidad mejorar la calidad visual de las fotografías de las artesanías antes de su publicación en el catálogo digital web. Para ello, se integran algoritmos de procesamiento digital de imágenes implementados mediante OpenCV, Pillow y rembg, que permiten corregir deficiencias comunes en las fotografías tomadas en entornos no controlados.

El proceso sigue un flujo estructurado: la imagen pasa primero por la eliminación de fondo mediante U²-Net a través de rembg, que aísla la artesanía del entorno con alta precisión. Luego Pillow realiza el recorte proporcional y la estandarización del encuadre. A continuación, CLAHE (Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization) corrige el contraste e iluminación de forma adaptativa según las características cromáticas del producto: en artesanías con colores vivos aplica un realce de saturación para preservar los tonos originales, mientras que en productos de paja natural aplica una corrección de calidez que resalta su tono crema característico. Finalmente, Unsharp Masking refuerza la nitidez y textura del objeto antes de su composición sobre fondo blanco y almacenamiento.

El proceso de imágenes sigue un flujo estructurado (pipeline): imagen original → eliminación de fondo (U²-Net) → recorte y estandarización (Pillow) → mejora de contraste e iluminación (CLAHE) → nitidez (Unsharp Masking) → almacenamiento en la base de datos.

- ✓ Eliminación de fondos con rembg (U²-Net).
- ✓ Recorte proporcional y estandarización del encuadre (Pillow).
- ✓ Mejora adaptativa de contraste e iluminación mediante CLAHE (OpenCV).
- ✓ Realce de nitidez y texturas (Unsharp Masking).

4. Módulo de generación de descripciones

Este módulo permite automatizar la creación de textos promocionales utilizando inteligencia artificial enfocada en lenguaje natural: a partir de la imagen del producto y de los datos que ingresa la artesana, el modelo genera descripciones breves, coherentes y estandarizadas que mejoran la presentación del catálogo.

La generación automática de descripciones se realiza mediante el modelo elegido Gemini -2.5 Flash de Google, por su capacidad Multimodal y eficiencia en la generación de texto a partir de datos estructurados como de información visual. Usando prompts diseñados específicamente para el contexto artesanal, el modelo arma descripciones que incluyen características, usos y atributos relevantes de cada producto, manteniendo siempre un lenguaje claro, atractivo y adecuado culturalmente.

Este enfoque reduce la dependencia de intervención manual, ahorra el tiempo de gestión del catálogo y asegura que las descripciones mantengan un estilo uniforme, facilitando su reutilización en distintos formatos de difusión digital. No obstante, el sistema permite que la artesana pueda editar manualmente la descripción generada, con el fin de ajustar detalles específicos o complementar la información según su criterio, garantizando así mayor precisión y control sobre el contenido.

El modelo seleccionado presenta capacidades multimodales, lo que permite procesar tanto información textual como visual, facilitando la generación de descripciones a partir de imágenes de los productos y mejorando la precisión del contenido generado.

- ✓ Integración de la API de Google Gemini 2.5 Flash.
- ✓ Definición de prompts estructurados para obtener descripciones claras y uniformes.
- ✓ Generación automática de características, usos y detalles del producto.
- ✓ Posibilidad de edición manual de la descripción por parte de la artesana.
- ✓ Almacenamiento de descripciones junto a cada producto en la base de datos.

5. Módulo de pruebas y validación

Para saber si el sistema cumple con su propósito, este módulo evalúa cómo funciona el sistema en general y que tan efectivos resultan los algoritmos implementados. Se realizan pruebas funcionales para confirmar que la gestión de productos y usuarios funciona correctamente, además de pruebas técnicas enfocadas a medir la mejora visual lograda con CLAHE y la segmentación con U²-Net. Se evalúa también que tan coherentes y pertinentes son las descripciones generadas automáticamente, comparando resultados antes y después de integrar el modelo de lenguaje. Este proceso de validación permite ver el impacto real que tiene la automatización sobre la calidad del catálogo y verificar que se cumplieron los objetivos planteados en la investigación.

- ✓ Pruebas funcionales del sistema.
- ✓ Evaluación comparativa antes y después del procesamiento automático.
- ✓ Validación de coherencia y calidad textual.
- ✓ Ajustes y optimización final del sistema.

1.3 Objetivos del Proyecto

1.3.1 Objetivo general

- ✓ Desarrollar un sistema de catálogo digital web que integre algoritmos de inteligencia artificial para la mejora automática de imágenes y la generación de descripciones, con el fin de estandarizar y fortalecer la promoción en línea de las artesanías de paja toquilla.

1.3.2 Objetivos Específicos

- ✓ Diseñar un módulo de gestión de productos con operaciones CRUD y organización en categorías predefinidas.
- ✓ Implementar un módulo de mejora automática de imágenes mediante algoritmos de mejoramiento visual.
- ✓ Integrar un modelo de inteligencia artificial para la generación automática de descripciones de los productos artesanales.
- ✓ Validar la efectividad de los algoritmos de inteligencia artificial integrados en el catálogo digital, evaluando su desempeño en el procesamiento de imágenes y en la generación de descripciones.

1.4 Justificación

Digitalizar las artesanías representa una gran oportunidad estratégica para fortalecer la identidad cultural de la comunidad e impulsar así la economía local, permitiendo que productos tradicionales puedan acceder a mercados nacionales e internacionales [1]. Hoy en día, donde el comercio electrónico y las plataformas digitales marcan la pauta de cómo se compra y se vende, contar con herramientas tecnológicas pensadas específicamente para las necesidades de comunidades artesanales se vuelve fundamental si se quiere mejorar su competitividad y asegurar su sostenibilidad en el tiempo [2]. En este contexto, el presente proyecto aporta al desarrollo económico y cultural mediante la publicidad estructurada de las artesanías de paja toquilla, reconocida como parte del patrimonio cultural ecuatoriano [4].

El desarrollo del catálogo digital con integración de inteligencia artificial beneficia directamente a la comunidad de Loma Alta al facilitar la promoción organizada de

sus productos y fortalecer su participación en los mercados en línea [14]. Esta propuesta ayuda a preservar el patrimonio cultural, abre oportunidades de generar ingresos y respalda el crecimiento económico de la zona, tomando en cuenta que son las mujeres quienes lideran la producción artesanal en la comunidad [15]. A la vez, contribuye a reducir las brechas tecnológicas, dándole a un sector que históricamente ha tenido poco acceso a herramientas digitales de forma accesible de sumarse a ellas [16].

Tener un catálogo digital web da a los productos artesanales una presencia en línea más sólida y organizada, permitiendo que las artesanas puedan llegar a más clientes sin depender exclusivamente de intermediarios para comercializar lo que producen [17]. Los algoritmos que mejoran automáticamente las imágenes elevan la calidad visual de las fotos, haciéndolas más atractivas y cambiando la manera en que los clientes perciben los productos; algo que impacta directamente en lo profesional que se va cada artesanía en internet.

A esto se suma que el sistema genera automáticamente descripciones estandarizadas, lo que garantiza que cada producto cuente con información clara y bien organizada sin que la artesana tenga la necesidad que la artesana tenga que escribirla desde cero. Esto último reduce la dependencia de conocimientos técnicos avanzados y simplifica bastante la forma en que se administra el catálogo.

Al automatizar tanto el contenido visual como el textual, todo el proceso de publicidad y gestión de productos se vuelve más eficiente, dejando que las artesanas concentren su tiempo en lo que mejor saben hacer: producir y vender sus artesanías [18].

El proyecto también promueve por la inclusión digital, ofreciendo una plataforma fácil de usar que reduce las barreras tecnológicas y va fortaleciendo las habilidades digitales de la comunidad poco a poco. Con acceso a teste tipo de tecnologías innovadoras, las artesanas pueden seguir preservando y compartiendo su cultura mientras generan ingresos de forma sostenible [18]. En este sentido, esta iniciativa no solo impacta de manera positiva en la comunidad local, sino que también ayuda a posicionar los productos artesanales como una muestra representativa del patrimonio cultural ecuatoriano en espacios digitales [19].

Este proyecto se encuentra alineado al Plan Nacional de Desarrollo “Ecuador No Se Detiene” 2025-2029, como se detalla a continuación:

Eje: Económico, productivo y empleo

Objetivo 5.- Fortalecer la producción nacional y a inversión en sectores clave de la economía mediante innovación tecnológica y prácticas sostenibles [20].

Política 5.1.- Mejorar la competitividad del país mediante el fortalecimiento de las micro, pequeñas y medianas empresas, promoviendo procesos innovadores y sostenibles [20].

Eje: Ambiente, agua, energía y conectividad

Objetivo 7: Impulsar el desarrollo de infraestructuras sostenibles y de la conectividad física y digital que permitan el crecimiento económico del país [20].

Política 7.1: Promover el desarrollo digital mediante el acceso y uso de tecnologías en zona con limitada conectividad [20].

1.5 Alcance del Proyecto

El presente proyecto abarca el diseño, desarrollo e implementación de un sistema de catálogo digital web orientado a la promoción de artesanías de paja toquilla elaboradas por la asociación de artesanas de la comunidad de Loma Alta, provincia de Santa Elena. La solución tiene como propósito que el sector artesanal gane una presencia digital más fuerte, mediante el uso de herramientas tecnológicas que hagan as fácil mejorar la presentación de los productos, organizarlos correctamente y darlos a conocer en entornos digitales.

Por el lado técnico, el sistema se construyó sobre una arquitectura compuesta por una base de datos en MySQL, el backend desarrollado con el framework Flask y el SQLAlchemy como herramienta de mapeo objeto-relacional. Con esta estructura se puede gestionar de manera ordenada y eficiente toda la información del catálogo: productos, usuarios y contenido, asegurando que los datos se manejen con integridad, consistencia y seguridad, además de que el sistema tenga capacidad de crecer si en algún momento se necesita.

En lo que tiene que ver con las imágenes, el sistema aplica técnicas de procesamiento digital con el objetivo de mejorar la calidad visual de las fotografías de los productos artesanales. Se aplica CLAHE para corregir el contraste de las imágenes, y U²-Net para segmentar y eliminar de fondos. Usar estas técnicas permite que todos los productos queden visualmente estandarizados, lo que mejora directamente como se ven cuando se publican en el catálogo web.

En la parte de generación de contenido textual, se integró el modelo de lenguaje Gemini 2.5 Flash de Google, que genera automáticamente las descripciones de cada producto a partir de sus atributos. Eso hace que la información que se muestra en el catálogo sea más clara y coherente, y las artesanas no tengan que escribir los textos manualmente ni depender de conocimientos de redacción para administrar el catálogo.

Funcionalidades del sistema

El sistema desarrollado incluye las siguientes funcionalidades principales:

- ✓ **Gestión de productos:** Las artesanas registran productos nuevos, actualizan los existentes y eliminan los que ya no estén disponibles, incluyendo sus imágenes y toda la información descriptiva.
- ✓ **Administración de usuarios:** El acceso al sistema está controlado por autenticación segura, con una distinción clara entre el perfil de administrador y el de artesana. El público solo puede ver el catálogo, sin necesidad de registrarse.
- ✓ **Optimización de imágenes:** El sistema aplica automáticamente técnicas de mejora de contraste y eliminación de fondo cada vez que se sube una fotografía, para que todos los productos mantengan una presentación visual uniforme.
- ✓ **Generación de descripciones:** A través de inteligencia artificial, se genera el contenido textual de cada producto de forma automática, sin que la artesana tenga que redactarlo.
- ✓ **Visualización del catálogo:** Cualquier persona puede acceder al catálogo desde un navegador web, explorar los productos disponibles y ver su información detallada a través de una interfaz organizada y fácil de navegar.

Delimitación del Proyecto

El sistema está orientado principalmente a mejorar la promoción digital y presentación estructurada de los productos artesanales, con prioridad en su visibilidad dentro de entornos digitales. Las actividades de venta se llevan a cabo por contactos directos principalmente mensajería instantánea— sin que el sistema incluya funcionalidades como pagos en línea, gestión de envíos o integración con plataformas externas de ventas. Tampoco se desarrollaron aplicaciones móviles nativas ni conexiones con APIs externas para distribución comercial.

El alcance del proyecto se centra en la implementación y validación funcional de los módulos desarrollados, verificando que el sistema funcione correctamente y que las técnicas de inteligencia artificial queden bien integradas. Los estudios de mercado a grandes escalas y los análisis financieros relacionados con la comercialización de los productos artesanales quedan fuera del alcance de este proyecto.

El proyecto se delimita al desarrollo e implementación de un catálogo digital que combina procesamiento automático de imágenes y generación de descripciones, con el propósito de mejorar la presentación y visibilidad de las artesanías dentro del contexto específico de esta comunidad.

1.6 Metodología del Proyecto

1.6.1 Metodología de Investigación

El presente proyecto adopta un enfoque cuantitativo con apoyo cualitativo, debido a que se fundamenta en la recolección y análisis de datos numéricos obtenidos a partir de la evaluación del sistema desarrollado [21]. Este enfoque permite medir el desempeño de los algoritmos de inteligencia artificial utilizados en la mejora automática de imágenes y en la generación de descripciones de productos artesanales, utilizando métricas definidas que facilitan la comparación de resultados antes y después de su implementación.

A esto se incorporan técnicas cualitativas que ayudan a entender mejor el contexto real donde se desarrolla la investigación, tomando en cuenta como es el acceso a recursos tecnológicos dentro de la asociación y de qué manera las artesanas

gestionan actualmente la promoción de sus productos. Combinar ambos enfoques fortalece la investigación, porque no solo se mide qué tan bien funciona el sistema técnicamente, sino que también se justifica por qué tiene sentido implementarlo en ese entorno específico y no en otro.

Este trabajo se llevó a cabo en la comunidad de Loma Alta, en la provincia de Santa Elena, específicamente en la asociación de Artesanas de paja toquilla. Trabajar directamente en ese lugar permitió analizar cómo funciona el sistema en dentro de las condiciones reales que tiene esa comunidad, considerando las características propias de la comunidad y sin alterar la forma en que normalmente desarrollan su trabajo. De esta manera se obtiene una visión más completa y honesta de cómo funciona el sistema dentro de un escenario concreto.

1.6.2 Diseño y alcance de la Investigación

El diseño de la investigación es de tipo no experimental, ya que las variables de estudio no se manipulan intencionalmente, sino que se analizan tal como se presentan durante el uso real del sistema en la comunidad [21]. De esta forma, los algoritmos de inteligencia artificial utilizados, como el modelo de generación de lenguaje y las técnicas de procesamiento de imágenes, no son modificados en su estructura interna, sino que se evalúa su comportamiento y eficacia al ser aplicados sobre los datos reales de la comunidad. Este tipo de diseño permite observar cómo se comportan esas tecnologías cuando se aplican sobre datos reales, sin intervenir en su funcionamiento interno, lo que asegura que los resultados reflejen con fidelidad su utilidad práctica dentro del entorno artesanal [22].

El alcance de la investigación es de tipo descriptivo, ya que el objetivo es caracterizar cómo funciona el sistema propuesto, evaluando que tan efectivos son técnicamente sus módulos: la optimización de imágenes, la generación de descripciones y la gestión de productos [21]. Este enfoque permite obtener información clara y detallada sobre el desempeño del sistema en un entorno real, lo que facilita su validación y abre la posibilidad de que experiencias similares puedan replicarse en otros contextos similares.

1.6.3 Tipo y Métodos de Investigación

El proyecto corresponde a una investigación de tipo aplicada, ya que busca dar solución a una problemática real mediante el desarrollo de un sistema tecnológico orientado a mejorar la publicidad de las artesanías [23]. Con este tipo de investigación se generan conocimientos que tienen aplicación directa en la comunidad estudiada, contribuyendo para su desarrollo desde una solución tecnológica concreta.

Para analizar el desempeño del sistema se emplea el método analítico, que permite revisar cada módulo de manera individual antes de evaluar cómo funcionan en conjunto [24]. A través del análisis de los módulos de optimización de imágenes y generación de descripciones, se determina la efectividad de los algoritmos implementados mediante la comparación de métricas objetivas antes y después del procesamiento. En el caso de las imágenes, se establece como criterio el SSIM y el PSNR, ambos calculados sobre la región del objeto artesanal mediante métricas enmascaradas. Dado que el pipeline aplica filtros de mejora visual como CLAHE y realce de saturación, el umbral de PSNR se define en ≥ 20 dB, un rango que refleja una mejora visual real y controlada sin que la imagen se degrade. Para las descripciones se considera una calificación mínima de 4/5 en coherencia, evaluada mediante criterios definidos: precisión del contenido, calidad de la redacción y utilidad para la promoción del producto. Este método resulta apropiado para investigaciones de tipo tecnológico donde los procesos y resultados necesitan medirse de forma objetiva y comparable.

1.6.4 Población y Muestra

La población de estudio está conformada por dos grupos principales: en primer lugar, los productos elaborados por la asociación, que cuentan con 25 artesanías entre sombreros, carteras y joyeros. Segundo, las artesanas que usarán el sistema web, conformado por las 20 mujeres activas de la Asociación de Paja Toquilla de Loma Alta. Esta población representa el contexto real en el cual se implementa y evalúa el sistema propuesto.

Para la recolección de datos se aplica un muestreo no probabilístico de tipo intencional, el cual consiste en seleccionar de manera directa a los elementos que

cumplen con características específicas relevantes para la investigación [25]. En este caso, se selecciona una muestra de 10 artesanías (40 %) para evaluar el rendimiento de los algoritmos de inteligencia artificial. La elección de este tamaño de muestra se fundamenta en la necesidad de priorizar la diversidad de atributos visuales sobre la cantidad de elementos analizados, considerando que no se busca realizar deducciones de datos generalizables, sino evaluar el comportamiento técnico de los algoritmos en condiciones reales de aplicación.

En cuanto a la selección de las artesanías, se considera abarcar distintas categorías de productos: sombreros, carteras y joyeros, para asegurar diversidad en formas, texturas y características típicas de la paja toquilla. Este criterio de selección permite evaluar cómo responden los algoritmos de optimización de imágenes en diferentes condiciones visuales, logrando que los resultados obtenidos representen mejor la diversidad real de productos que elabora la asociación y no solo un tipo específico de artesanía.

Asimismo, se seleccionan 8 artesanías (40 %) para la realización de pruebas de usabilidad del catálogo web, con las cuales se miden datos numéricos como el tiempo requerido para completar tareas y la tasa de éxito en su ejecución. El tamaño de la muestra está respaldado por lo que se conoce en estudios de usabilidad, donde no hace falta evaluar a todos los usuarios para obtener resultados confiables. Jakob Nielsen señala que con un número reducido de participantes es posible identificar alrededor del 80% de los problemas de uso, lo que permite llegar a un nivel adecuado de saturación en la detección de dificultades durante la interacción con el sistema [26]. Por eso, esta muestra resulta suficiente para obtener resultados más consistentes y representativos dentro del contexto de estudio.

1.6.5 Técnicas de Recolección de Información

Para el desarrollo del presente proyecto, se emplean técnicas de recolección de información de tipo cuantitativo, orientadas a obtener datos objetivos para evaluar el desempeño del sistema y la efectividad de los algoritmos de inteligencia artificial implementados [25]. Estas técnicas permiten medir variables como el cumplimiento de las funcionalidades del sistema, la calidad de las imágenes procesadas, la coherencia de las descripciones generadas automáticamente y la eficiencia con la

que las usuarias pueden usar el sistema, todo mediante el uso de instrumentos estructurados y escalas numéricas que facilitan comparar los resultados antes y después de la implementación.

Las técnicas que se aplicaron son las siguientes:

Listas de verificación de funcionalidades: usadas para confirmar que el sistema cumple los requisitos funcionales definidos, dejando el registro de los resultados en formatos estructurados con criterios objetivos (Anexo 2). Con esta técnica se puede verificar el funcionamiento correcto de los módulos desarrollados, asegurando que cada componente del sistema se ejecute de acuerdo con lo establecido en los requerimientos [27].

Pruebas técnicas de algoritmos de inteligencia artificial: empleadas para evaluar el rendimiento de los algoritmos implementados en los módulos de optimización de imágenes y generación de descripciones [28]. Mediante formatos de evaluación (Anexo 3), se realizan comparaciones antes y después del procesamiento.

Para evaluar las descripciones generadas automáticamente, se utiliza una escala de valoración que considera los siguientes criterios:

- ✓ **Precisión:** qué tanto corresponde la descripción generada con el producto real.
- ✓ **Redacción:** claridad y estructura correcta del texto generado.
- ✓ **Utilidad:** que tan bien describe el texto el producto de forma comprensible y útil para el cliente.

Cada criterio se califica con una escala del 1 al 5, lo que permite calcular un promedio cuantitativo que representa el nivel de calidad de las descripciones. Usar esta escala implica asumir que existe un margen de error asociado a cómo interpreta cada evaluadora los criterios, estimado en ± 1 punto, dado que aspectos como precisión, redacción y utilidad pueden variar según el criterio personal de cada artesana. Para reducir esas diferencias, se trabaja con el promedio de las calificaciones obtenidas, lo que da un resultado más equilibrado y representativo del desempeño real del sistema.

Son las propias artesanas participantes quienes hacen la evaluación, valorando el contenido generado según su comprensión, utilidad y relación con el producto. Esta

decisión tiene sentido porque ellas son las usuarias finales del sistema, y su criterio es el más relevante para determinar si las descripciones cumplen su propósito dentro del contexto artesanal.

Pruebas de usabilidad con métricas objetivas: utilizadas para medir la eficiencia del sistema en condiciones reales de uso, mediante indicadores como el tiempo de ejecución de tareas y la tasa de éxito en su cumplimiento. A través de un formato de registro (Anexo 4), se recopilan datos cuantificables que permiten evaluar la facilidad de uso y el desempeño del sistema desde la perspectiva de las usuarias.

Con el propósito de garantizar una evaluación objetiva del sistema, se establecen indicadores técnicos que permiten medir el desempeño de los módulos desarrollados, tal como se presenta en la Tabla 1. Estos indicadores se basan en métricas cuantificables que permiten evaluar aspectos como la calidad de imágenes, la coherencia de las descripciones y la eficiencia en el uso del sistema.

Módulo	Métrica	Criterio de evaluación	Descripción
Optimización de imágenes	SSIM local y PSNR local	SSIM > 0.8 y ≥ 20 dB sobre región del objeto	Evalúa la preservación estructural y la mejora visual controlada del producto tras el procesamiento
Generación de descripciones	Coherencia	$\geq 4/5$	Evalúa claridad y consistencia del texto
Usabilidad del sistema	Tasa de éxito	$\geq 90\%$	Mide eficiencia en tareas realizadas

Tabla 1: Indicadores técnicos de evaluación del sistema

Los valores obtenidos a partir de estas métricas se registran en las tablas de evaluación presentadas en la sección de pruebas tabla N°8-9 y 10, donde se documentan los resultados del procesamiento de imágenes y la calidad de las descripciones generadas.

Previo a la aplicación de las pruebas con las participantes, se solicitó el consentimiento informado de las artesanas involucradas, con el fin de garantizar el uso adecuado de la información recopilada durante el proceso de evaluación (Anexo 5).

1.6.6 Variables

Se analizan variables relacionadas con la implementación de un catálogo digital que utiliza inteligencia artificial para la promoción de artesanías. Como variable independiente se considera el uso de herramientas de inteligencia artificial aplicadas a la mejora de imágenes y generación de descripciones, mientras que como variable dependiente se evalúa la calidad de la presentación digital de los productos.

Para medirlas, se registran datos antes y después de implementar el sistema, usando el SSIM (Índice de Similitud Estructural) y el PSNR (Relación Señal-Ruido de Pico), ambos calculados sobre la región del objeto artesanal mediante enmascaramiento binario. Estas métricas permiten determinar que tan bien se preservó la estructura de la artesanía y cuanto mejoró visualmente la imagen con el pipeline de procesamiento. Para las descripciones, se aplica una escala de valoración que toma en cuenta precisión, redacción y claridad del contenido. Todo esto busca mostrar el impacto real del sistema en la promoción y competitividad de los productos en entornos digitales.

Hay que considerar también que la calidad de la presentación digital también puede verse afectada por factores externos que el sistema no controla, como la estabilidad del internet al momento de usarlo, algo que cobra especial importancia en zonas rurales como Loma Alta. Este tipo de factores puede influir en el tiempo de respuesta del sistema y en la experiencia de la usuaria, sin que eso tenga relación directa con el desempeño de los algoritmos implementados.

1.6.7 Idea a Defender

La implementación de un catálogo digital con algoritmos de inteligencia artificial integrados permitirá mejorar la calidad con que se presentan las artesanías de paja toquilla, logrando que tanto las imágenes como los textos de cada producto queden

con una presentación uniforme y de calidad, lo que contribuye a cerrar la brecha digital que ha limitado históricamente la visibilidad comercial de la asociación.

El uso de estas herramientas permite ahorrar tiempo en la creación de contenido, ya que las imágenes y descripciones se generan de forma más rápida y sencilla. De esta manera, se busca mejorar la promoción de los productos y contribuir a que las artesanas puedan llegar a más personas, fortaleciendo sus oportunidades de venta.

1.6.8 Análisis de recolección de datos

La recolección de datos se desarrolló mediante la aplicación de técnicas de observación directa y entrevista estructurada, con el propósito de analizar la situación actual de la Asociación de Artesanas de Loma Alta en relación con el uso de herramientas digitales para la promoción de sus productos. Estas técnicas permitieron recoger información útil desde dos frentes: el entorno de trabajo las artesanas y su experiencia directa con las herramientas digitales, lo que dio una visión más completa de las condiciones en que desarrollan su actividad productiva y comercial.

Al revisar todo lo recopilado, quedaron en evidencias varias limitaciones en el acceso a recursos tecnológicos, así como dificultades reales para gestionar y presentar sus productos de forma digital. A su vez, se evidenciaron oportunidades de mejora relacionadas con la incorporación de herramientas tecnológicas que optimicen estos procesos. En este sentido, los resultados obtenidos constituyen una base sólida para sustentar el desarrollo del sistema propuesto, orientado a mejorar la calidad de la promoción artesanal en entornos digitales.

1.6.8.1 Análisis de la Observación Directa

La observación directa permitió examinar de manera detallada las condiciones tecnológicas y organizativas de la Asociación de Artesanas de Loma Alta, considerando aspectos como infraestructura, uso de herramientas digitales, nivel de conocimiento y dinámica de trabajo (ver anexo 6). Esta técnica ayudó a identificar elementos concretos que condicionan la forma en que las artesanas gestionan y difunden sus productos por medios digitales.

En lo que respecta a la infraestructura tecnológica, se comprobó que las artesanas solo disponen de teléfonos móviles y una conexión básica a internet, lo que les impide usar herramientas más avanzadas para gestionar y promocionar sus productos en línea. Esta limitación afecta directamente la calidad del contenido que pueden generar, afectando cómo se ven los productos cuando los publican. Además, el uso de herramientas digitales se reduce casi exclusivamente a redes sociales, sin que haya un catálogo estructurado que les permita organizar la información de manera eficiente.

En cuanto al nivel de conocimientos digitales, se identificó que el manejo de aplicaciones el nivel es básico y no abarca habilidades de edición de imágenes ni de generación de contenido atractivo. A eso se suma que no existen roles definidos para la gestión de información digital ni para la promoción en línea, lo que afecta la continuidad y calidad de las publicaciones que hacen. Esa ausencia de estructura afecta la continuidad y calidad de las publicaciones que realizan.

Sin embargo, a pesar de esas limitaciones, se notó una actitud abierta y positiva hacia la adopción de herramientas tecnológicas. Las artesanas mostraron interés real en mejorar la forma en que se presentan sus productos, lo que representa una oportunidad importante para implementar el sistema propuesto y fortalecer su presencia en medios digitales.

1.6.8.2 Análisis de la Entrevista

La entrevista estructurada permitió analizar la percepción de las artesanas respecto al uso de herramientas digitales, considerando aspectos como los medios de promoción utilizados, dificultades en la publicación de productos y expectativas frente a la implementación de una solución tecnológica (ver anexo 7). Esta técnica facilitó la recopilación de información directa sobre su experiencia en la difusión de artesanías en entornos digitales.

Sobre los canales de promoción, se encontró que las artesanas usan principalmente a Facebook, WhatsApp y ferias locales, lo que muestra una presencia digital básica y sin mucha estructura. También se detectaron dificultades concretas para editar imágenes y escribir descripciones, lo que limita la calidad de sus publicaciones y

les dificulta llegar a nuevos compradores. Todo eso refleja, sobre todo, la falta de herramientas adecuadas para manejar contenido digital de forma efectiva.

También se pudo ver que las artesanas no usan aplicaciones especializadas para mejorar la presentación de sus productos, dependiendo únicamente de las funciones básicas de sus dispositivos móviles. Eso genera una presentación poco uniforme de las artesanías, afectando su visibilidad y la percepción que tienen los compradores en entornos digitales. La falta de conocimientos técnicos también influye en que no aprovechen los recursos que ya tienen disponibles.

En cuanto a lo que se esperan del sistema, las artesanas fueron claras: necesitan un catálogo digital organizado que les facilite mostrar sus productos y mejorar cómo los promocionan en línea. También dijeron estar dispuesta a utilizar un sistema web, siempre que sea sencillo de manejar y accesible desde el celular. Resaltaron además que funcionalidades como la mejora automática de imágenes y la generación de descripciones con importantes para ellas, lo que confirma que el proyecto responde a una necesidad concreta y real.

1.6.9 Beneficiarios del Proyecto

Los beneficiarios directos del proyecto son las artesanas de la asociación de paja toquilla de Loma Alta, quienes utilizarán el sistema para gestionar y publicar sus productos en plataformas virtuales. Este grupo se beneficia mediante el acceso a herramientas tecnológicas que facilitan la organización, presentación y difusión de sus artesanías, fortaleciendo sus capacidades productivas y comerciales.

Como beneficiarios indirectos se identifican los potenciales clientes y el público en general, quienes tendrán acceso a un catálogo digital estructurado y visualmente optimizado. Asimismo, el proyecto beneficia al sector artesanal en general, al contribuir como un referente tecnológico que puede ser replicado en otras comunidades, contribuyendo al fortalecimiento de la economía local y a la preservación del patrimonio cultural [29].

1.7 Metodología de Desarrollo

El proyecto se desarrolló siguiendo una metodología incremental, que hace posible avanzar de forma progresiva construyendo el sistema módulo por módulo [30]. Una

de las ventajas de trabajar por incrementos es que las primeras etapas permiten tener versiones funcionales. No hay que esperar a que todo esté terminado para empezar a ver resultados, lo que hace el proceso más eficiente y reduce el riesgo de llegar al final con errores acumulados. Cada incremento pasa por análisis, diseño, codificación y pruebas, y eso garantiza que la integración sea continua y que la calidad se verifique en cada etapa del proceso.

Los módulos se construyeron con el siguiente orden:

Incremento 1: Módulo de Base de Datos y Gestión de productos

- ✓ Análisis: Definición de categorías (sombreros, carteras, joyeros) y atributos necesarios para el registro de productos.
- ✓ Diseño: Creación del modelo entidad-relación (productos, categorías, usuarios, imágenes y descripciones).
- ✓ Codificación: Implementación de la base de datos en MYSQL + SQLAlchemy.
- ✓ Pruebas: Verificación de la estructura de la base de datos y funcionamiento de las operaciones CRUD.

Incremento 2: Módulo de Gestión de Usuarios y Autenticación

- ✓ Análisis: Definición de roles (artesanas, público y admin), requerimientos de seguridad y flujos de control de acceso.
- ✓ Diseño: Modelo de la tabla de usuarios y casos de uso para autenticación, recuperación de contraseña y control de acceso por rol.
- ✓ Codificación: Implementación con Flask-Login para sesiones nativas, Werkzeug para el hashing de contraseñas, itsdangerous para tokens de recuperación y Flask-Mail para el envío de correos.
- ✓ Pruebas: Verificación del registro, inicio de sesión, control de roles, recuperación de contraseña y restricción de acceso por propiedad de producto.

Incremento 3: Módulo de Optimización de imágenes

- ✓ Análisis: Identificación de necesidades de mejora visual en las imágenes de productos.

- ✓ Diseño: Selección de librerías y diseño de flujo de procesamiento.
- ✓ Codificación: Integración de los algoritmos de mejora y eliminación de fondo en el proceso de carga de imágenes.

Se presta atención a la preservación de los bordes y detalles finos de las artesanías durante el proceso de eliminación de fondo, considerando que los tejidos de paja toquilla presentan estructuras delicadas que podrían verse afectadas por técnicas de segmentación automática.

- ✓ Pruebas: Verificación de la calidad de las imágenes procesadas mediante comparación automatizada entre las imágenes originales y las imágenes optimizadas, utilizando scripts desarrollados en Python que permiten calcular métricas de SSIM y PSNR sobre la región del objeto como indicadores de preservación estructural y calidad de mejora visual.
- ✓ Validación: Las artesanas revisan las imágenes optimizadas y proporcionan retroalimentación sobre su calidad visual del resultado obtenido.

Incremento 4: Módulo de Generación automática de descripciones

- ✓ Análisis: Definición de la estructura que deben tener las descripciones y los requerimientos del modelo de lenguaje a usar.
- ✓ Diseño: Elaboración de prompts y configuración de la API de Google Gemini 2.5 Flash.
- ✓ Codificación: Integración del modelo para que genere automáticamente las descripciones asociadas a cada producto registrado.
- ✓ Pruebas: Validación de la coherencia, claridad y uniformidad de las descripciones generadas por el modelo.
- ✓ Validación: Las artesanas evalúan las descripciones generadas para comprobar su comprensión y si les resultan útiles para promocionar sus productos.

Incremento 5: Módulo de Pruebas y validación final

- ✓ Análisis: Definición de las métricas con las que se evaluará el desempeño general del sistema.
- ✓ Diseño: Elaboración del plan de pruebas finales.

- ✓ Codificación: Ejecución de pruebas con artesanías y la participación de las artesanas.
- ✓ Pruebas: Validación del desempeño del sistema en sus tres componentes principales: mejora de imágenes, generación de descripciones y usabilidad, realizando los ajustes necesarios para asegurar su correcto funcionamiento.

CAPITULO 2. PROPUESTA

2.1 Marco Contextual

La comuna Loma Alta se encuentra ubicada en las faldas de la cordillera Chongón Colonche, parroquia Colonche, provincia de Santa Elena – Ecuador, se caracteriza por su destacada Reserva Ecológica Comunal y por su tradición en la elaboración de productos artesanales, basada en el uso de paja toquilla [31]. Esta actividad representa no solo una fuente de ingresos para las familias, sino también un elemento importante de identidad cultural que ha sido transmitido de generación en generación [32].

La asociación fue fundada el 10 de mayo de 2023 cuando 20 mujeres formalizaron lo que ya hacían en sus tiempos libres, dando origen a la asociación que hoy elabora sombreros, carteras y artículos decorativos siguiendo técnicas tradicionales que han trascendido el conocimiento ancestral del territorio guardado durante generaciones [33]. Desde su fundación, esa organización comunitaria ha ayudado a fortalecer la promoción de las artesanías y ha creado espacios donde las integrantes pueden apoyarse entre sí.

Sin embargo, a pesar del valor cultural que tienen estos productos, la forma en que actualmente llegan al público a darse a conocer presenta limitaciones concretas. Las artesanas dependen principalmente de medios tradicionales y de publicaciones básicas en redes sociales para mostrar lo que hacen, lo que dificulta que exista una presentación uniforme y atractiva entre un producto. En muchos casos las fotografías no tienen la calidad necesaria y las descripciones varían de estilo de una publicación a otra, lo que termina reduciendo el impacto que esos productos podrían generar en quienes los ven por primera vez.

Ahí es donde incorporar herramientas tecnológicas en este proceso abre una oportunidad real para cambiar esa situación. Los algoritmos de inteligencia artificial pueden optimizar automáticamente aspectos visuales como la iluminación, el contraste y la eliminación de fondos no deseados, logrando que las fotos se vean más profesionales sin que las artesanas necesiten ningún conocimiento técnico. De manera similar, la generación automática de descripciones permite que cada

producto cuente con un texto claro, ordenado y coherente, sin que eso dependa de las habilidades de redacción de cada persona.

El desarrollo de un catálogo digital web se plantea precisamente como la solución que junta estos elementos tecnológicos en una herramienta accesible para las artesanas. Con ella se busca facilitar la organización de los productos y mejorar su presentación, logrando que se muestren de forma más atractiva en espacios digitales donde el público los pueda encontrar. De esta manera, no solo se fortalece la visibilidad de las artesanías, sino que también se le ofrece a la comunidad una alternativa práctica para adaptarse a las nuevas formas de difusión digital que existen hoy.

Este proyecto nace en un momento donde tecnología y tradición pueden ir de la mano, haciendo posible que el conocimiento artesanal no solo se conserve sino que también llegue a entornos digitales [34]. La integración de estas herramientas en este proceso aporta un valor adicional, al transformar la manera en que los productos son presentados, facilitando su difusión y contribuyendo al desarrollo digital de la comunidad [35].

2.1.1 Base legal

El presente proyecto se fundamenta en normativas que regulan el uso de tecnologías, la protección de datos y el comercio en medios digitales. A continuación, se presenta un resumen de las principales normativas que respaldan la investigación, Tabla 2:

Normativa	Enfoque	Relación con la investigación
Constitución de la República del Ecuador (2008)	Acceso a TIC y desarrollo	Promueve el uso de tecnologías y el fortalecimiento del sector artesanal mediante herramientas digitales [36].

Ley Orgánica de Protección de Datos Personales (LOPDP) – (2021)	Privacidad de la información	Garantiza el uso seguro y responsable de los datos dentro del sistema [37].
Ley de Comercio Electrónico, Firmas y Mensajes de Datos (2002)	Uso de medios digitales	Respaldan el uso del catálogo web como medio válido de promoción digital [38].

Tabla 2: Base legal

2.1.1.1 Constitución de la República del Ecuador

La constitución de la República de Ecuador establece el acceso a las tecnologías de la información y comunicación como un derecho que contribuye al desarrollo social, económico y educativo del país [36]. Este enfoque se alinea con lo planteado por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (IUT), la cual señala que el acceso a las TIC es un factor clave para reducir brechas digitales y fomentar la inclusión en comunidades rurales y productivas [39].

La Constitución también impulsa el fortalecimiento de las actividades productivas locales, en especial atención a las que forman parte de la economía popular y solidaria [36]. La Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), ha documentado que cuando los pequeños productores se digitalizan, ganan competitividad y logran integrarse a mercados que antes les resultaban inaccesibles [40]. Este proyecto se apoya en esos principios al proponer una solución tecnológica que fortalece cómo se promocionan las artesanías y respalda el desarrollo económico de la comunidad de Loma Alta.

2.1.1.2 Ley Orgánica de Protección de Datos Personales (LOPDP)

La Ley Orgánica de Protección de Datos Personales (LOPDP) establece los principios para el tratamiento adecuado de la información en entornos digitales,

garantizando la privacidad, seguridad y confidencialidad de los datos [37]. La Agencia Española de Protección de Datos (AEPD) refuerza este principio al destacar lo importante que es aplicar medidas de seguridad concretas en sistemas digitales, justamente para evitar que la información personal termine usándose de forma indebida [41].

Llevando esto al contexto del proyecto, seguir esta normativa permite que los datos personales de las usuarias del sistema —cosas como las credenciales de acceso o la información básica de las artesanas— se manejen de manera responsable y con las medidas de seguridad correspondientes. De acuerdo con la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), la protección de datos es un elemento clave para el desarrollo de servicios digitales confiables y sostenibles [42]. Por lo tanto, su integración en el sistema contribuye a garantizar un uso ético, seguro y controlado de la información [42].

2.1.1.3 Ley de Comercio Electrónico, Firmas y Mensajes de Datos

La ley de Comercio Electrónico, Firmas y Mensajes de Datos establece el marco legal para las actividades realizadas en medios digitales, reconociendo la validez jurídica de la información transmitida electrónicamente [38]. Este principio es fundamental para el desarrollo de plataformas digitales, ya que permite que la información publicada tenga respaldo legal. La Organización Mundial del Comercio (OMC), ha señalado que el comercio electrónico abre puertas para pequeños productores participen en mercados digitales y amplíen sus oportunidades de comercialización [43].

Bajo esa misma lógica, esta normativa a el respaldo legal necesario para que un catálogo digital funcione como herramienta válida de promoción de productos artesanales. Por su parte, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) ha encontrado que cuando los sectores tradicionales adoptan plataformas digitales, sus productos ganan visibilidad y la economía local se ve fortalecida [44]. El uso del catálogo web se sustenta en un marco legal que promueve la innovación y desarrollo del comercio en línea [44].

2.2 Marco Conceptual

2.2.1 Actividad Artesanal

La actividad artesanal consiste en la elaboración de productos mediante técnicas manuales basadas en conocimientos tradicionales que han sido transmitidos de generación en generación dentro de una comunidad [45]. Este tipo de producción se caracteriza por el uso de materiales naturales y procesos no industrializados, lo que otorga a cada producto un valor único y representativo de la identidad cultural local, constituye una fuente importante de ingresos en sectores rurales, contribuyendo al desarrollo económico y social de las comunidades [46].

2.2.2 Patrimonio Cultural

El patrimonio cultural comprende el conjunto de bienes materiales e inmateriales heredados de nuestros antepasados, que reflejan la identidad, historia y tradiciones de una sociedad [47]. Este patrimonio cumple un papel fundamental en la cohesión social y en la preservación de los valores culturales frente a los procesos de globalización, su conservación es esencial para mantener vigentes los saberes ancestrales y fortalecer el sentido de pertinencia en las comunidades [48].

2.2.3 Promoción de Productos

La promoción de productos se refiere al conjunto de diversas estrategias utilizadas para comunicar las características, beneficios y valor de un producto con el fin de atraer clientes [49]. En el entorno comercial, estas estrategias requieren contenidos claros, visualmente atractivos y adaptados a las necesidades del público consumidor final; una promoción efectiva no solo incrementa las ventas directas para el productor, sino que también fortalece la imagen del producto en el mercado [11].

2.2.4 Comercio Digital

El comercio digital es una forma de actividad económica que permite la compra y venta de bienes y servicios a través de plataformas electrónicas, este modelo elimina barreras geográficas y reduce costos operativos, permitiendo a los productos acceder a mercados más amplios [50]. Por esta razón, las organizaciones modernas deben adaptar continuamente sus estructuras operativas hacia entornos virtuales

para conservar su nivel competitivo y cumplir las necesidades cambiantes de los usuarios en línea [51].

2.2.5 Transformación Digital

La transformación digital se refiere al proceso estratégico mediante el cual las organizaciones integran diversas tecnologías informáticas en todas sus áreas operativas para modificar su forma de operar y entregar valor a los usuarios [52]. Este cambio estructural no se trata simplemente de adquirir software o hardware nuevo, sino que implica una transformación más profunda: una evolución cultural dentro de la organización y una redefinición de los procesos de trabajo que históricamente se han hecho de forma manual [53]. Las entidades que logran incorporar estas innovaciones tecnológicas de manera exitosa experimentan mejoras concretas en su eficiencia operativa y desarrollan una mayor capacidad para adaptarse cuando el mercado cambia o enfrenta crisis [54].

2.2.6 Adopción Tecnológica

La adopción tecnológica se refiere al proceso mediante el cual las personas incorporan herramientas digitales de manera sólida superando barreras de acceso, infraestructura y habilidades [55]. En las zonas rurales del Ecuador, problemas como la conectividad limitada y la escasa capacitación siguen siendo obstáculos reales que las comunidades puedan aprovechar las plataformas virtuales [56]. Que una tecnología se adopte o no depende en gran parte de si las personas la perciben como algo útil y la fácil de usar, factores que influyen directamente en que la incorporen a su rutina y la sigan usando con el tiempo. Cuando una herramienta digital se diseña pensando en el contexto cultural y productivo real de la comunidad que la va usar, las probabilidades de que la adopten aumentan de manera considerable y la transformación digital que se genera es más equitativa y sostenible [57].

2.2.7 Sistemas de Información

Un sistema de información es un conjunto organizado de elementos —incluyendo hardware, software, datos y personas— que funcionan en conjunto para procesar y distribuir información relevante para la gestión de una organización [58]. Estas

arquitecturas tecnológicas son fundamentales en la era moderna porque permiten transformar datos brutos en conocimiento estratégico que facilita la toma de decisiones acertadas en entornos de alta incertidumbre económica [59]. La integridad, disponibilidad y seguridad de la información almacenada son pilares básicos que garantizan que el sistema sea confiable y cumpla de manera satisfactoria con los requerimientos operativos de los usuarios finales [52].

2.2.8 Aplicaciones Web

Las aplicaciones web se definen como sistemas de software que residen en servidores remotos y se ejecutan a través de un navegador, permitiendo a los usuarios interactuar con contenidos dinámicos sin necesidad de instalar archivos pesados en sus dispositivos personales [60]. Esta tecnología ha generalizado el acceso a herramientas complejas, ya que su naturaleza multiplataforma garantiza que cualquier persona con una conexión básica a internet pueda utilizar el sistema desde computadoras, tabletas o teléfonos inteligentes [61]. Por esta razón, el desarrollo de aplicaciones web actuales prioriza la escalabilidad y la capacidad de respuesta, asegurando que el rendimiento del sitio se mantenga óptimo incluso cuando el volumen de usuarios simultáneos aumenta a gran escala [61].

2.2.9 Catálogo Digital Web

Un catálogo digital web se define como una plataforma interactiva diseñada para organizar, exhibir y gestionar un inventario de productos mediante el uso de recursos multimedia en internet [62]. A diferencia de los catálogos en papel, estas plataformas permiten actualizar la información en tiempo real, facilitan la búsqueda personalizada y dan acceso global al contenido comercial desde cualquier dispositivo con conexión a internet [63]. Desde el punto de vista técnico, implementarlos correctamente es fundamental para que los pequeños productores logren una presencia digital ordenada que mejore de forma notable la visibilidad de sus productos y competitividad en el mercado actual [64].

2.2.10 Desarrollo Web

El desarrollo web comprende el ciclo de vida completo de creación de un estilo, abarcado desde el diseño de la arquitectura de la información y la experiencia de usuario hasta la programación lógica del lado del servidor y del cliente [65]. Este

proceso técnico requiere la aplicación de estándares internacionales de codificación para asegurar que el producto final sea seguro, accesible para personas con discapacidad y totalmente compatible con los buscadores modernos [66]. Por lo tanto, un desarrollo web sólido debe priorizar no solo el diseño de la interfaz, sino sobre todo la estabilidad del código y la velocidad de carga para asegurar el interés de los usuarios [66].

2.2.11 Lenguajes de Programación

Los lenguajes de programación son sistemas formales de comunicaciones compuestos por un conjunto de reglas sintácticas y semánticas que permiten a los desarrolladores escribir instrucciones precisas para el hardware de una computadora realice tareas determinadas [67]. En el desarrollo moderno, elegir el lenguaje adecuado es una decisión crítica, porque cada opción tiene sus propias ventajas en cuanto a velocidad de ejecución, facilidad para mantener el código y disponibilidad de bibliotecas externas especializadas [68]. Hoy en día, la tendencia actual apunta hacia el uso de lenguajes versátiles que permiten una integración fácil con tecnologías emergentes de ciencias de datos y procesamiento automático de información compleja [68].

2.2.12 Framework Web

Un framework web es una estructura de software que proporciona herramientas, librerías y convenciones para facilitar el desarrollo de aplicaciones dinámicas, su uso permite optimizar la programación al ofrecer soluciones ya definidas para tareas comunes como enrutamiento, manejo de sesiones y conexión con bases de datos [69]. De esta forma, reduce el tiempo de desarrollo y mejora la calidad del código, asegurando estándares adecuados de seguridad y escalabilidad [69].

2.2.13 Visual Studio Code (VS Code)

Es un editor de código multiplataforma, gratuito y desarrollado por Microsoft, ampliamente utilizado en proyectos de programación gracias a su soporte para múltiples lenguajes, integración con sistemas de control de versiones y facilidad para instalar extensiones [70]. Permite configurar entornos virtuales de Python, facilitando el desarrollo web y la depuración de código [70].

2.2.14 Base de Datos

Una base de datos Figura 1, es un sistema que permite almacenar, organizar y recuperar información de manera estructurada y eficiente, su diseño se basa en modelos que garantizan la integridad, consistencia y disponibilidad de los datos, incluso cuando existen múltiples accesos simultáneos [71]. Esto resulta fundamental para el correcto

funcionamiento de aplicaciones informáticas modernas que requieren rapidez y confiabilidad en la gestión de información [72].



Figura 1: Esquema base de datos, flujo de información [73]

2.2.15 MySQL + SQLAlchemy

MySQL es un sistema gestor de bases de datos relacional de código abierto, muy utilizado en proyectos web por su estabilidad y facilidad de integración; SQLAlchemy es una librería de Python que funciona como ORM, permitiendo manejar consultas de forma más simple y estructurada, sin necesidad de escribir directamente en SQL [74]. Proporciona un sistema de transacciones robusto que asegura la consistencia de los datos en operaciones complejas [75].

2.2.16 Inteligencia Artificial

La Inteligencia Artificial (IA) comprende el conjunto de ciencias, teorías y técnicas que tienen como objetivo emular las capacidades cognitivas humanas en sistemas computacionales para resolver problemas complejos de manera autónoma [76]. Este campo ha experimentado una profunda revolución gracias al aprendizaje profundo, el cual permite a los algoritmos extraer patrones complejos directamente

desde grandes conjuntos de datos estructurado o no estructurados [77]. Los sistemas basados en esta tecnología son capaces de realizar tareas que antes requerían solo de la intervención humana, tales como el reconocimiento de objetos visuales y la traducción de lenguajes complejos [77].

2.2.17 Algoritmos

Un algoritmo se define como una secuencia lógica y limitada de instrucciones precisas que permiten resolver un problema o procesar datos para obtener un resultado específico [78]. En el desarrollo de software, estas estructuras matemáticas actúan como el motor que transforma las entradas de información en respuestas automáticas mediante reglas definidas [79]. El diseño de algoritmos eficientes es una etapa crítica para garantizar que los sistemas informáticos realicen tareas complejas con el menor consumo de recursos posible [79].

2.2.18 Algoritmos de Inteligencia Artificial

Los algoritmos de inteligencia artificial son conjuntos de reglas y procedimientos computacionales que permiten a las máquinas aprender de los datos y tomar decisiones inteligentes, basándose en técnicas matemáticas y estadísticas avanzadas que facilitan el análisis automatizado de información. [3]. A diferencia de los algoritmos tradicionales, estos modelos tienen la capacidad de adaptarse a nuevas entradas y mejorar su desempeño con el tiempo, lo que los convierte en herramientas idóneas para la automatización de procesos complejos en entornos digitales [80].

Estos algoritmos incluyen tanto modelos basados en redes neuronales para el procesamiento y optimización de imágenes, como arquitecturas de tipo transformers aplicadas a la generación de lenguaje natural, las cuales han demostrado gran eficacia en tareas avanzadas de interpretación y producción de contenido; su correcta selección e implementación resulta fundamental para alcanzar los objetivos de automatización en sistemas modernos [81].

2.2.19 Procesamiento de Lenguaje Natural

El Procesamiento de Lenguaje Natural (PLN) es una subdisciplina de la IA que se enfoca en la interacción entre computadoras y lenguaje humano [81]. Esta

tecnología combina el análisis del lenguaje computacional con modelos de aprendizaje basados en datos para descifrar el significado, el contexto y la intención que se esconden detrás de las palabras escritas por las personas [82]. El uso de estos modelos avanzados permite automatizar la redacción de documentos complejos y la generación de respuestas contextuales que resultan idénticas de las redactadas por un escritor profesional [83].

2.2.20 Generación Automática de Descripciones

La generación automática de descripciones es una aplicación del Procesamiento de Lenguaje Natural (PLN) donde sistemas de IA crean texto coherente y contextualmente relevante a partir de datos estructurados o imágenes [82]. Estos sistemas analizan características relevantes de la imagen mediante arquitecturas que codifican y luego decodifican la información visual como se observa en la Figura 2, esto permite reducir el tiempo y esfuerzo en la creación de contenido textual [84]. Esta automatización representa una solución de rendimiento para empresas que necesitan catalogar miles de productos diferentes sin asumir los elevados costos de la redacción artesanal [84].

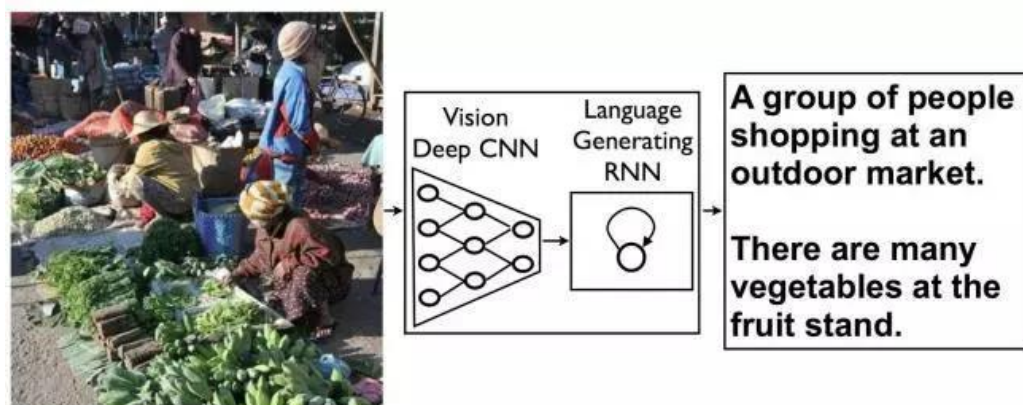


Figura 2: Arquitectura del modelo Show and Tell para generación de descripciones [84]

2.2.21 Optimización de Imágenes

La optimización de imágenes es el proceso mediante el cual se mejora la calidad visual de una imagen a través de técnicas de procesamiento digital, con el objetivo de hacerla más clara, uniforme y atractiva para su visualización; este proceso permite realzar atributos fundamentales como el contraste, la nitidez y la

iluminación, corrigiendo deficiencias comunes en fotografías capturadas en entornos no controlados [85].

2.2.22 Calidad Visual de Imágenes

La calidad visual de las imágenes se refiere al nivel de claridad, detalle y apariencia estética que presenta una imagen al ser visualizada por un usuario, este concepto es importante en entornos digitales, ya que influye directamente en la percepción que se tiene de un producto [85]. Esta calidad se cuantifica utilizando métricas estandarizadas como PSNR (Relación Señal-Ruido de Pico) y SSIM (Índice de Similitud Estructural), que comparan pixel a pixel las imágenes antes y después del procesamiento [86].

El PSNR se utiliza para medir la fidelidad de la reconstrucción mediante la relación entre el valor máximo de la señal y el ruido presente que afecta la fidelidad de su representación. Se define matemáticamente como:

$$PSNR = 10 \times \log_{10} \left(\frac{MAX^2}{MSE} \right) [86]$$

Por otro lado, el SSIM original por Wang et.al., es una métrica basada en la percepción humana, ya que considera cambios en la estructura, luminosa y contraste, ofreciendo una medida más cercana a la visión humana. Su expresión matemática es:

$$SSIM(x, y) = \frac{(2\mu_x\mu_y + c_1)(2\sigma_{xy} + c_2)}{(\mu_x^2 + \mu_y^2 + c_1)(\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + c_2)} [86]$$

Una alta puntuación en estas métricas indica una preservación exitosa de los detalles y una mejora perceptible en atributos como el contraste y la claridad [87].

2.2.23 CLAHE

CLAHE (Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization) es una técnica avanzada de procesamiento de imágenes utilizada para mejorar el contraste local en imágenes digitales, especialmente en aquellas capturadas en condiciones de iluminación no controlada [88]. A diferencia de la ecualización de histograma tradicional, CLAHE opera sobre pequeñas regiones de la imagen denominadas

“tiles” como se ilustra en la Figura 3, lo que permite realzar detalles específicos sin afectar de manera uniforme toda la imagen [89].

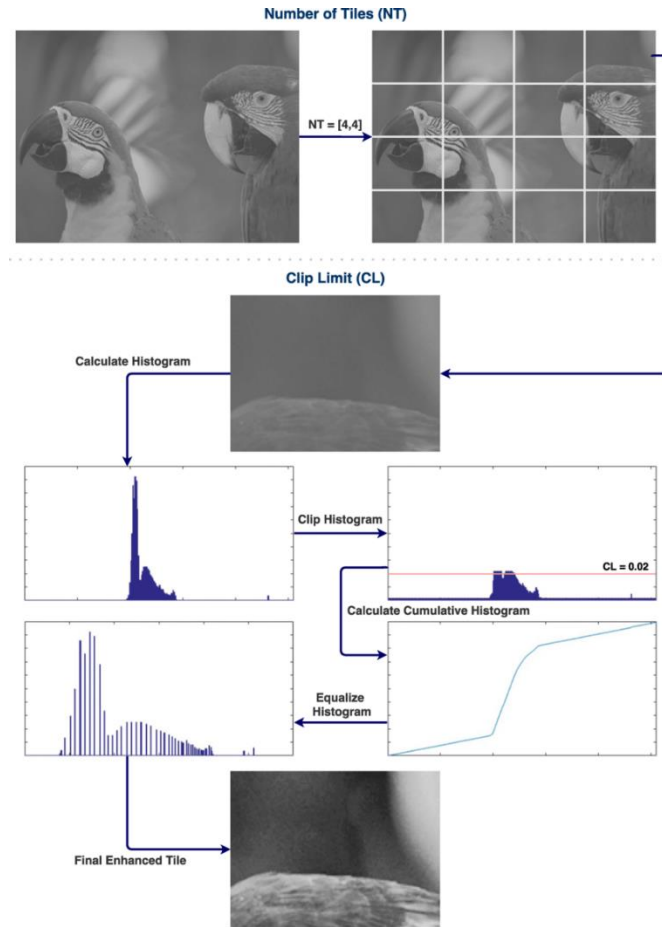


Figura 3: “Comparativa de procesamiento mediante CLAHE y distribución de histogramas” [89].

Este método incorpora un mecanismo que limita el contraste para evitar la amplificación excesiva del ruido en zonas homogéneas, lo que resulta fundamental en imágenes con variaciones de iluminación, como las fotografías de productos artesanales [88]. Su aplicación permite mejorar la visibilidad de texturas, bordes y patrones, facilitando una representación más clara y atractiva del producto en entornos digitales [90].

2.2.24 Segmentación de Imágenes (U²-Net)

La segmentación de imágenes se trata de un proceso fundamental en la visión por computadora que consiste en identificar y separar objetos de interés dentro de una imagen, permitiendo aislar elementos relevantes del fondo [91]. En el contexto de este proyecto se emplea el modelo U²-Net, una arquitectura de red neuronal

profunda diseñada específicamente para detectar objetos y eliminación de fondo con alta precisión [92].

Este modelo se apoya en una estructura jerárquica, representada en la Figura 4, que se basa en redes neuronales convolucionales que le permiten capturar tanto los detalles más finos de la imagen como características globales, logrando una segmentación más precisa que la que ofrecen los métodos tradicionales [91]. Su implementación a través de herramientas como rembg facilita la automatización del proceso de eliminación de fondo, lo que mejora a la presentación visual de los productos artesanales al enfocarse únicamente en el objetivo principal [92].

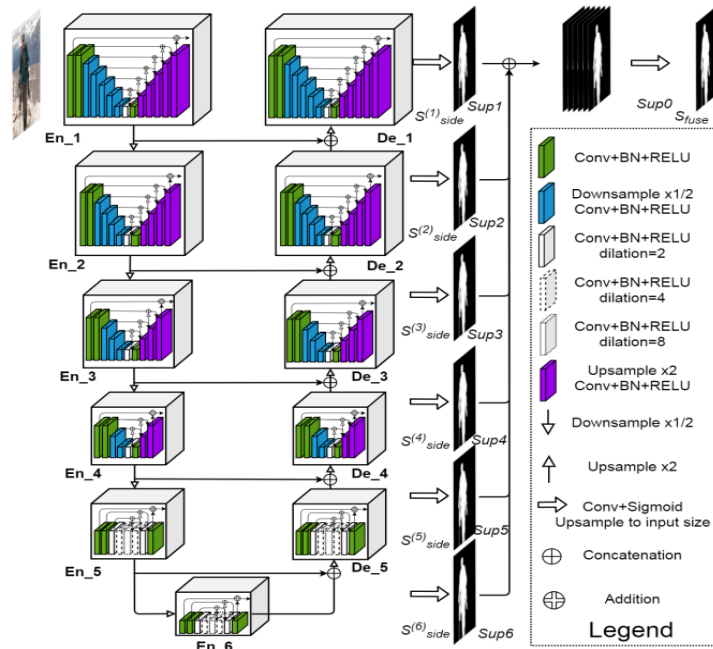


Figura 4: Arquitectura jerárquica del modelo y bloques RSU [91].

2.2.25 Integración de Técnicas de Procesamiento de Imágenes

La integración de técnicas de procesamiento de imágenes se refiere a la aplicación secuencial de múltiples algoritmos con el objetivo de mejorar la calidad visual de una imagen de manera progresiva [93]. Este enfoque hace posible combinar distintos métodos especializados, sacando el máximo rendimiento de las fortalezas de cada uno para obtener resultados más robustos y eficientes [94].

En el proyecto se implementó un pipeline de procesamiento que inicia con la mejora de contraste mediante CLAHE y continúa con la segmentación del objeto usando U²-Net [95]. Esta secuencia permite primero optimizar la visibilidad de los detalles

de la artesanía y luego eliminar el fondo de la imagen, logrando una presentación más limpia y profesional del producto [93]. Este tipo de arquitectura secuencial es ampliamente utilizada en sistemas de visión por computadora, ya que permite mejorar la calidad de entrada para los siguientes procesos, incrementando la precisión global del sistema y asegurando resultados consistentes en diferentes condiciones de captura [94].

2.3 Marco Teórico

2.3.1 Teoría de la Difusión de Innovación

Esta teoría de difusión de innovación (TDI) explica como una nueva tecnología es adoptada dentro de un grupo social, considerando factores como la utilidad percibida, la facilidad de uso y su compatibilidad con las prácticas existentes [96]. En el caso de los catálogos digitales con inteligencia artificial, estos elementos son clave para que comunidades rurales vean la herramienta como útil, sencilla y adaptada a su forma de trabajo para lograr una adopción efectiva y sostenida en el tiempo [97].

Diversos estudios sobre adopción tecnológicas en sectores productivos, como la agricultura familiar en América Latina, identifica que los factores organizacionales e institucionales influyen directamente en la adopción tecnológica [98]. Esta teoría respalda la estrategia de capacitación y difusión tecnológica hacia las artesanas, facilitando la aceptación del catálogo digital con inteligencia artificial.

2.3.2 Fundamentos de la Inteligencia Artificial Generativa

La base teórica de la inteligencia artificial generativa explica la capacidad de los sistemas de IA para crear y mejorar contenido digital, estos principios se basan, principalmente, en arquitecturas de redes neuronales y en procesos multimodales [99]. Las Redes Neuronales Convolucionales (CNN) constituyen la base de modelos como U²-Net, los cuales permiten la segmentación semántica y la eliminación de fondos en imágenes mediante el aprendizaje de patrones visuales complejos [100]. Por otro lado, la arquitectura *transformer*, basada en mecanismos de atención, es el fundamento de los modelos de lenguaje utilizados para la

generación de texto coherente y contextual como los modelos GPT desarrollados por OpenAI [101].

El enfoque multimodal se refiere a la capacidad de la inteligencia artificial para procesar y relacionar distintos tipos de datos como imágenes y texto, aunque en este proyecto los módulos de procesamiento visual y textual funcionan de manera secuencial, el marco teórico de *image captioning* evidencia la tendencia hacia sistemas integrados lo cual respalda el enfoque tecnológico del catálogo digital propuesto [100].

2.3.3 Teoría del Capital Tecnológico y la Brecha Digital

La teoría del capital tecnológico y la brecha digital plantea que existen desigualdades en el acceso, uso y aprovechamiento de las tecnologías, lo que limita el desarrollo de ciertos grupos sociales. En comunidades rurales de Ecuador la falta de infraestructura, formación y apoyo institucional limita la adopción de plataformas digitales por parte de comunidades artesanales [55].

Estudios recientes indican que para cerrar esa brecha es necesario combinar acceso tecnológico, capacitación y diseño centrado en el usuario [98]. Esta perspectiva teórica permite comprender los desafíos que enfrentan las artesanas al integrar catálogos digitales con inteligencia artificial dentro de su actividad productiva, lo que resalta la necesidad de soluciones tecnológicas adaptadas a su contexto social y cultural [98].

2.3.4 Estrategias de Marketing Digital Aplicadas a la Promoción Artesanal

El marketing digital comprende un conjunto de estrategias orientadas a la promoción de productos mediante plataformas digitales y redes sociales, permitiendo ampliar el alcance comercial y fortalecer la visibilidad de emprendimientos artesanales en mercados competitivos [54]. En este contexto, modelos como AIDA (Atención, interés, Deseo y Acción) han sido ampliamente utilizados para estructurar contenidos visuales y textuales que influyen en el comportamiento del consumidor, facilitando la presentación atractiva de productos culturales y artesanales en entornos digitales. Diversos estudios coinciden en que

combinar imágenes de buena calidad con descripciones bien redactadas marca una diferencia real a la hora de captar la atención del comprador y llevarlo a decidirse por el producto [102].

El marketing de contenidos y el uso estratégicos de redes sociales se han vuelto herramientas fundamentales para dar a conocer las artesanías, porque a través de ellas no solo se muestra el producto sino también su proceso de elaboración, su valor cultural y la identidad que lleva detrás [103]. Redes como Facebook e Instagram son especialmente efectivas para esto gracias a su naturaleza visual y a la posibilidad de interactuar directamente con los usuarios, lo que termina ampliando tanto la visibilidad como el alcance de los productos artesanales [104].

2.3.5 Consideraciones Éticas en la Inteligencia Artificial generativa

El uso de la inteligencia artificial generativa en sistemas digitales plantea importantes consideraciones éticas relacionadas con la calidad, veracidad y pertinencia del contenido generado de manera automática [105]. Estos sistemas, basados en modelos de lenguaje, tienen la capacidad de producir textos coherentes y estructurados, pero también existe el riesgo de que generen información imprecisa o que no esté alineada con la realidad del producto [106].

En el caso de la promoción de artesanal, usar IA de forma ética implica asegurarse de que las descripciones que se generen respeten la identidad cultural, el valor simbólico y las características propias de los productos elaborados a mano. La automatización del contenido no puede distorsionar el significado cultural ni reemplazar la autenticidad del conocimiento tradicional que hay detrás de cada pieza. Organismos internacionales como la UNESCO ha subrayado la importancia de preservar el patrimonio cultural frente al avance de las tecnologías emergentes, promoviendo un uso responsable que no altere el significado original de los bienes culturales [107].

Es importante garantizar la transferencia en el uso de estas tecnologías, informando a los usuarios que las descripciones han sido generadas con apoyo de inteligencia artificial [107]. Este principio, respaldado por organismos como la OECD, contribuye a fortalecer la confianza en los sistemas digitales y evita posibles interpretaciones erróneas sobre el origen del contenido [108].

2.4 Requerimientos

2.4.1 Requerimientos Funcionales

Código	Descripción
RF - 01	El sistema permitirá al administrador registrar nuevas artesanas mediante un formulario que almacene sus datos personales y credenciales de acceso.
RF - 02	El sistema deberá permitir el inicio de sesión mediante correo y contraseña, validando las credenciales para garantizar acceso seguro.
RF – 03	El sistema permitirá a las artesanas registrar nuevos productos ingresando nombre, categoría, precio, cantidad en stock, estado de disponibilidad (en stock, bajo pedido, agotado) e imagen del producto.
RF – 04	El sistema permitirá a las artesanas editar la información de los productos que hayan registrado previamente.
RF – 05	El sistema permitirá a las artesanas eliminar únicamente los productos que sean de su propiedad.
RF – 06	El sistema deberá permitir la carga de imágenes desde dispositivos móviles o computadoras, validando su formato y tamaño del archivo.
RF – 07	El sistema procesará automáticamente las imágenes cargadas mediante técnicas de mejora visual (contraste, iluminación y eliminación de fondo).
RF – 08	El sistema generará automáticamente descripciones de productos utilizando un modelo de inteligencia artificial basado en lenguaje natural. La generación utilizará un prompt estructurado que asegure un tono culturalmente apropiado acorde a la identidad artesanal ecuatoriana.

Código	Descripción
RF – 09	El sistema permitirá a las artesanas editar manualmente la descripción generada por la inteligencia artificial sin necesidad de reprocesar el contenido.
RF – 10	El sistema mostrará los productos registrados en formato de catálogo digital accesible para el público general sin necesidad de autenticación.
RF – 11	El sistema permitirá la recuperación de contraseña mediante el envío de un enlace seguro al correo electrónico registrado. El enlace de recuperación será de un solo uso y se invalidará inmediatamente tras el cambio de contraseña.
RF – 12	El sistema permitirá compartir productos mediante enlaces de redes sociales (Facebook - WhatsApp) y contacto directo a través de WhatsApp. Las etiquetas Open Graph serán generadas dinámicamente apuntando a la imagen optimizada por el módulo de procesamiento.
RF – 13	El sistema llevará un registro automático de la fecha en que se creó y la última vez que se modificó cada producto y usuario, como apoyo al seguimiento administrativo básico.
RF – 14	El administrador tendrá la capacidad de revisar, editar o eliminar cualquier producto del catálogo. Si una cuenta de artesana se desactiva, todos sus productos dejarán de mostrarse en el catálogo público de forma automática y volverán a aparecer en cuanto la cuenta sea reactivada.
RF – 15	Las artesanas podrán registrar ventas de forma manual desde el sistema, lo que actualizará automáticamente el stock disponible y quedará guardado en un historial con la fecha y la cantidad vendida. Además, podrán gestionar el estado de disponibilidad de cada uno de sus productos indicando si está disponible, reservado o vendido.

Código	Descripción
RF – 16	El sistema generará reportes de inventario, ventas e ingresos desglosados por período (semanal, mensual y anual) accesibles desde el panel del administrador y el panel personal de cada artesana.
RF – 17	El sistema permitirá a los visitantes y usuarias registradas dar “me gusta” a los productos del catálogo como indicador de interés, sin necesidad de autenticación para el público general.
RF – 18	El sistema permitirá a los visitantes y usuarias dejar comentarios en los productos del catálogo, los cuales serán visibles públicamente en la vista de detalle del producto.

Tabla 3:Requerimientos Funcionales

2.4.2 Requerimientos No Funcionales

Código	Descripción
RNF - 01	El sistema debe presentar una interfaz intuitiva que permita a usuarias con conocimientos básicos completar tareas principales en un tiempo máximo de 3 minutos, incluyendo ayudas visuales (tooltips).
RNF - 02	El sistema procesará la optimización de imágenes y la generación de descripciones de forma integrada durante el registro del producto, completando el proceso en un tiempo aproximado de 15 a 20 segundos. Durante este tiempo el sistema muestra un indicador de carga para informar a la usuaria que el proceso está en curso.
RNF – 03	El sistema debe garantizar la seguridad mediante autenticación de usuarios y almacenamiento cifrado de contraseñas utilizando PBKDF2-SHA256 con salt aleatorio integrado, evitando el almacenamiento en texto plano.

Código	Descripción
RNF – 04	El sistema debe ser accesible desde navegadores web modernos en dispositivos móviles y computadoras (diseño responsivo).
RNF – 05	El sistema debe tener una disponibilidad mínima del 99.5% durante su operación. Utilizando servicios de hosting confiables.
RNF – 06	El sistema debe mantener un tiempo de respuesta menor a 5 segundos en la carga del catálogo.
RNF – 07	El sistema deberá estar estructurado en módulos independientes (usuarios, productos, procesamiento de imágenes y descripciones) para facilitar su mantenimiento.
RNF – 08	El sistema garantizará la integridad de los datos aplicando validaciones en los formularios y usando transacciones en la base de datos para asegurar que la información se guarde de forma consistente.
RNF - 09	El sistema estará diseñado para escalar y soportar el crecimiento en la cantidad de productos registrados sin que eso afecte el rendimiento.
RNF – 10	El sistema funcionará correctamente incluso en condiciones de conectividad limitada, mostrando mensajes claros cuando no haya conexión disponible y permitiendo consultar páginas ya cargadas a través del caché del navegador.
RNF – 11	El sistema debe validar el tipo MIME y tamaño de las imágenes cargadas para prevenir ataques o uso indebido del sistema.
RNF – 12	El sistema ejecuta el procesamiento de imágenes y generación de descripciones como parte del flujo de registro, mostrando un indicador visual mientras el proceso se completa para evitar confusión en la usuaria.

Tabla 4: Requerimientos No Funcionales

2.5 Componentes de la Propuesta

2.5.1 Arquitectura del sistema

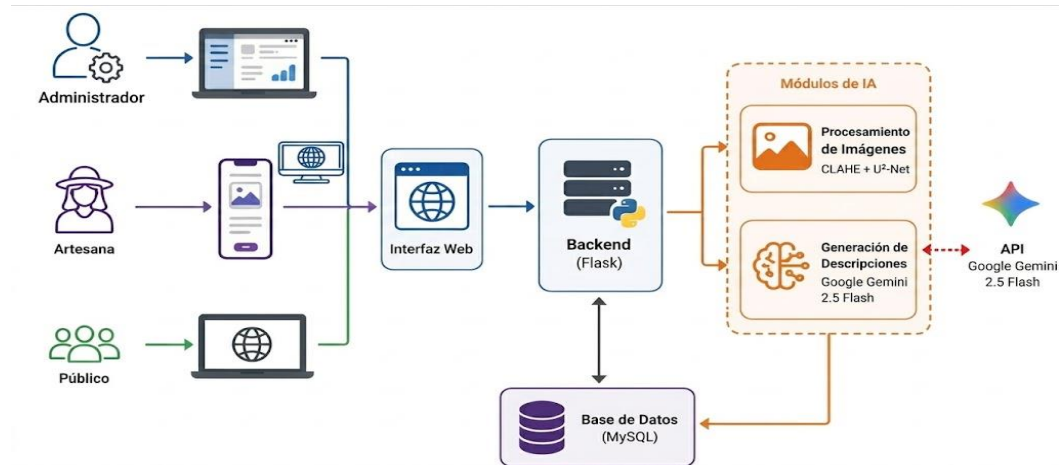


Figura 5: Arquitectura del sistema

El sistema propuesto Figura 5, se estructura bajo una arquitectura de tipo cliente-servidor, la cual permite separar las funciones de interacción del usuario de los procesos internos del sistema. Bajo este esquema, las usuarias pueden acceder al catálogo desde cualquier navegador web mientras todo el procesamiento pesado ocurre del lado del servidor. La capa de presentación fue pensada para que sea lo más intuitiva posible, de modo que una artesana pueda registrar productos, subir imágenes y revisar resultados sin necesitar conocimientos técnicos. Del otro lado, la capa lógica corre sobre un servidor en Flask que recibe cada solicitud, ejecuta las funciones del sistema y coordina el trabajo entre los distintos módulos.

Dentro de esta arquitectura se encuentra el componente de inteligencia artificial que se encarga de automatizar dos tareas fundamentales para mejorar la presentación digital de los productos. Para las imágenes, el proceso sigue un pipeline secuencial: inicia con la eliminación de fondo usando el modelo U²-Net a través de rembg, sigue con el recorte proporcional y la normalización del encuadre mediante Pillow, luego aplica el ajuste adaptativo de contraste e iluminación mediante CLAHE y termina con un realce de nitidez usando Unsharp Masking.

Después de ese proceso se integra el modelo de lenguaje basado en la API de Google Gemini 2.5 Flash, que redacta automáticamente la descripción de cada producto a partir de la información registrada. Todo lo procesado termina almacenado en una base de datos relacional gestionada con MySQL y

SQLAlchemy, desde donde se recupera para mostrarse en el catálogo digital. Esta integración de componentes hace posible ofrecer una solución funcional, ordenada y adaptada al contexto real de uso.

En cuanto al rendimiento y seguridad, el procesamiento de imagen y la generación de la descripción se ejecutan de forma integrada durante el registro del producto, tomándose un tiempo entre 15 a 20 segundos en completarse —tiempo que se explica por la carga computacional de los modelos de segmentación y las consultas a la API en la nube. Mientras esto sucede, la usuaria ve en pantalla un indicador de carga que le confirma que el proceso sigue en marcha.

Durante el desarrollo del sistema se migró de Gemini 2.0 Flash a Gemini 2.5 Flash, cambio motivado por el anuncio de Google de discontinuar la versión anterior a partir del 1 de junio de 2026. La nueva versión conserva íntegramente todas las capacidades multimodales que el sistema necesita y además mejora la calidad y estabilidad de las respuestas generadas.

Por el lado de la seguridad, el sistema aplica autenticación de usuarios, almacenamiento cifrado de contraseñas y validación de los archivos que se cargan, revisando tanto el tipo como el tamaño de las imágenes para prevenir usos indebidos. A esto se suman controles de integridad en la base de datos mediante transacciones, garantizando que los datos queden registrados de forma consistente incluso si ocurre algún fallo durante el procesamiento.

2.5.2 Diagramas de casos de uso

Diagrama general del sistema

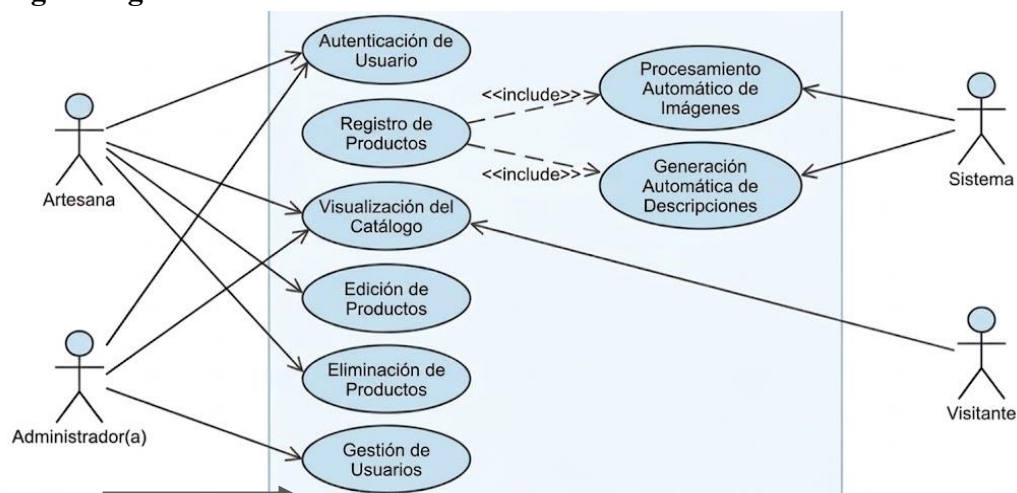


Figura 6: Diagrama General del Sistema: Elaboración Propia

Caso de Uso 1: Registro de Usuario (controlado)

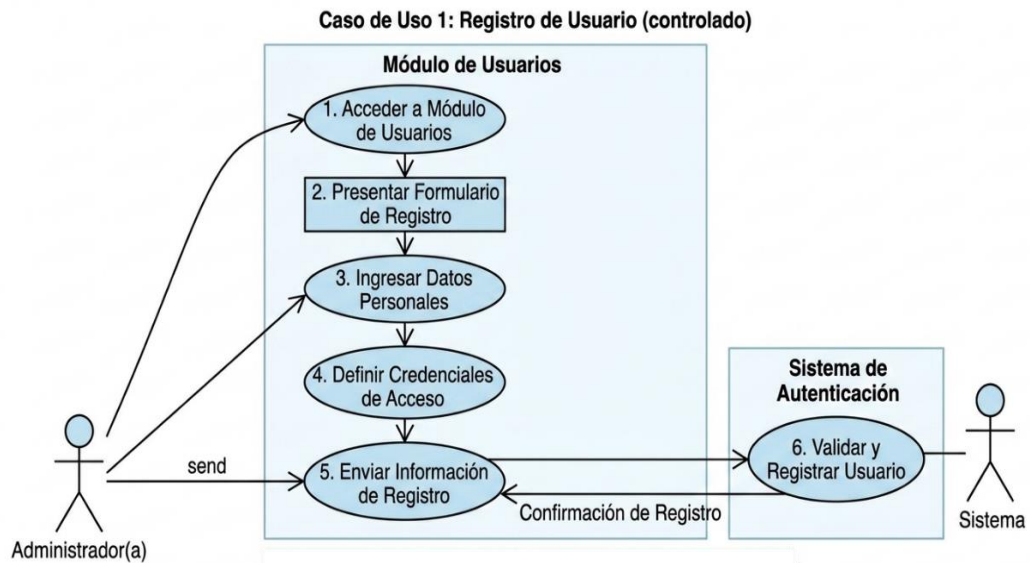


Figura 7: Diagrama de Registro de Usuario

Actor(es)	Administrador(a)
Elemento	Descripción
Definición	Permite al administrador registrar nuevas artesanas o habilitar su acceso al sistema.
Propósito	Garantizar que solo las artesanas pertenecientes a la asociación tengan acceso al sistema.
Procedimiento	1. El admin accede al módulo de usuarios. 2. Ingresar datos personales. 3. Define credenciales. 4. Envía información. 5. El sistema valida y registra el usuario.
Pre – condiciones	Administrador autenticado
Post – condiciones	Usuario registrado con acceso autorizado.

Tabla 5: Casos de uso. Registro de Usuario (controlado)

Caso de Uso 2: Autenticación de Usuario

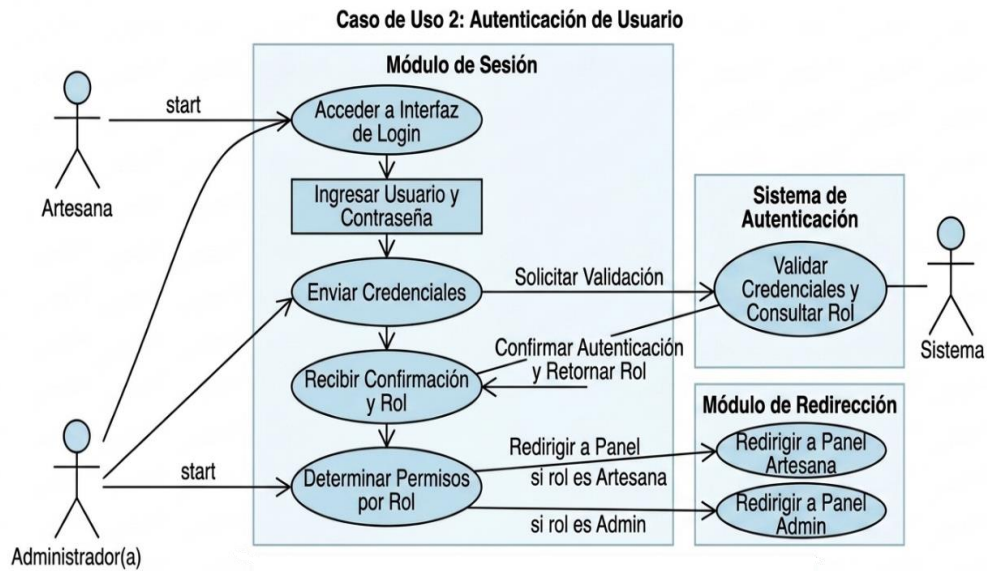


Figura 8: Diagrama de Autenticación de Usuario

Actor(es)	Artesana / Administrador(a)
Elemento	Descripción
Definición	Permite a los usuarios registrados acceder al sistema mediante el ingreso de credenciales únicas (usuario y contraseña), verificando su identidad a través del sistema de autenticación implementado.
Propósito	Garantizar un acceso seguro al sistema y proteger la información almacenada, asignando permiso según el rol del usuario.
Procedimiento	1. El usuario accede a la interfaz de inicio de sesión. 2. Ingresa su usuario y contraseña. 3. El sistema valida los datos en la base de datos. 4. Si son correctas, se inicia sesión. 5. El sistema identifica el rol y redirige al panel correspondiente.

Pre – condiciones	El usuario debe estar previamente registrado en el sistema.
Post – condiciones	El usuario accede al sistema con permisos definidos según su rol asignado (artesana o administrador).

Tabla 6: Casos de uso. Autenticación de usuario.

Caso de Uso 3: Gestión de Productos

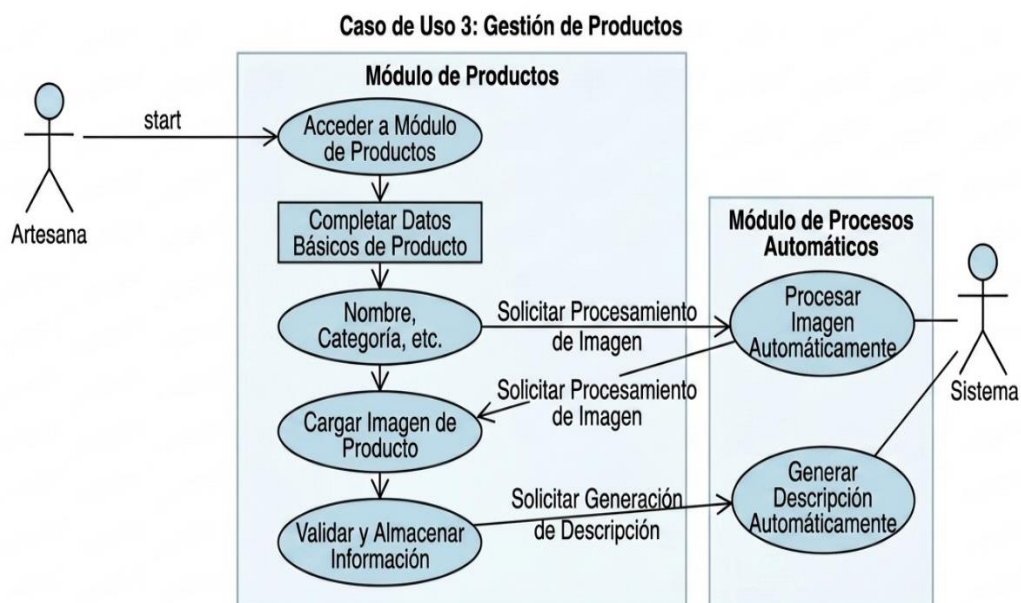


Figura 9: Diagrama de Gestión de Productos

Actor(es)	Artesana
Elemento	Descripción
Definición	Permite a las artesanas registrar nuevos productos dentro del catálogo digital mediante el ingreso de información básica y carga de imágenes.
Propósito	Facilitar la digitalización y publicación de productos artesanales en el entorno web.
Procedimiento	1. La artesana accede al módulo de productos. 2. Completa el formulario con datos del producto (nombre, categoría y datos básicos). 3. Carga la imagen del producto.

	4. Envía la información. 5. El sistema valida y almacena los datos. 6. Se activan procesos automáticos asociados (imagen y descripción).
Pre – condiciones	Usuario autenticado con rol de artesana.
Post – condiciones	Producto registrado y almacenado correctamente en la base de datos listo para procesamiento y visualización.

Tabla 7: Casos de uso. Gestión de productos

Caso de Uso 4: Procesamiento Automático de Imágenes

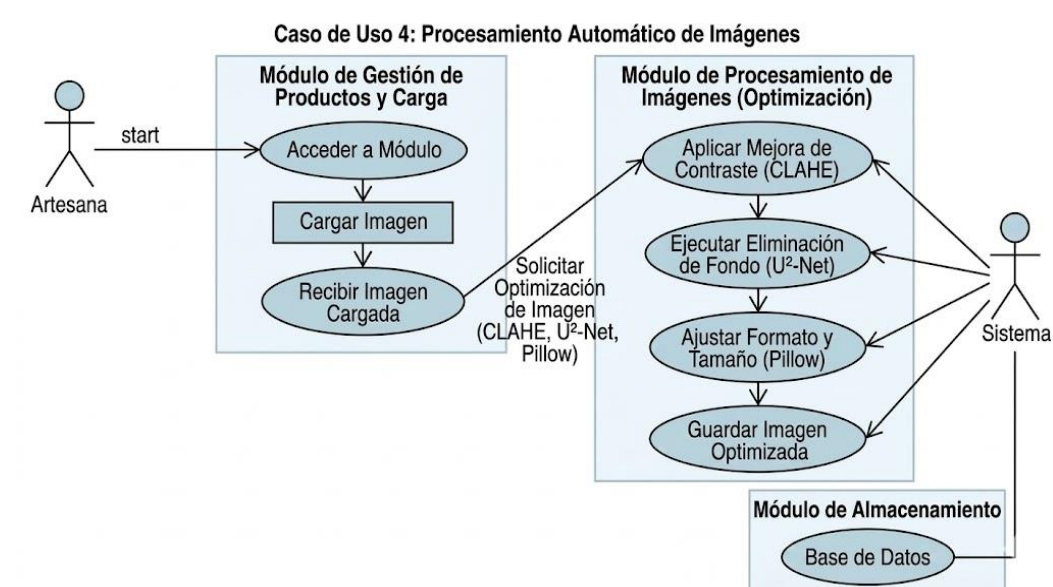


Figura 10: Diagrama de Procesamiento Automático de Imágenes

Actor(es)	Sistema
Elemento	Descripción
Definición	Aplica técnicas de procesamiento digital para mejorar la calidad visual de las imágenes cargadas por las artesanas.
Propósito	Optimizar la presentación visual de los productos mediante la mejora de contraste, iluminación y eliminación de fondo.

Procedimiento	1. El sistema recibe la imagen cargada. 2. Ejecuta eliminación de fondo (U²-Net). 3. Aplica recorte y estandarización (Pillow). 4. Aplica mejora de contraste e iluminación (CLAHE). 5. Realza nitidez (Unsharp Masking). 6. Guarda la imagen optimizada en el sistema.
Pre – condiciones	Imagen cargada correctamente por la usuaria.
Post – condiciones	Imagen optimizada almacenada para su visualización.

Tabla 8: Casos de uso. Procesamiento Automático de Imágenes

Caso de Uso 5: Generación automática de Descripciones

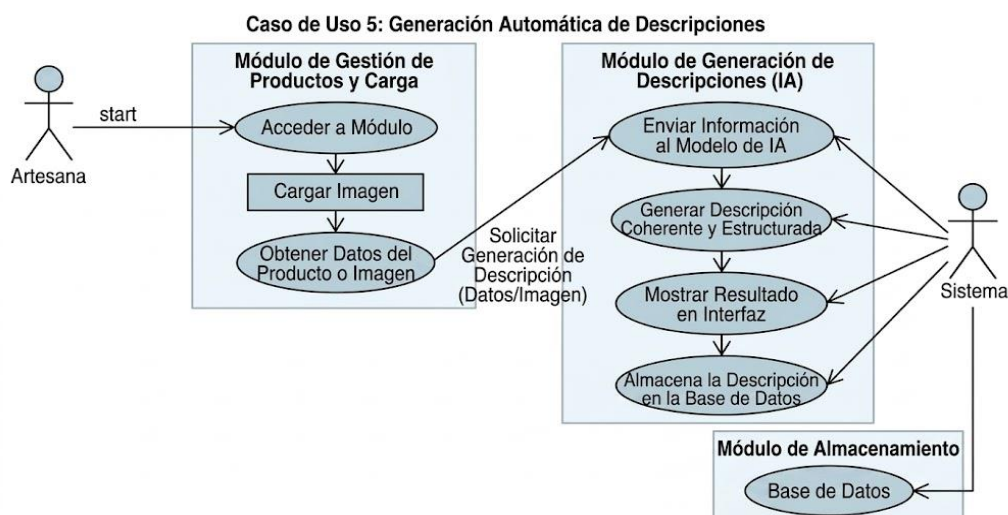


Figura 11: Diagrama de Generación Automática de Descripciones

Actor(es)	Sistema
Elemento	Descripción
Definición	Genera descripciones automáticas utilizando inteligencia artificial en lenguaje natural a partir de los datos del producto o su imagen.

Propósito	Reducir el esfuerzo manual y mejorar la calidad del contenido textual del catálogo.
Procedimiento	1. El sistema obtiene los datos del producto o su imagen. 2. Envía la información al modelo de IA. 3. Genera una descripción coherente y estructurada. 4. Muestra el resultado en la interfaz. 5. Almacena la descripción en la base de datos. 6. La artesana revisa y opcionalmente edita la descripción generada. 7. El sistema guarda la versión final de la descripción.
Pre – condiciones	Producto registrado en el sistema.
Post – condiciones	Descripción generada validada y almacenada en la base de datos.

Tabla 9: Casos de uso. Generación Automática de Descripciones

Caso de Uso 6: Visualización del Catálogo

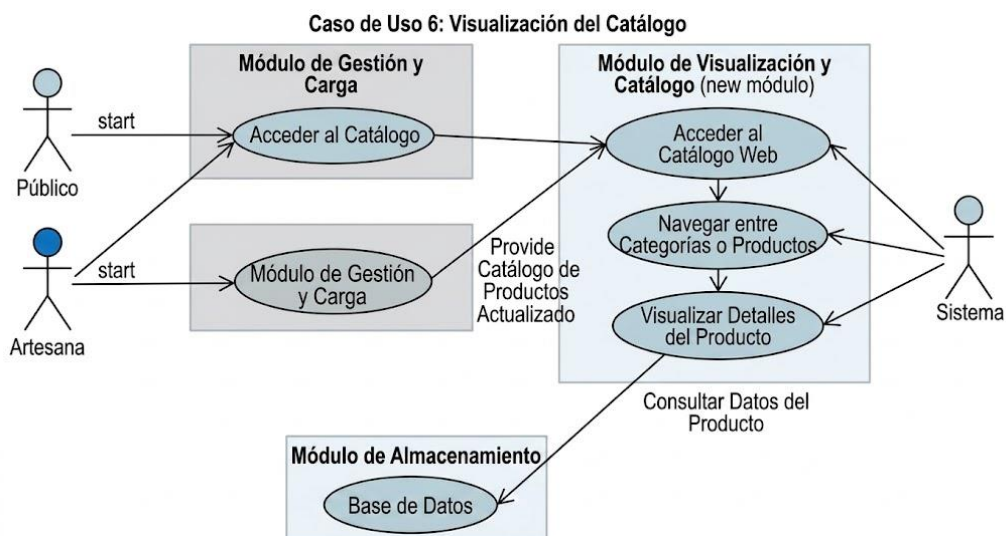


Figura 12: Diagrama de Visualización del Catálogo

Actor(es)	Público / Artesana
Elemento	Descripción
Definición	Permite a los usuarios visualizar los productos disponibles en el catálogo digital.
Propósito	Facilitar el acceso a la información de los productos artesanales para su consulta y difusión.
Procedimiento	1. El usuario accede al catálogo web. 2. Navega entre categorías o productos. 3. Visualiza detalles como imagen, descripción nombre de la artesana. 4. Puede dar me gusta al producto. 5. Puede dejar un comentario público.
Pre – condiciones	Acceso a internet y navegador web.
Post – condiciones	Usuario visualiza correctamente los productos disponibles.

Tabla 10: Casos de uso. Visualización del Catálogo

Caso de Uso 7: Edición de Productos

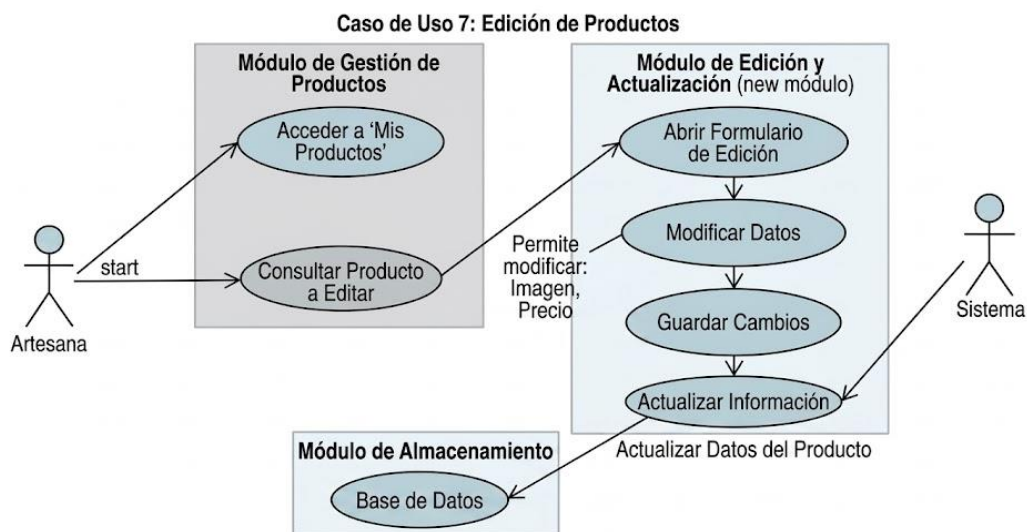


Figura 13: Diagrama de Edición Productos

Actor(es)	Artesana /Administrador(a)
Elemento	Descripción
Definición	Permite modificar la información de productos registrados, restringiendo el acceso de las artesanas únicamente a sus propios registros.
Propósito	Mantener actualizado la información del catálogo.
Procedimiento	1. El usuario accede al listado de productos. 2. Accede a la opción de edición. 3. Modifica los datos necesarios. 4. Guarda los cambios. 5. El sistema actualiza la información.
Pre – condiciones	El usuario debe estar autenticado. El producto debe pertenecer al usuario logueado (si es artesana).
Post – condiciones	Producto actualizado correctamente.

Tabla 11: Casos de uso. Edición Productos

Caso de Uso 8: Eliminación de Productos

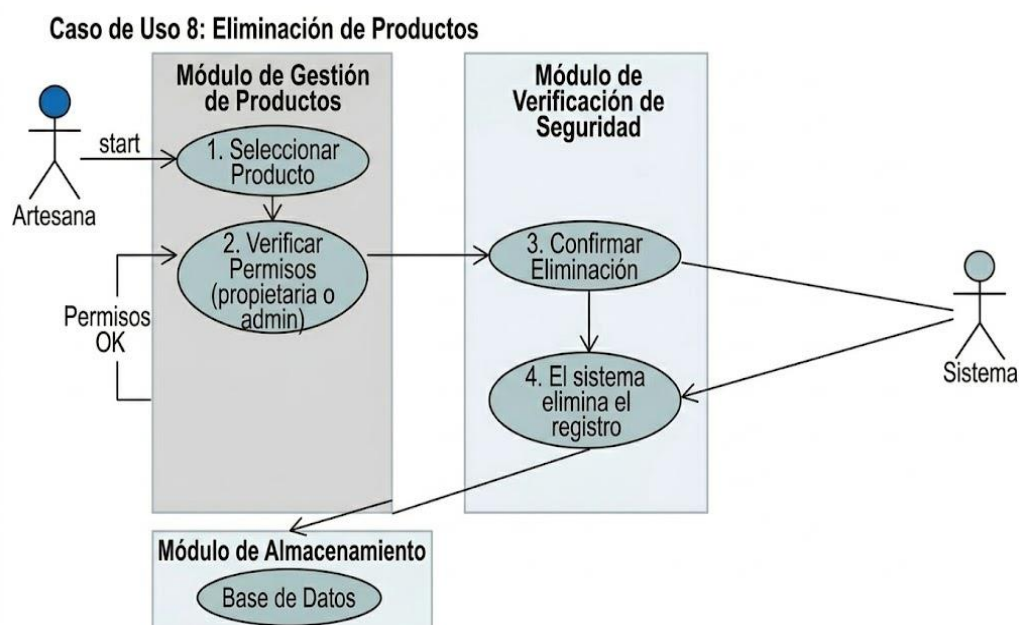


Figura 14: Diagrama de Eliminación de Productos

Actor(es)	Artesana /administrador
Elemento	Descripción
Definición	Permite eliminar productos registrados dentro del sistema.
Propósito	Mantener el catálogo organizado y actualizado.
Procedimiento	1. El usuario accede a su lista de productos registrados. 2. Verificar permisos (propietaria o admin). 3. Se selecciona la opción de eliminar y se confirma la eliminación del producto. 4. El sistema elimina el registro.
Pre – condiciones	Producto existente en el sistema.
Post – condiciones	Producto eliminado permanentemente.

Tabla 12: Casos de uso. Eliminación de Productos

Caso de Uso 9: Control de Acceso por Propiedad

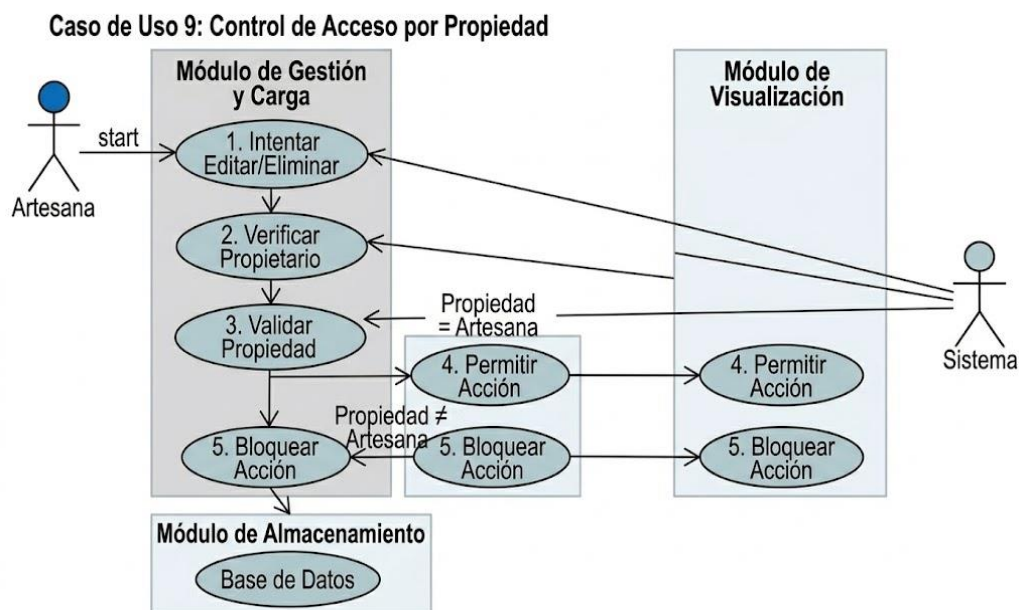


Figura 15: Diagrama de Control de Acceso por Propiedad

Actor(es)	Sistema
Elemento	Descripción
Definición	Permite validar que cada artesana únicamente puede modificar o eliminar los productos que le pertenecen.
Propósito	Garantizar la seguridad y la integridad de la información dentro del sistema.
Procedimiento	1. Usuario intenta editar/eliminar. 2. Sistema verifica propietario del producto. 3. Se coincide → permite acción. 4. Si no → bloquea acción.
Pre – condiciones	Usuario autenticado.
Post – condiciones	Acceso autorizado o denegado correctamente.

Tabla 13: Casos de uso. Control de Acceso por Propiedad

Caso de Uso 10: Gestión de Usuarios

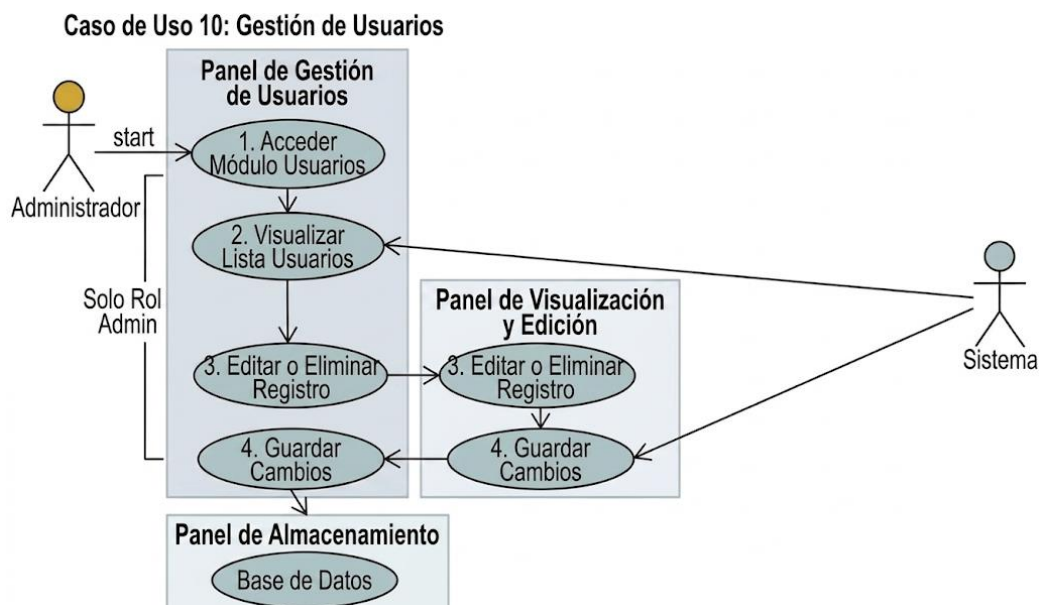


Figura 16: Diagrama de Gestión de Usuarios

Actor(es)	Administrador
Elemento	Descripción
Definición	Permite administrar los usuarios registrados en el sistema.
Propósito	Mantener control básico sobre los usuarios del sistema, garantizando acceso autorizado y visualizar el impacto del catálogo.
Procedimiento	1. Autenticarse como administrador. 2. Acceder al panel administrador. 3. Visualizar el listado de artesanas registradas y métricas de productos registrados. 4. Guardar cambios.
Pre – condiciones	Acceso con rol de administrador autenticado.
Post – condiciones	Usuarios gestionados correctamente.

Tabla 14: Casos de uso. Gestión de Usuarios

Caso de Uso 11: Recuperación de Contraseña

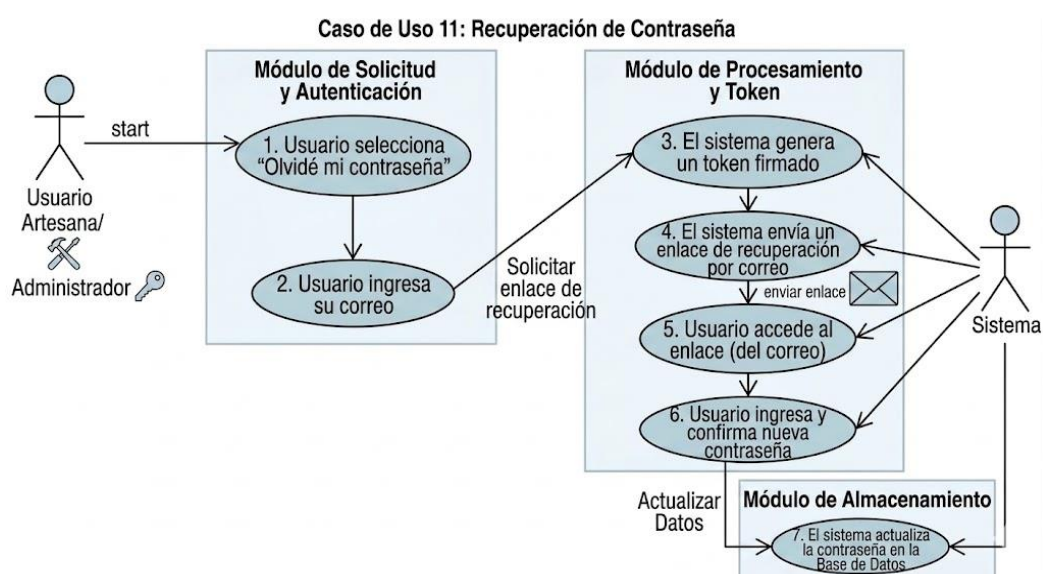


Figura 17: Diagrama de Recuperación de Contraseña

Actor(es)	Artesana /Administrador
Elemento	Descripción
Definición	Permite establecer la contraseña mediante un enlace enviado al correo registrado.
Propósito	Garantizar que los usuarios puedan recuperar acceso al sistema.
Procedimiento	1. Usuario “Olvidé mi contraseña” 2. Ingresa su correo. 3. El sistema genera un token firmado y envía el enlace. 4. El usuario accede al enlace. 5. Ingresa y confirma la nueva contraseña. 6. El sistema actualiza la contraseña. 7. El sistema invalida el token utilizado.
Pre – condiciones	Correo registrado en el sistema y cuenta activa.
Post – condiciones	Contraseña actualizada, usuario puede iniciar sesión. Token invalido para prevenir reutilización.

Tabla 15: Casos de Uso. Recuperación de Contraseña

Caso de Uso 12: Compartir Producto

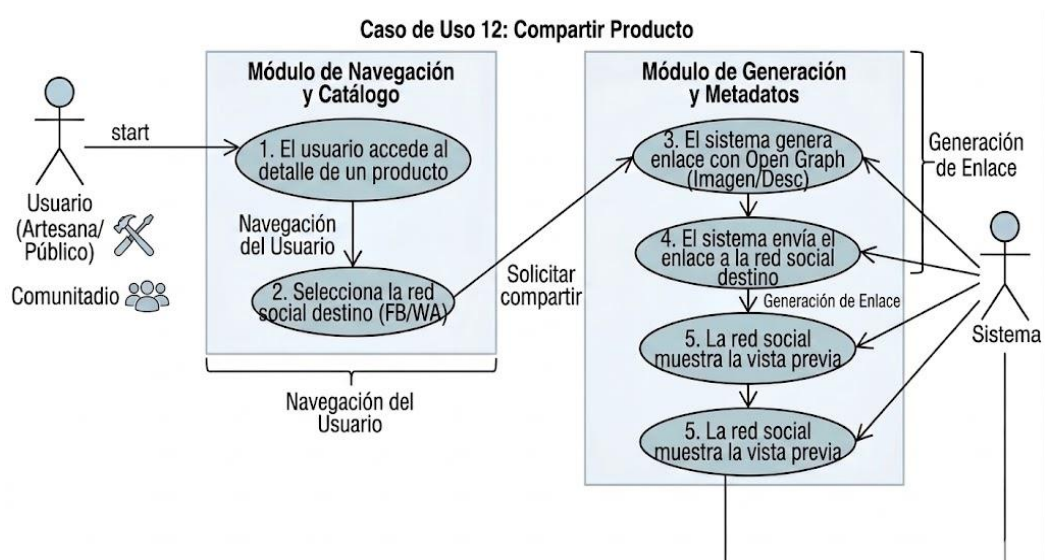


Figura 18: Diagrama de Compartir Producto

Actor(es)	Artesana / Público
Elemento	Descripción
Definición	Permite compartir un producto del catálogo en Facebook o WhatsApp con vista previa.
Propósito	Facilitar la difusión digital de los productos artesanales en redes sociales.
Procedimiento	1. El usuario accede al detalle de un producto. 2. Selecciona la red social destino. 3. El sistema genera el enlace con metadatos Open Graph. 4. La red social muestra la vista previa con imagen y descripción.
Pre – condiciones	Producto publicado y visible en el catálogo.
Post – condiciones	Producto compartido con presentación visual coherente.

Tabla 16: Casos de Usos: Compartir Producto

Caso de Uso 13: Registro de Venta Manual

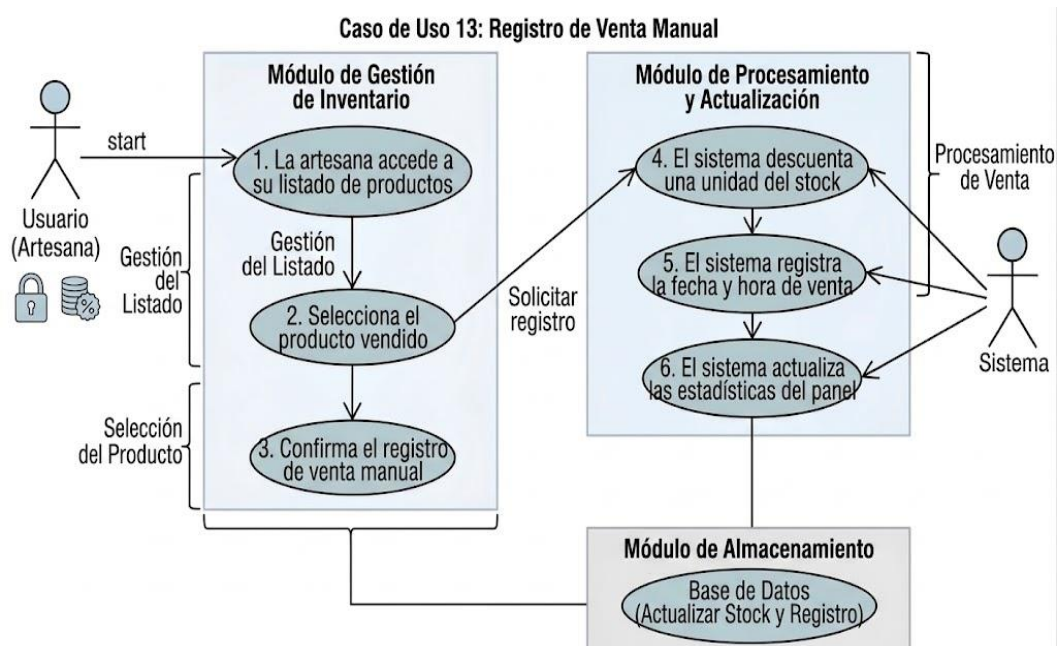


Figura 19: Diagrama de Registro de Venta Manual

Actor(es)	Artesana
Elemento	Descripción
Definición	Permite registrar una venta realizada fuera del sistema y actualizar el stock automáticamente.
Propósito	Mantener el inventario actualizado cuando la venta ocurre por WhatsApp u otro medio externo.
Procedimiento	1. La artesana accede a su listado de productos. 2. Selecciona el producto vendido. 3. Confirma el registro de venta. 4. El sistema descuenta una unidad del stock y registra la fecha.
Pre – condiciones	Producto con stock disponible mayor a cero. Artesana autenticada.
Post – condiciones	Venta registrada, stock actualizado, estadísticas actualizadas en el panel.

Tabla 17: Casos de Usos: Registro de Venta Manual

Caso de Uso 14: Consulta de Reportes y Estadísticas

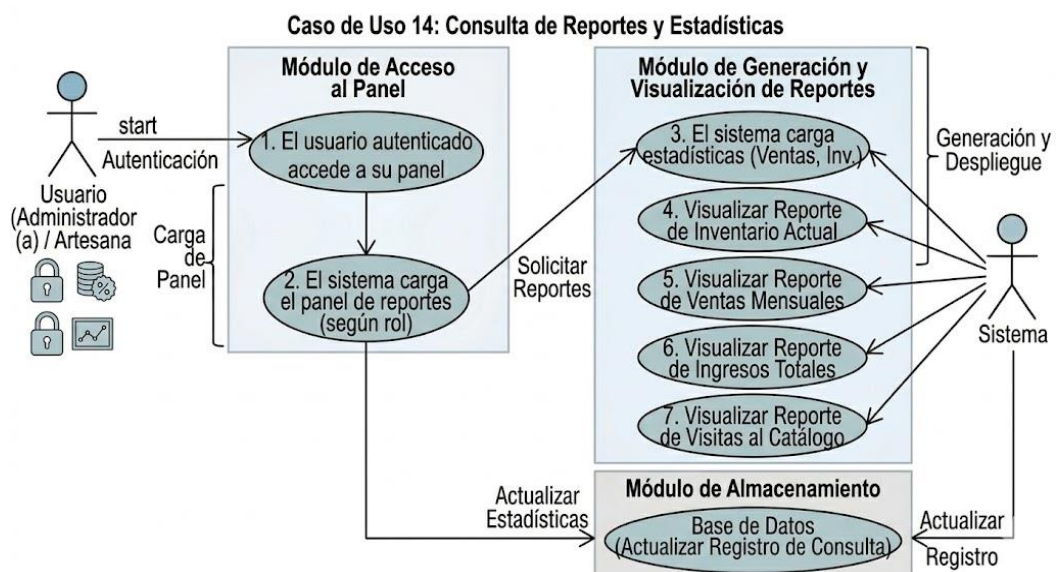


Figura 20: Diagrama de Consulta de reportes y Estadísticas

Actor(es)	Administrador (a) / Artesana
Elemento	Descripción
Definición	Permite consultar estadísticas de ventas, inventario y visitas desde el panel correspondiente según el rol.
Propósito	Facilitar la toma de decisiones sobre el catálogo basada en datos reales de actividad del sistema.
Procedimiento	1. El usuario accede a su panel. 2. El sistema carga automáticamente las estadísticas correspondientes a su rol. 3. El usuario visualiza los reportes de inventario, ventas, ingresos y visitas.
Pre – condiciones	Usuario autenticado con acceso a su panel.
Post – condiciones	Información visualizada correctamente según el rol asignado.

Tabla 18: Casos de Usos: Consultas y Reportes de Ventas y Estadísticas

2.6 Modelado de datos

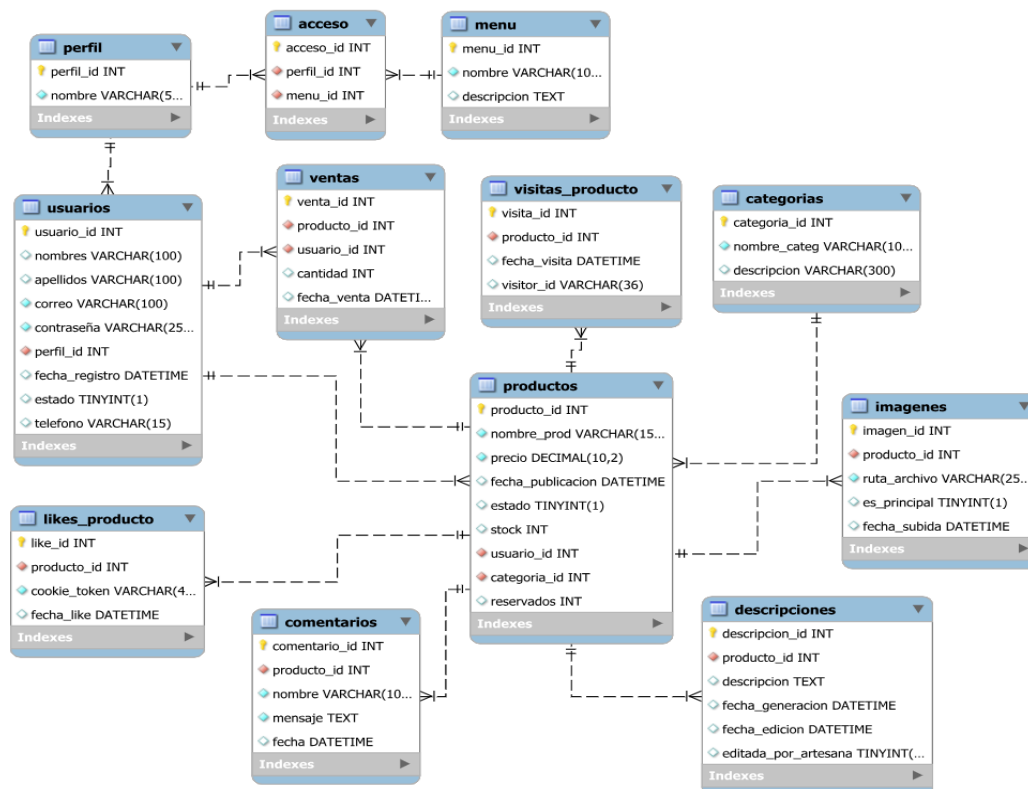


Figura 21: Modelo de datos

El modelo de datos del sistema Figura 21, se estructura en doce tablas relacionales implementadas en MySQL. La tabla usuarios almacena las credenciales y datos personales de las artesanas y el administrador, incluyendo teléfono para contacto directo, vinculada a la tabla perfil que define el rol asignado. Las tablas menu y acceso definen la estructura de navegación del sistema y los permisos por perfil de usuario.

La tabla productos constituye el núcleo del catálogo, incorporando los campos reservados para gestión de reservas y estado para control de disponibilidad, relacionada con categorías para su clasificación, con imágenes para el almacenamiento de fotografías optimizadas por IA, y con descripciones para los textos generados automáticamente con soporte de edición manual por la artesana.

Las tablas ventas y visitas producto hacen posible el seguimiento de la actividad comercial y del tráfico público al catálogo respectivamente, guardando fechas que permiten analizarlos por período. La tabla likes producto almacena los “me gusta” que dejan los visitantes, identificando a cada uno mediante una cookie única guardada en el navegador – de esa forma se puede distinguir a cada visitante sin importar desde qué red esté accediendo, y medir el interés que genera en cada producto sin necesidad que nadie se registre. Y la tabla comentarios guarda las opiniones que dejan tanto visitantes como usuarias registradas en cada producto, almacenando el nombre de quien comenta, el mensaje y la fecha para que luego se muestren de forma pública en el catálogo.

2.7 Diseño de Interfaces

El diseño de interfaces del sistema se orientó a la simplicidad y accesibilidad, considerando que las usuarias principales son artesanas con conocimientos básicos en el uso de dispositivos digitales. Se adoptó un esquema visual coherente basado en colores institucionales de la Comuna Loma Alta – verde oscuro, amarillo y crema – con tipografía clara y navegación intuitiva. Todas las interfaces son responsivas y funcionan correctamente en dispositivos móviles y computadoras, adaptándose al tamaño de pantalla disponible sin requerir versiones separadas del sistema. El acceso a las funcionalidades varía según el perfil del usuario.

Interfaz pública – Página Principal



Figura 22: Interfaz pública– Página Principal

La página principal Figura 22, constituye el punto de entrada al catálogo para el público general. En la parte superior se observa el nombre del catálogo junto a un slogan que hace referencia a la comunidad de Loma Alta, pensado para que cualquier visitante entienda de inmediato de dónde vienen los productos. Debajo aparecen las categorías disponibles con iconos representativos y una sección con los productos publicados más recientemente, mostrando su imagen, nombre y precio. Todo esto puede navegarlo libremente cualquier persona sin necesidad de crear una cuenta ni iniciar sesión.

Interfaz pública – Catálogo de Productos



Figura 23: Interfaz pública – Catálogo de Productos

Al entrar al catálogo completo, el visitante encuentra cada producto activo representado en una tarjeta visual independiente como se muestra en la Figura 23. Cada tarjeta muestra la imagen procesada por el módulo de IA, el nombre del producto, el precio y el stock disponible. El público puede acceder al detalle de cualquier producto, pero no tiene opciones de edición.

Interfaz pública – Detalle de producto

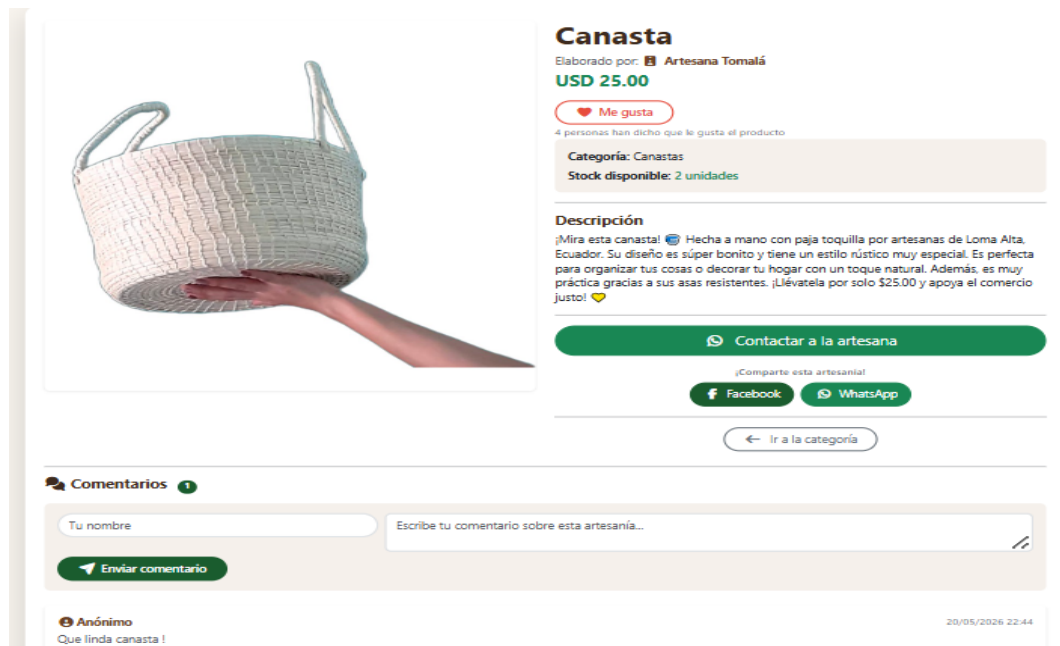


Figura 24: Interfaz pública – Detalle de producto

La vista de detalle muestra la información completa de un producto: imagen optimizada, nombre del producto, nombre de la artesana que lo elaboró, precio, categoría, stock disponible y la descripción generada por inteligencia artificial. Incluye un botón de contacto directo por WhatsApp, opciones para compartir en Facebook y WhatsApp mediante metadatos Open Graph, un botón de me gusta con contador público y una sección de comentarios donde visitantes y usuarias pueden dejar opiniones sobre el producto, como se puede observar en la Figura 24.

Interfaz de Compartir en Redes Sociales

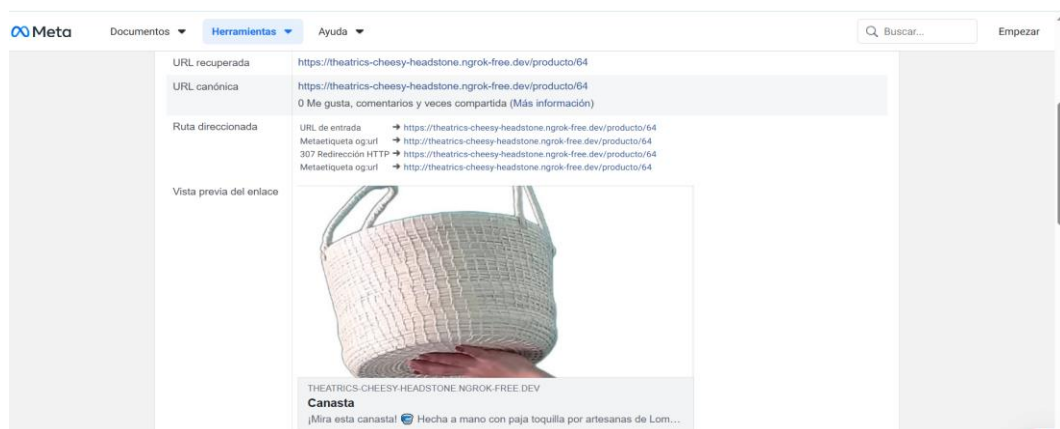


Figura 25: Previsualización del producto al compartir en “Facebook” mediante metadatos “Open Graph”



Figura 26: Previsualización del producto al compartir mediante “WhatsApp”

El sistema incorpora en la vista de detalle de cada producto dos mecanismos de difusión digital. El primero deja compartir el producto en Facebook o WhatsApp con solo presionar un botón, que arma automáticamente un enlace enriquecido con metadatos Open Graph –esto incluye el nombre del producto, su descripción y la imagen ya optimizada. El segundo mecanismo es un enlace directo a WhatsApp que incluye el nombre del producto en el mensaje, así el visitante no tiene que escribirlo manualmente.

Para que la vista previa enriquecida se vea correctamente al compartir es necesario que el sistema esté funcionando en un servidor con dominio público, ya que las plataformas de Facebook y WhatsApp no pueden leer los metadatos Open Graph desde una dirección IP local. Como se aprecia en las Figuras 25 y 26, la funcionalidad fue comprobada mediante la herramienta oficial de Meta y en WhatsApp, donde el enlace genera automáticamente una tarjeta enriquecida con la imagen, el nombre y la descripción del producto.

Interfaz pública – Catálogo por categorías



Figura 27: Interfaz pública – Catálogo por categorías

Esta interfaz permite al visitante explorar los productos organizados por tipo de artesanía, Figura 27. Al seleccionar una categoría se despliegan únicamente los productos correspondientes, facilitando la búsqueda específica.

Interfaz de autenticación – Inicio de sesión

The image shows a login form for 'Catálogo Artesanal'. At the top, there is a logo of a brown bird and the text 'Catálogo Artesanal' with the subtitle 'Ingresa tus credenciales para continuar'. Below this, there are two input fields: 'Correo electrónico' with the placeholder 'tucorreo@email.com' and 'Contraseña' with a password icon and a toggle for visibility. A link '¿Olvidaste tu Contraseña?' is positioned below the password field. A large brown button labeled 'Iniciar sesión' is at the bottom. At the very bottom, there is a link '¿No tienes cuenta? Contacta al administrador.'

Figura 28: Interfaz de autenticación – Inicio de sesión

El acceso de las funciones de gestión del catálogo está restringido a usuarios registrados, quienes deben autenticarse mediante la pantalla de inicio de sesión, Figura 28. En esta pantalla se solicita al usuario el ingreso de sus credenciales (correo y contraseña), las cuales son validados por el sistema a través de la base de datos.

Una vez que el sistema verifica que los datos son correctos, identifica el rol asignado al usuario y redirige de manera automática al panel que le corresponde – el de la artesana o el de administración, según sea el caso.

El registro de nuevos usuarios no está disponible de manera pública, esa tarea le corresponde solamente al administrador, justo para garantizar de que solo las artesanas que forman parte de la asociación puedan acceder a las funcionalidades de gestión.

Interfaz de autenticación – Recuperación de Contraseña

The image shows a password recovery form. At the top, there is a key icon and the text 'Recuperar contraseña' with the subtitle 'Ingresa tu correo y te enviaremos un enlace para restablecer tu contraseña.'. Below this, there is an input field for 'Correo electrónico' with the placeholder 'tucorreo@email.com'. A large brown button labeled 'Enviar enlace' is at the bottom. At the very bottom, there is a link '← Volver al inicio de sesión'.

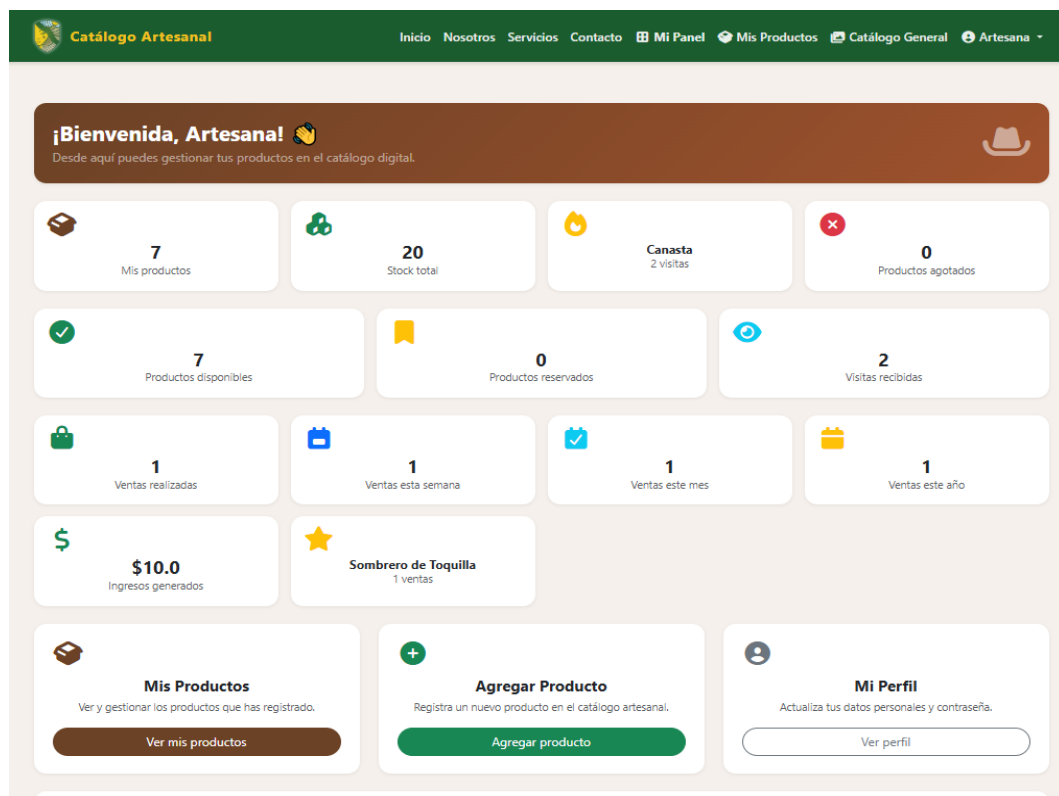
Figura 29: Interfaz de autenticación – Recuperación de Contraseña



Figura 30: Correo de restablecimiento de contraseña recibido por la usuaria

Esta interfaz permite a las usuarias recuperar el acceso al sistema ingresando su correo electrónico registrado. El sistema genera un enlace de un solo uso con una vigencia de 30 minutos y lo envía al correo electrónico asociado, Figura 30. Como se aprecia en la Figura 30, el correo recibido incluye un botón de acceso directo para restablecer la contraseña. Al acceder al enlace, la usuaria puede establecer una nueva contraseña de forma segura. Por seguridad, el enlace expira automáticamente una vez transcurrido el tiempo establecido.

Interfaz de la Artesana – Panel principal



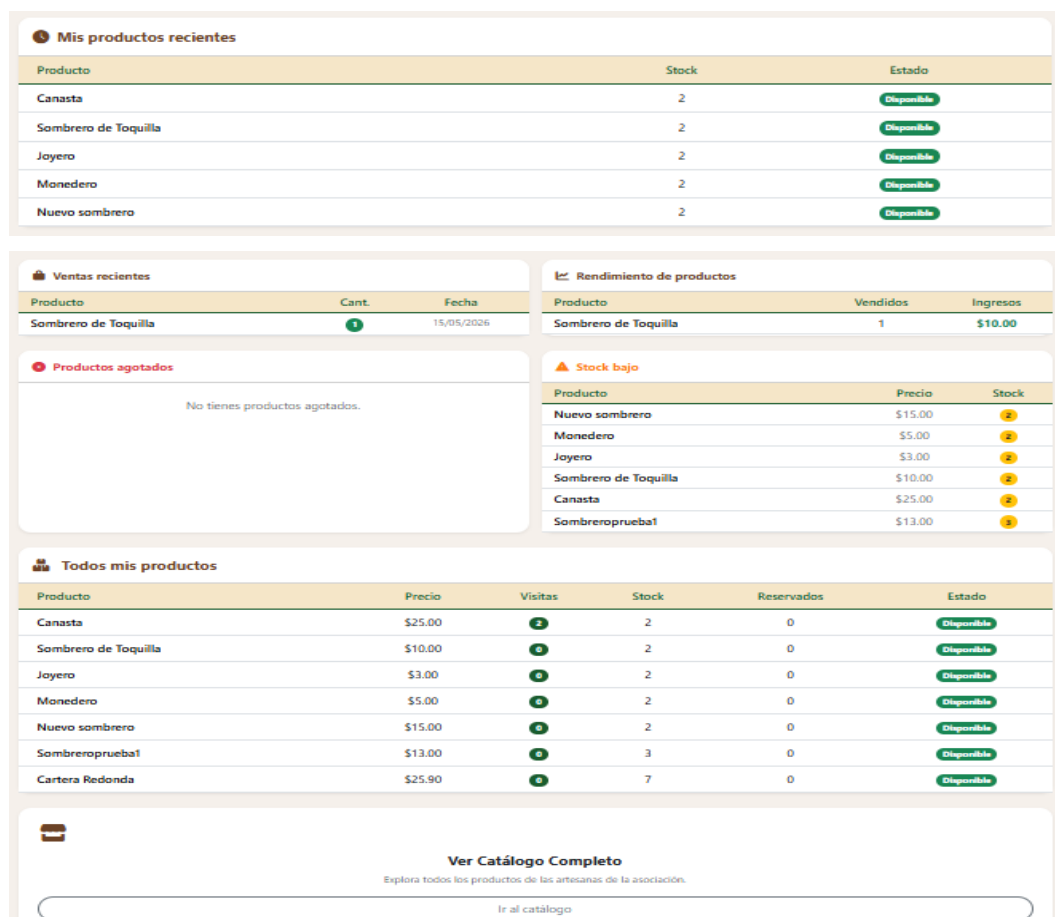


Figura 31: Interfaz de la Artesana – Panel principal

Una vez que la artesana inicia sesión, llega a su panel personal donde puede ver estadísticas de su actividad individual: cuántos productos tiene registrados, cuánto stock le queda disponible, qué productos tiene reservados, cuántas visitas ha recibido en sus productos y cuántas ventas se han realizado por período e ingresos generados, detalles que se observan en la Figura 31. Incluye accesos directos a gestión de productos, registro de nuevo producto y perfil personal, junto con tablas detalladas de ventas recientes, rendimiento de productos, alertas de stock bajo – agotado y de todos los productos registrados como también a un acceso de ver el catálogo completo.

Si bien el panel consolida una cantidad considerable de información, el diseño está orientado a reducir la sobrecarga cognitiva: los accesos directos se presentan como iconos grandes con etiquetas de texto, los datos se agrupan en tarjetas claramente delimitadas y se emplean colores diferenciados según el tipo de información. Esta estructura permite que una artesana con conocimientos digitales básicos pueda orientarse y operar el panel sin necesidad de formación previa.

Interfaz de la Artesana – Mis Productos

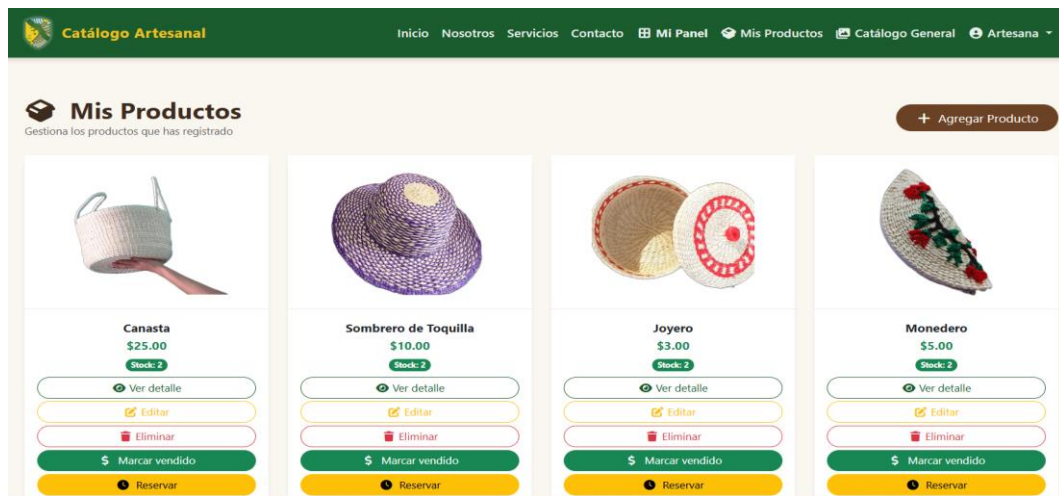


Figura 32: Interfaz de la Artesana – Mis Productos

En esta sección Figura 32, muestra un listado de los productos registrados por la artesana, incluyendo su información necesaria del producto. Cada tarjeta muestra la imagen, nombre, precio y estado del stock. La artesana puede acceder al detalle, editar o eliminar cada producto. Los botones de gestión solo aparecen para los productos de su propiedad, garantizando que no pueda modificar productos de otras compañeras.

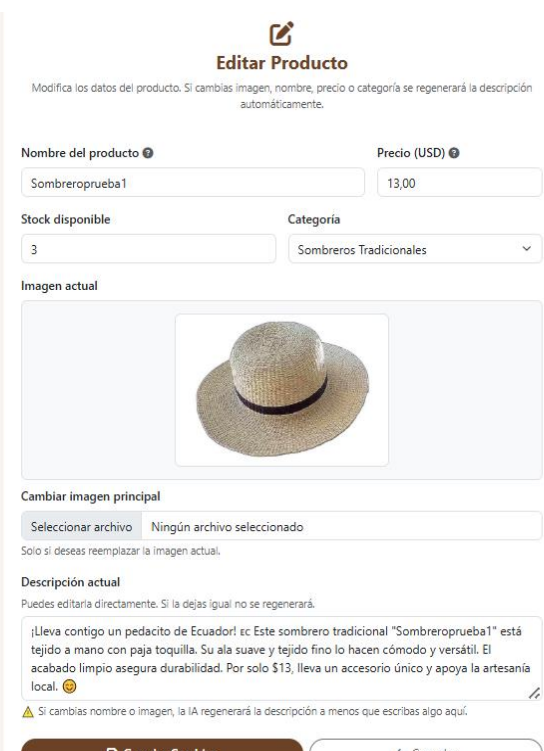
Interfaz de la Artesana – Registro de producto

Figura 33: Interfaz de la Artesana – Registro de producto

El formulario de registro Figura 33, permite a la artesana ingresar nuevos productos al catálogo digital. Para ello, la usuaria debe completar los campos correspondientes al nombre del producto y seleccionar la categoría a la que pertenece. Así mismo debe cargar una fotografía del producto desde su dispositivo.

Al seleccionar la imagen se muestra una vista previa inmediata. Al enviar el formulario, el sistema procesa automáticamente la imagen aplicando eliminación de fondo, mejora de contraste y nitidez, y genera la descripción mediante inteligencia artificial de forma integrada, completando el proceso aproximadamente 15 a 20 segundos. Durante este tiempo la interfaz muestra un indicador visual acompañado del texto “Guardando...” para que la artesana sepa que el sistema está trabajando.

Interfaz de la Artesana – Edición de Producto



Editar Producto

Modifica los datos del producto. Si cambias imagen, nombre, precio o categoría se regenerará la descripción automáticamente.

Nombre del producto Precio (USD)

Stock disponible Categoría

Imagen actual

Cambiar imagen principal

Solo si deseas reemplazar la imagen actual.

Descripción actual

Puedes editarla directamente. Si la dejas igual no se regenerará.

¡Lleva contigo un pedacito de Ecuador! Este sombrero tradicional "Sombrero prueba 1" está tejido a mano con paja toquilla. Su ala suave y tejido fino lo hacen cómodo y versátil. El acabado limpio asegura durabilidad. Por solo \$13, lleva un accesorio único y apoya la artesanía local. 🧶

⚠️ Si cambias nombre o imagen, la IA regenerará la descripción a menos que escribas algo aquí.

Figura 34: Interfaz de la Artesana – Edición de Producto

La interfaz de edición permite modificar todos los datos del producto, Figura 34. Muestra la imagen actual y permite reemplazarla. Si la artesana cambia el nombre o la imagen, el sistema regenera automáticamente la descripción mediante IA; durante este proceso la interfaz muestra un aviso visual con texto “Generando descripción...” para que la artesana sepa que el sistema está trabajando y no confunda la espera con un error. Si la artesana prefiere mantener o personalizar la descripción, puede editarla directamente en el campo de texto sin que el sistema la sobrescriba.

Interfaz de la Artesana – Edición de Descripción

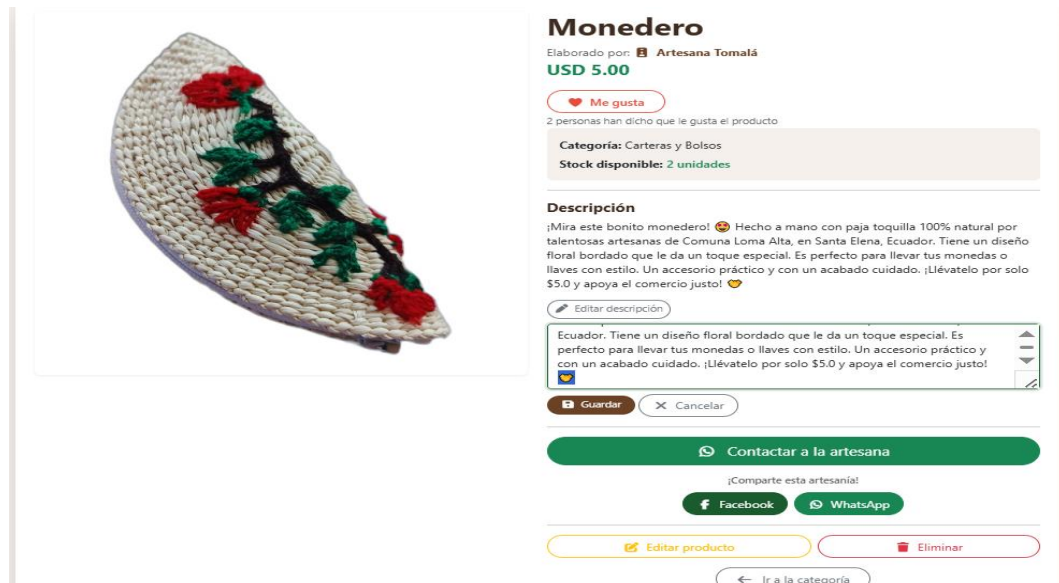


Figura 35: Interfaz de la Artesana – Edición de Descripción

La interfaz de edición de descripción Figura 35, permite a la artesana modificar el texto generado automáticamente por la inteligencia artificial sin necesidad de regenerar el contenido. Desde la vista de detalle producto, la artesana puede activar el campo de edición, modificar la descripción a su criterio y guardar los cambios directamente. El sistema conserva la nueva versión del texto sin sobrescribirla en futuras ediciones del producto, salvo que se cambie el nombre o la imagen.

Interfaz de la Artesana – Perfil personal

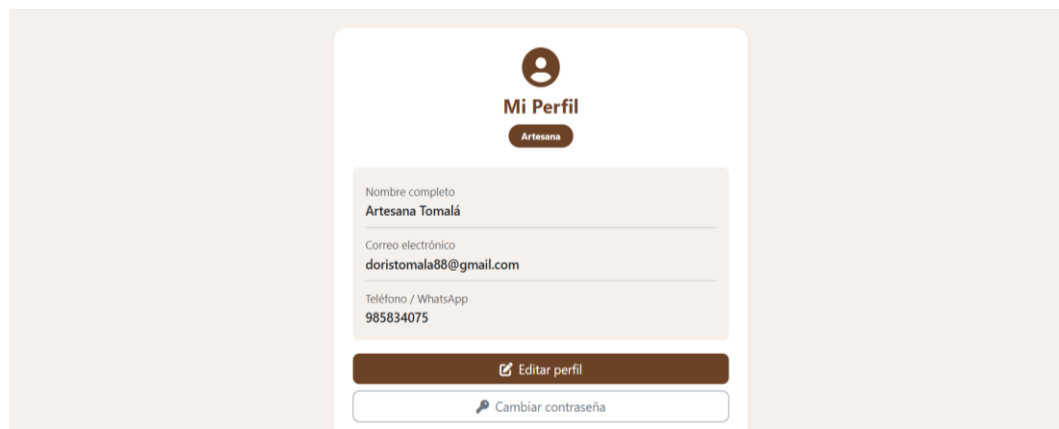
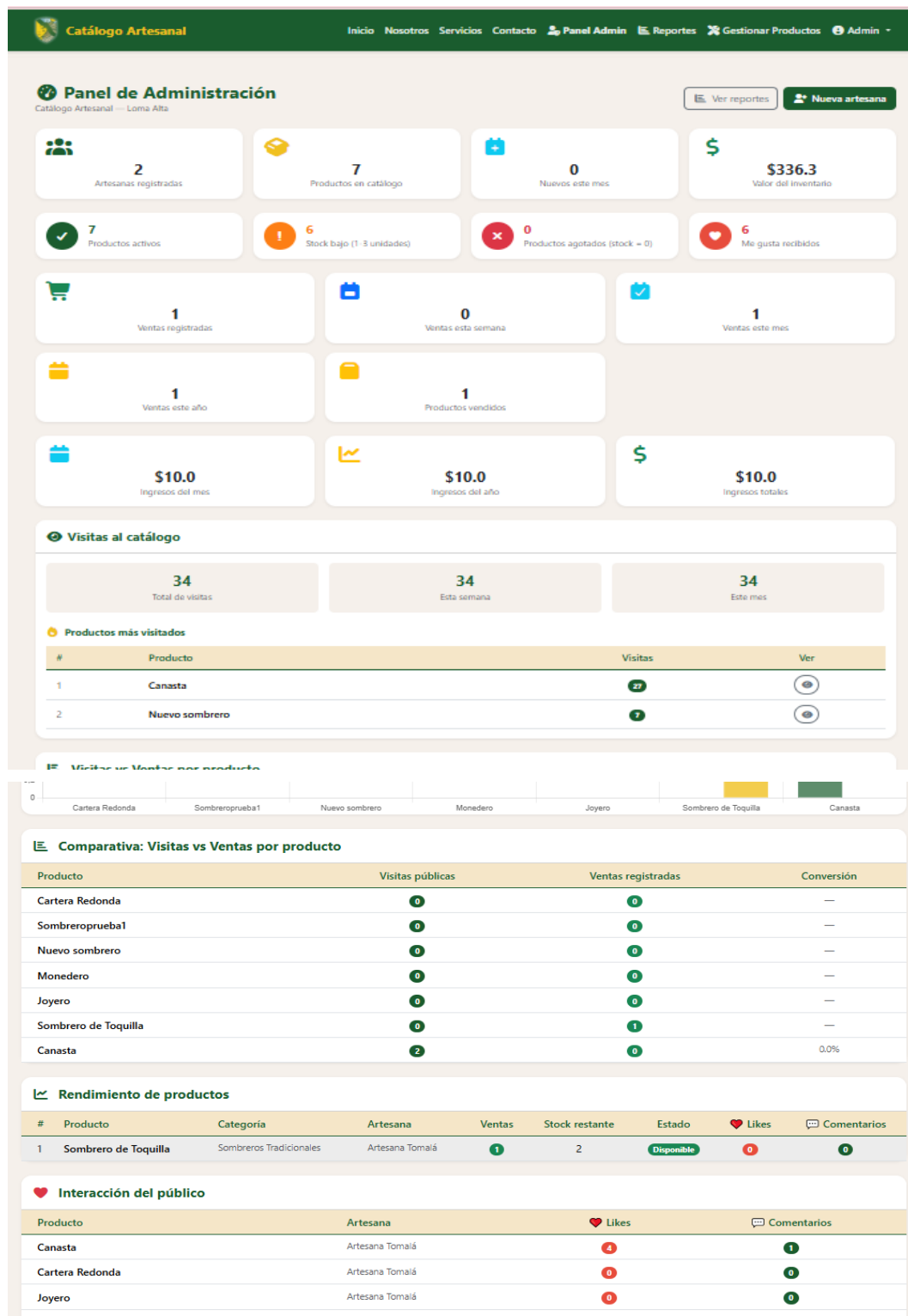


Figura 36: Interfaz de la Artesana – Perfil personal

La vista de perfil Figura 36, muestra los datos personales de la artesana: nombre completo, correo electrónico y teléfono. Desde esa misma pantalla la artesana puede

entrar al modo de edición si necesita actualizar sus datos personales o cambiar su contraseña. Es importante aclarar que cada artesana únicamente puede ver y modificar su propio perfil, sin acceso al de ninguna otra.

Interfaz de administrador – Panel de Administración



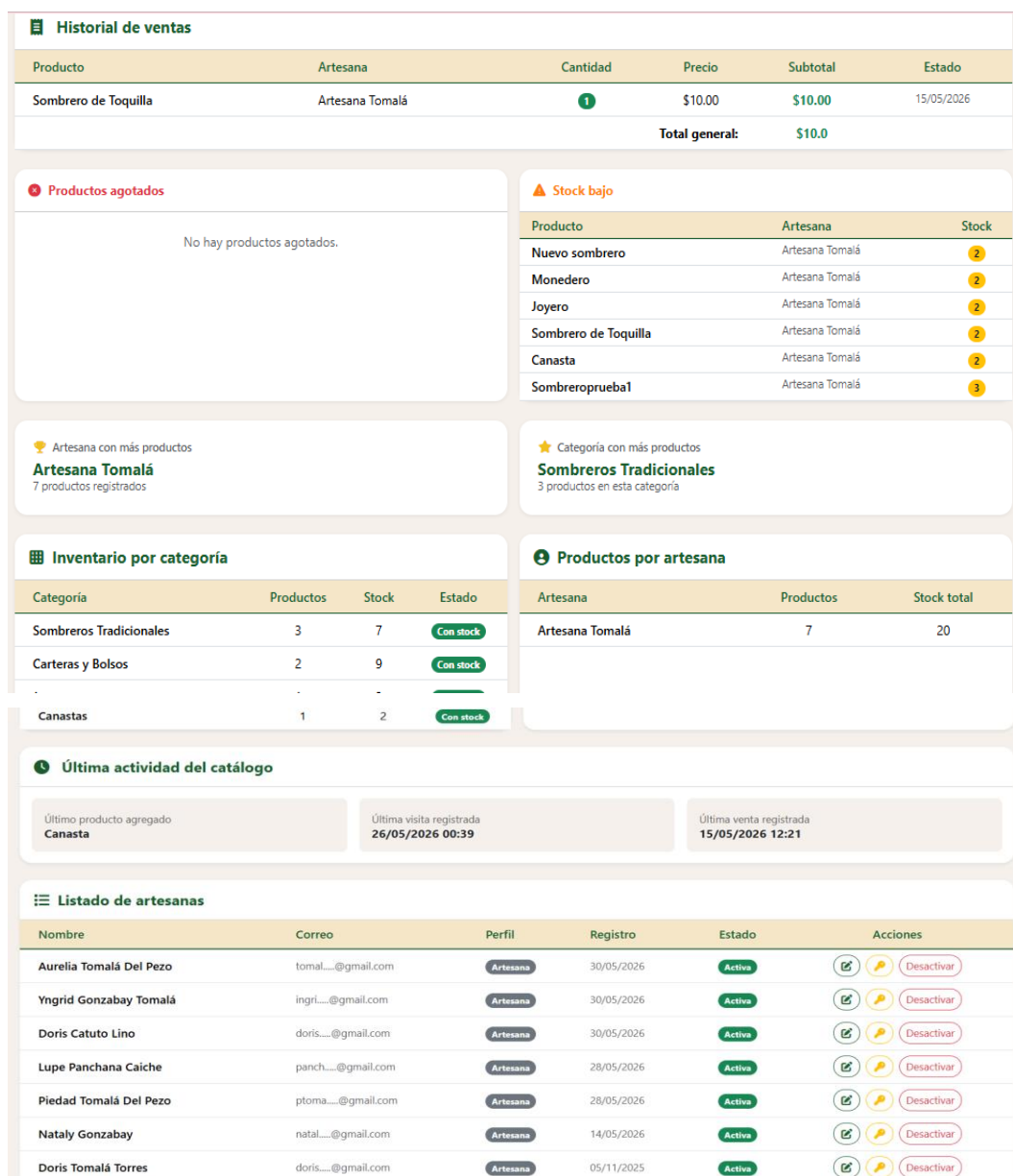


Figura 37: Interfaz administrador – Panel de Administración

El panel de administración le da al administrador una visión completa del catálogo, con estadísticas detalladas de inventario, ventas e ingresos desglosados por período, mostradas en la Figura 37. Desde ahí también puede ver alertas de productos con stock bajo y agotado, el top de productos más visitados por el público, gráfica comparativa de visitas versus ventas por producto, una tabla de rendimiento con likes y comentarios de cada producto, el historial completo de ventas, el inventario organizado por categoría y por artesana, y la gestión completa del listado de artesanas con opciones para editar sus datos, cambiar su contraseña y activar o desactivar sus cuentas.

Interfaz Administrador – Gráfica de Barras Comparativa Ventas y Visitas

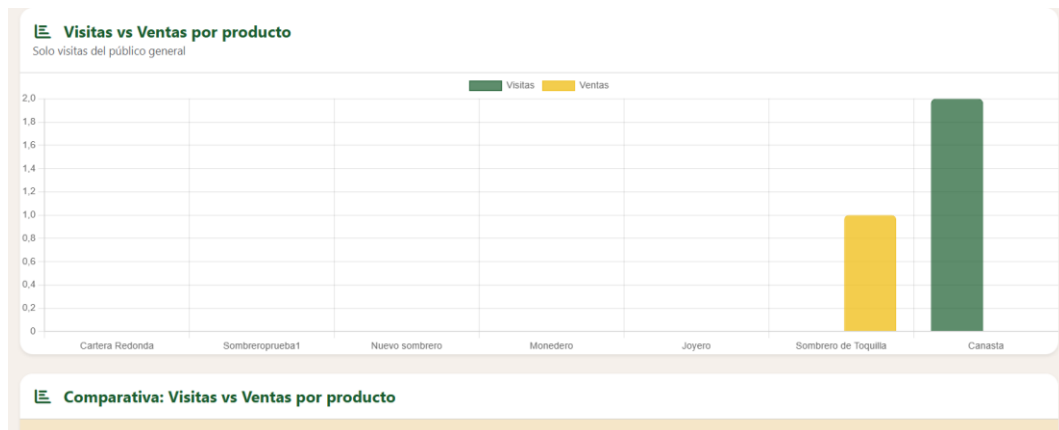


Figura 38: Interfaz –Gráfica de Barras Comparativas Ventas y Visitas

El panel tiene una gráfica de barras que compara las visitas públicas con las ventas registradas por producto y se actualiza dinámicamente con los datos reales del sistema, Figura 38. Gracias a ella es posible identificar visualmente cuáles artesanías generan más interés del público y cuáles logran convertir mejor esas visitas en ventas, lo que le da al administrador información concreta para tomar decisiones sobre el catálogo.

Interfaz Administrador – Módulo de Reportes de Ventas

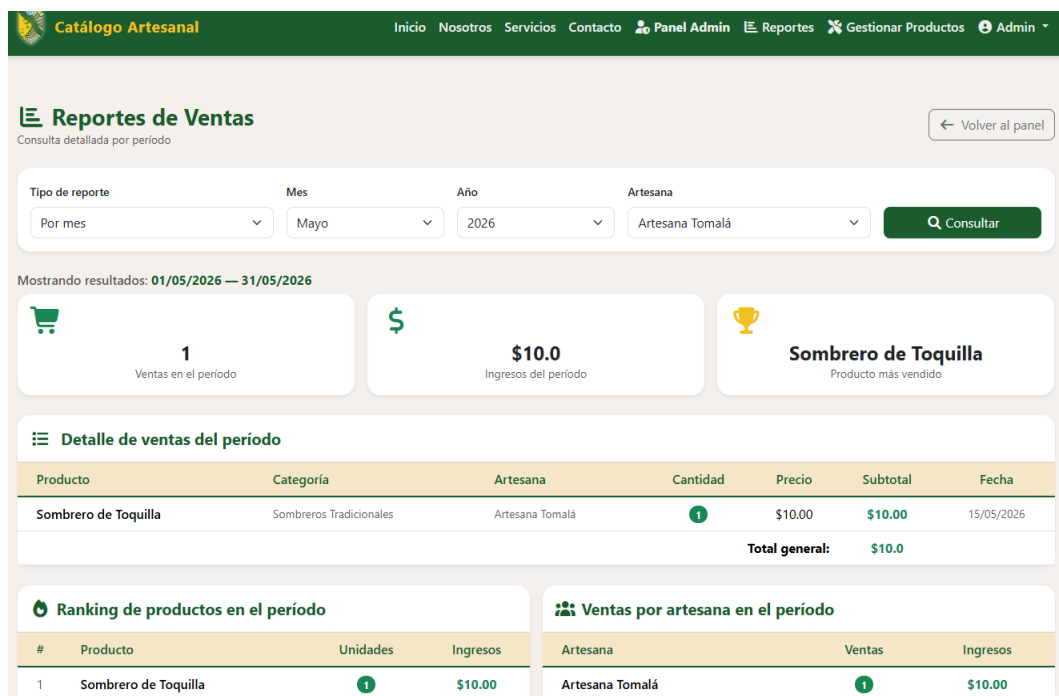
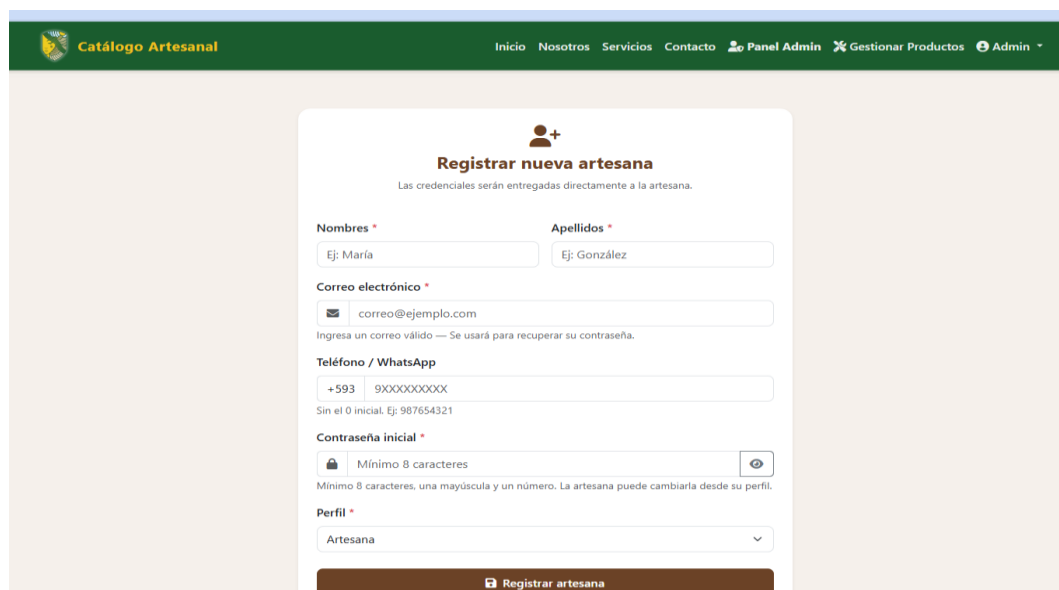


Figura 39: Interfaz Administrador – Módulo de Reportes de Ventas

El módulo de reportes está disponible desde el panel de administración y desde la barra de navegación superior, Figura 39. Desde allí, el administrador puede consultar las ventas de un período específico eligiendo entre mes, semana o un rango de fechas personalizado, y además filtrar los resultados por artesana o ver todas a la vez.

Apenas se carga la pantalla, lo primero que el administrador ve son tres datos clave: cuántas ventas hubo en ese periodo, cuánto dinero generó y qué producto fue el que más se vendió. Justo debajo está el detalle de cada venta registrada, mostrando producto, categoría, artesana responsable, cuántas unidades, el precio, el subtotal y la fecha exacta. Para cerrar, la pantalla muestra un ranking con los productos más vendidos y un resumen de cuánto vendió e ingresó cada artesana, y todo eso cambia automáticamente apenas se aplica un filtro distinto.

Interfaz Administrador – Registro de Nueva Artesana



The screenshot shows a web interface for registering a new artisan. At the top, there is a green navigation bar with the logo 'Catálogo Artesanal' and links: 'Inicio', 'Nosotros', 'Servicios', 'Contacto', 'Panel Admin', 'Gestionar Productos', and 'Admin'. The main content area is a light beige color. In the center, there is a white card titled 'Registrar nueva artesana' with a subtitle 'Las credenciales serán entregadas directamente a la artesana.' The form contains several fields: 'Nombres' (with example 'Ej: María'), 'Apellidos' (with example 'Ej: González'), 'Correo electrónico' (with example 'correo@ejemplo.com' and a note 'Ingresa un correo válido — Se usará para recuperar su contraseña.'), 'Teléfono / WhatsApp' (with example '+593 9XXXXXXX' and a note 'Sin el 0 inicial. Ej: 987654321'), 'Contraseña inicial' (with a note 'Mínimo 8 caracteres' and 'Mínimo 8 caracteres, una mayúscula y un número. La artesana puede cambiarla desde su perfil.'), and a 'Perfil' dropdown menu set to 'Artesana'. A brown button at the bottom of the card says 'Registrar artesana'.

Figura 40: Interfaz Administrador –Registro de Nueva Artesana

Desde este formulario Figura 40, el administrador puede crear las credenciales de acceso para incorporar una nueva artesana al sistema. Incluye validación en tiempo real del formato del correo electrónico con indicadores visuales de color verde o rojo según corresponda. La contraseña debe cumplir requisitos mínimos de seguridad. Las credenciales son entregadas directamente a la artesana, quien puede cambiar su contraseña desde su perfil.

Interfaces del Administrador – Cambio de Contraseña Artesana



Figura 41: Interfaz Administrador – “Cambio de Contraseña Artesana”

Esta pantalla Figura 41, le da al administrador la posibilidad de cambiar la contraseña de cualquier artesana que tenga problemas para entrar al sistema. Antes de guardar el cambio, el formulario valida que la nueva contraseña cumpla los requisitos mínimos de seguridad antes de guardar. Esta función resulta útil sobre todo para esas situaciones donde una artesana no logra recuperar su acceso por correo electrónico –quizás porque cambió de número, olvidó la cuenta asociada o simplemente no le llega el mensaje– y necesita que alguien con permisos administrativos le establezca el acceso directamente.

Interfaces del Administrador – Gestión de Productos

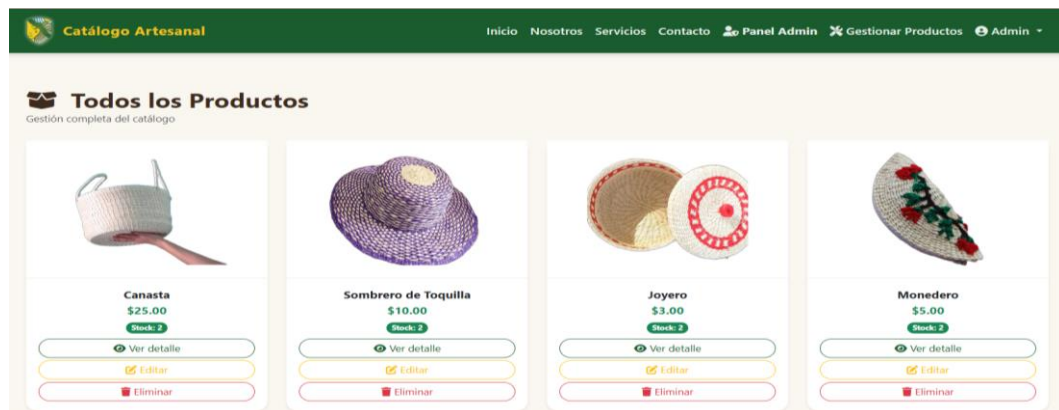


Figura 42: Interfaces del Administrador – Gestión de Productos

El administrador tiene acceso a la gestión completa del catálogo de productos con fines de moderación y control de calidad. Desde esta interfaz Figura 42, puede visualizar todos los productos registrados por las artesanas, con opciones para editar información incorrecta o eliminar contenido que no cumpla con los estándares del catálogo. Esta funcionalidad garantiza que los productos publicados mantengan coherencia y calidad en su presentación.

2.8 Pruebas

Prueba N°01 – Autenticación de usuarios

Prueba N°01	Autenticación de usuarios	
Roles	Artesana, Administrador(a)	
Descripción	Validar que el sistema permita el acceso al sistema mediante credenciales válidas, restrinja el ingreso con datos incorrectos y redirija al panel correspondiente según el rol al usuario.	
Condiciones	El usuario debe estar previamente registrado en el sistema con un correo y contraseña válidos.	
Pasos de la prueba:		
1. Acceder a la pantalla de inicio de sesión del sistema. 2. Ingresar el correo electrónico y la contraseña registrados. 3. Presionar el botón Iniciar sesión. 4. Repetir el proceso con una contraseña incorrecta para verificar el control de errores.		
Resultados Obtenidos		
Resultado esperado	Evaluación de la prueba	
El sistema valida las credenciales y redirige al panel de la artesana o al panel de administración según el rol asignado. Con credenciales incorrectas mientras un mensaje de error descriptivo.	☒	Exitoso
	☐	Fallido

Tabla 19: Prueba N°1 – Autenticación de usuarios

Prueba N°02 – Registro de producto con procesamiento automático

Prueba N°02	Registro de producto con procesamiento automático
Roles	Artesana
Descripción	Validar que al registrar un nuevo producto el sistema procese automáticamente la imagen cargada y genere una descripción mediante Inteligencia Artificial, sin requerir intervención manual de la artesana.

Prueba N°02	Registro de producto con procesamiento automático	
Condiciones	La artesana debe estar autenticada en el sistema y contar con una imagen del producto disponible en su dispositivo.	
Pasos de prueba:		
1. Acceder al formulario de registro de producto desde el panel de la artesana. 2. Completar los campos de nombre, precio, stock disponible y categoría. 3. Cargar la fotografía del producto desde el dispositivo. 4. Presionar el botón Guardar Producto. 5. Navegar a la vista del producto registrado para verificar el procesamiento.		
Resultados Obtenidos		
Resultado esperado	Evaluación de la prueba	
El sistema procesa la imagen y genera la descripción de forma integrada al momento del registro, completando el proceso en aproximadamente 15 a 20 segundos. La artesana ve el producto registrado con su imagen optimizada y descripción generada por IA al finalizar la carga.	☒	Exitoso
		Fallido

Tabla 20: Prueba N°02 – Registro de producto con procesamiento automático

Prueba N°03 – Control de acceso por propiedad del producto

Prueba N°03	Control de acceso por propiedad del producto
Roles	Artesana
Descripción	Validar que el sistema impida que una artesana edite y elimine productos registrados por otra compañera de la asociación, garantizando la integridad de la información de cada usuaria.
Condiciones	Deben existir al menos dos artesanas registradas, cada una con productos propios en el catálogo.
Pasos de la prueba	
1. Artesana A inicia sesión en el sistema.	

2. Intenta acceder directamente a la URL de edición del producto perteneciente a la Artesana B. 3. El sistema evalúa si el usuario autenticado es el propietario del producto.		
Resultados Obtenidos		
Resultado esperado	Evaluación de la prueba	
El sistema deniega el acceso, no muestra el formulario de edición y redirige a la artesana con un mensaje de permiso denegado. Los botones de editar y eliminar no son visibles en los productos de otras compañeras.	☒	Exitoso
		Fallido

Tabla 21: Prueba N°03 – Control de acceso por propiedad del producto

Prueba N°04 – Recuperación de Contraseña mediante correo

Prueba N°04	Recuperación de Contraseña mediante correo	
Roles	Artesana, Administrador	
Descripción	Validar que el sistema envíe correctamente un enlace de recuperación al correo registrado y que dicho enlace sea de un solo uso, invalidándose tras ser utilizado.	
Condiciones	El usuario debe tener un correo válido registrado y la cuenta debe estar activa en el sistema.	
Pasos de la prueba		
1. Acceder a la opción Olvidé mi contraseña desde la pantalla de inicio de sesión. 2. Ingresar el correo electrónico registrado. 3. Revisar el correo recibido y acceder al enlace de recuperación. 4. Establecer una nueva contraseña y confirmarla. 5. Intentar acceder nuevamente al mismo enlace para verificar que ha sido invalidado.		
Resultados Obtenidos		
Resultado esperado		Evaluación de la prueba

El sistema envía el correo con el enlace de recuperación. El primer uso permite restablecer la contraseña correctamente. Al intentar usar el mismo enlace por segunda vez el sistema lo rechaza mostrando un mensaje de enlace inválido.	☒	Exitoso
		Fallido

Tabla 22: Prueba N°04 – Recuperación de contraseña mediante correo

Prueba N°05 – Edición manual de descripción sin regeneración por IA

Prueba N°05	Edición manual de descripción sin regeneración por IA	
Roles	Artesana	
Descripción	Validar que la artesana pueda modificar manualmente el texto de la descripción generada por la inteligencia artificial sin que el sistema vuelva a procesar ni sobrescriba el contenido editado.	
Condiciones	El producto debe tener una descripción generada previamente por el sistema.	
Pasos de la prueba		
1. Acceder a la vista de detalle de un producto propio. 2. Activar la opción de editar descripción. 3. Modificar el texto generado por la IA. 4. Guardar los cambios. 5. Verificar que el texto editado se mantiene sin ser reemplazado.		
Resultados Obtenidos		
Resultado esperado	Evaluación de la prueba	
El sistema guarda el texto editado por la artesana y no vuelve a generar una descripción automática. La descripción modificada se conserva incluso si se editan otros campos del producto como precio o stock.	☒	Exitoso
		Fallido

Tabla 23: Prueba N°05 – Edición manual de descripción sin regeneración por IA

Prueba N°06 – Registro de venta y actualización de inventario

Prueba N°06	Registro de venta y actualización de inventario	
Roles	Artesana	
Descripción	Validar que al registrar una venta manualmente el sistema descuente correctamente una unidad del stock disponible y genere el registro en el historial de ventas con la fecha correspondiente.	
Condiciones	El producto debe tener stock mayor a cero antes de registrar la venta.	
Pasos de la prueba		
1. Acceder al listado de productos desde el panel de la artesana. 2. Seleccionar el producto vendido y confirmar el registro de venta. 3. Verificar el stock actualizado en la tabla de productos. 4. Revisar el historial de ventas para confirmar que el registro fue guardado.		
Resultados Obtenidos		
Resultado esperado	Evaluación de la prueba	
El stock se reduce en una unidad de forma automática al confirmar la venta. La venta queda registrada en el historial con el nombre del producto, la cantidad y la fecha. Las estadísticas del panel se actualizan correctamente.	☒	Exitoso
		Fallido

Tabla 24: Prueba N°06 – Registro de venta y actualización de inventario

Prueba N°07 – Reportes y estadísticas en el panel de administración

Prueba N°07	Reportes y estadísticas en el panel de administración
Roles	Administrador

Prueba N°07	Reportes y estadísticas en el panel de administración	
Descripción	Validar que el panel de administración muestre correctamente los reportes de inventario, ventas por período, ingresos generados, visitas públicas al catálogo y la comparativa de conversión por producto.	
Condiciones	El administrador debe estar autenticado y deben existir datos registrados en el sistema.	
Pasos de la prueba		
1. Acceder al panel de administración con credenciales de administrador. 2. Revisar las tarjetas de resumen general del catálogo. 3. Verificar las secciones de ventas e ingresos por período. 4. Revisar la sección de visitas al catálogo y el top de productos más visitados. 5. Verificar la gráfica comparativa de visitas versus ventas.		
Resultados Obtenidos		
Resultado esperado	Evaluación de la prueba	
Todas las secciones del panel muestran datos actualizados y correctos. La gráfica de barras refleja la relación entre visitas públicas y ventas registradas. Las alertas de stock bajo y agotado muestran los productos correspondientes.	☒	Exitoso
		Fallido

Tabla 25: Prueba N°07 - Reportes y estadísticas en el panel de administración

Prueba N°08 – Filtro de reportes por artesana

Prueba N°08	Filtro de reportes por artesana
Roles	Administrador
Descripción	Validar que el módulo de reportes permita filtra las ventas, ingresos y ranking por artesana individual, y que al seleccionar “Todas las artesanas” se muestren los datos completos del período.

Prueba N°08	Filtro de reportes por artesana	
Condiciones	El administrador debe estar autenticado y deben existir ventas registradas de al menos dos artesanas en el período consultado.	
Pasos de la prueba		
1. Acceder al módulo de reportes desde el panel o la barra de navegación. 2. Seleccionar un período con ventas registradas. 3. Seleccionar una artesana específica en el filtro y hacer clic en Consultar. 4. Verificar que las tablas muestren solo as ventas de esa artesana. 5. Seleccionar “Todas las artesanas” y consultar nuevamente. 6. Verificar que se muestran los datos completos del período.		
Resultados Obtenidos		
Resultado esperado	Evaluación de la prueba	
Al filtrar por artesana, todas las tablas y totales se actualizan mostrando únicamente sus datos. Al seleccionar todas, se restaura la vista completa.	☒	Exitoso
		Fallido

Tabla 26: Prueba N°08 – Filtro de reportes por artesana

Prueba N°09 – Procesamiento automático de imágenes

Prueba N°09	Procesamiento automático de imágenes
Roles	Sistema
Descripción	Evaluar el desempeño del módulo de optimización de imágenes mediante la comparación visual del resultado antes y después de aplicar el pipeline de procesamiento compuesto por eliminación de fondo con U ² -Net, mejora de contraste con CLAHE y nitidez con Unsharp Masking.
Condiciones	Imagen cargada correctamente por la artesana en el formulario de registro.
Pasos de la prueba	
1. Registrar un producto cargado una fotografía tomada en condiciones caseras.	

2. Esperar a que el sistema complete el procesamiento síncrono de la imagen. 3. Comparar visualmente la imagen original con la imagen procesada almacenada.		
Resultados Obtenidos		
Resultado esperado	Evaluación de la prueba	
El fondo de la imagen es eliminado correctamente dejando el producto aislado sobre un fondo blanco uniforme. El contraste y la iluminación mejoran visiblemente. Los tonos naturales de la paja toquilla se conservan sin alteración, dado que el algoritmo CLAHE ajusta el contraste de forma adaptativa por zonas sin modificar los colores originales del tejido. Las sombras internas en productos tridimensionales como canastas corresponden a condiciones físicas de iluminación y no son modificadas por el módulo de procesamiento.	☒	Exitoso
		Fallido

Tabla 27: Prueba N°09 – Procesamiento automático de imágenes

Comparativa visual: imágenes originales e imágenes procesadas

Con el propósito de evidenciar el efecto del procesamiento automático de imágenes implementado en el sistema, se presenta a continuación una comparativa visual entre las fotografías originales cargadas por las artesanas y las imágenes resultantes tras la aplicación de los algoritmos de mejora. En cada caso, la imagen original corresponde a la fotografía tomada directamente desde el dispositivo móvil de la artesana, sin ningún tipo de edición previa, mientras que la imagen procesada refleja el resultado de aplicar la corrección de contraste e iluminación mediante CLAHE y la eliminación del fondo mediante U²-Net. La diferencia entre ambas versiones permite apreciar de forma directa el nivel de estandarización visual que el sistema aporta al catálogo digital, independientemente de las condiciones de iluminación o el entorno en que fue tomada la fotografía original. Esta comparativa se ilustra

mediante las Figuras 43 a 48, donde se muestran tres productos representativos del catálogo: un sombrero, un adorno y una canasta.



Figura 43: Imagen Original del producto 1 antes del procesamiento.



Figura 44: Imagen procesada del producto 1.



Figura 45: Imagen Original del producto 2 antes del procesamiento.



Figura 46: Imagen procesada del producto 2.



Figura 47: Imagen Original del producto 3 antes del procesamiento.



Figura 48: Imagen procesada del producto 3.

Tablas de métrica SSIM y PSNR local por producto:

Nº	Producto evaluado	Condición de la imagen original	SSIM obtenido	PSNR obtenido	Criterio	¿Cumple criterio?
1	Sombrero de Toquilla	Fondo oscuro de tela	0.9439	24.79 dB	$SSIM > 0.8 / PSNR \geq 20 \text{ dB}$	☒ sí
2	Sombrero con banda tricolor	Fondo neutro	0.9017	25.36 dB	$SSIM > 0.8 / PSNR \geq 20 \text{ dB}$	☒ sí

3	Canasta con Bordado de Flor	Fondo de madera café	0.8976	25.16 dB	SSIM > 0.8 / PSNR ≥ 20 dB	☒ sí
4	Bolso Ovalado Pequeño	Fondo de madera café	0.9042	27.02 dB	SSIM > 0.8 / PSNR ≥ 20 dB	☒ sí
5	Alhajero con Detalles Fucsia	Fondo oscuro	0.9337	28.87 dB	SSIM > 0.8 / PSNR ≥ 20 dB	☒ sí
6	Monedero Multicolor	Fondo de madera café	0.8829	19.69 dB	SSIM > 0.8 / PSNR ≥ 20 dB	☐ Parcial
7	Cartera Bicolor	Fondo claro	0.9090	21.59 dB	SSIM > 0.8 / PSNR ≥ 20 dB	☒ sí
8	Centro de Mesa Multicolor	Fondo de madera café	0.8849	23.00 dB	SSIM > 0.8 / PSNR ≥ 20 dB	☒ sí
9	Aretes Fucsia	Fondo de madera café	0.8125	20.82 dB	SSIM > 0.8 / PSNR ≥ 20 dB	☒ sí
10	Set de 2 Portavasos	Fondo de mesa	0.8966	25.27 dB	SSIM > 0.8 / PSNR ≥ 20 dB	☒ sí

Tabla 28: Métricas SSIM y PSNR local por producto

Los valores de SSIM y PSNR fueron calculados aplicando métricas enmascaradas, es decir, evaluando exclusivamente los píxeles correspondientes a la artesanía y excluyendo el fondo de la imagen. De los diez productos analizados Tabla 28, nueve

cumplen ambos criterios satisfactoriamente. El Monedero Multicolor presenta un PSNR de 19.69 dB, muy cercano al umbral definido, lo que indica que los filtros de mejora aplicados generaron un ajuste cromático ligeramente más pronunciado sobre ese producto, sin que esto implique degradación visual de la imagen.

Prueba N°10 – Generación automática de descripciones con IA

Prueba N°10	Generación automática de descripciones con IA				
Roles	Sistema				
Descripción	Evaluar la coherencia, pertinencia cultural y calidad textual de las descripciones generadas automáticamente por el modelo Gemini 2.5 Flash a partir de los datos del producto y su imagen procesada.				
Condiciones	Producto registrado con imagen procesada disponible y cuota de la API activa.				
Pasos de la prueba					
1. Registrar un producto con imagen en el sistema. 2. Esperar la respuesta del módulo de generación síncrona en el servidor. 3. Revisar la descripción generada en la vista de detalle del producto. 4. Evaluar el contenido según los criterios de precisión, redacción y utilidad comercial.					
Resultados Obtenidos					
Producto	Descripción generada	Precisión (1-5)	Redacción (1-5)	Utilidad (1-5)	Promedio
	¡Luce un estilo único con este bonito Sombrero de Toquilla! 🧣 Hecho a mano con paja toquilla 100% natural por artesanas de Comuna Loma Alta, en Santa Elena, Ecuador. Su tejido	5	5	5	5

Sombrero de Toquilla	fino y forma elegante te dan un estilo clásico, además te protege del sol. ¡Llévate esta pieza de calidad por solo \$10.00 y apoya el comercio justo! 				
Centro de Mesa Multicolor	Dale un toque tradicional y lleno de color a tu hogar con este hermoso Centro de Mesa Multicolor. Hecho a mano con paja toquilla 100% natural por artesanas de Comuna Loma Alta, Ecuador. Su diseño redondo y vibrante, con tonos rosas, azules y amarillos, junto a su textura natural y flecos, lo hacen un detalle especial. Ideal para decorar tu mesa o cualquier rincón. ¡Apoya el comercio justo por solo \$4.00! 	4.5	5	5	4.83
Canasta con Bordado de Flor	Descubre nuestra hermosa Canasta con Bordado de Flor, tejida a mano con paja toquilla 100% natural por artesanas de Comuna Loma Alta. 🌿 Su estilo rústico y forma estable, con ese toque vibrante de flores rojas y hojas verdes, la hacen perfecta. Es práctica y multiusos, ideal para decorar tu hogar o llevar tus cosas. Cada canasta es un legado cultural y un apoyo al trabajo hecho a mano de estas mujeres. ¡Consíguela por solo \$15.00! ¡Dale un aire fresco y tradicional a tu espacio hoy mismo! 	5	5	5	5

Tabla 29: Prueba N°10 – Generación automática de descripciones con IA

Prueba N°11 – Usabilidad del sistema

Prueba N°11	Usabilidad del sistema		
Roles	Artesana		
Descripción	Verificar que una usuaria con conocimientos básicos en el uso de dispositivos digitales pueda completar las tareas principales del sistema en un tiempo máximo de cinco minutos, conforme al requerimientos RNF-01.		
Condiciones	Usuaria con acceso al sistema desde un dispositivo móvil o computadora con conexión a internet.		
Pasos de la prueba			
1. La usuaria accede al sistema e inicia sesión con sus credenciales. 2. Navega por el catálogo y accede al detalle de un producto. 3. Registra un nuevo producto completando el formulario y cargando una imagen. 4. Edita la descripción de un producto existente. 5. Comparte un producto mediante el botón de WhatsApp o Facebook.			
Resultados Obtenidos			
Tarea evaluada	Tiempo máximo (RNF-01)	Tiempo observado	Estado
Iniciar sesión en el sistema	1 minuto	Menos de 30 segundos	☒ Cumple
Registrar un producto con imagen	3 minutos	Aproximadamente 2 minutos	☒ Cumple
Editar descripción de un producto	1 minuto	Menos de 1 minuto	☒ Cumple
Navegar al detalle de un producto	1 minuto	Menos de 30 segundos	☒ Cumple
Compartir producto en Facebook o WhatsApp	30 segundos	Menos de 30 segundos	☒ Cumple

Tabla 30: Prueba N°11 – Usabilidad del sistema

Prueba N°12 – Compartir producto en redes sociales

Prueba N°12	Compartir producto en redes sociales	
Roles	Público, Artesana	
Descripción	Verificar que los botones de compartir en Facebook y WhatsApp generan los enlaces correctamente con los datos del producto.	
Condiciones	Producto publicado y visible en el catálogo. Sistema desplegado en servidor con URL pública.	
Pasos de la prueba		
1. Acceder al detalle de un producto desde el catálogo. 2. Presionar el botón de compartir en WhatsApp. 3. Verificar que el mensaje incluya el nombre del producto y la URL. 4. Verificar que las etiquetas Open Graph están presentes en el código fuente de la página.		
Resultados Obtenidos		
Resultado esperado	Evaluación de la prueba	
El botón de WhatsApp genera un enlace con el nombre del producto incluido en el mensaje. Las etiquetas Open Graph con título, descripción e imagen están presentes en el código fuente de la página. Al compartir el enlace, WhatsApp genera automáticamente una tarjeta enriquecida con la imagen, nombre y descripción del producto. La misma funcionalidad fue validada en Facebook mediante la herramienta oficial Facebook Sharing Debugger, donde se confirmó la correcta lectura de los metadatos en las Figuras 25 y 26.	☒	Exitoso
		Fallido

Tabla 31: Prueba N°12 – Compartir producto en redes sociales

2.9 RESULTADOS

Para evaluar el módulo de optimización de imágenes se trabajó con diez productos de la asociación, pasando cada fotografía por el pipeline desarrollado y midiendo el

SSIM y el PSNR sobre la región del objeto artesanal –es decir, dejando fuera el fondo en ambos cálculos. Los diez productos superaron un SSIM de 0.8, lo que da un cumplimiento del 100% en ese criterio. En el caso de PSNR, nueve de los diez productos llegaron el umbral de 20 dB, alcanzando un 90% de cumplimiento. Estos números en conjunto, dejan ver que el pipeline efectivamente mejora la presentación visual de las fotografías sin perder la estructura, los colores ni las texturas propias de cada pieza artesanal.

El único producto que no alcanzó el PSNR fue el Monedero Multicolor, con 19.69 dB, bastante cerca del límite definido. Esto pasa porque los filtros de mejora de color del pipeline, en especial el realce de saturación pensado para productos coloridos, generaron un ajuste más fuerte a ese producto en particular. Sin embargo, su SSIM de 0.8829 indica que la estructura visual se preservó correctamente, por lo que el resultado no representa una degradación de la imagen sino una mejora más intensa de sus colores originales.

Respecto a las descripciones generadas automáticamente, las tres que fueron evaluadas por las artesanas obtuvieron promedios de 5.0, 4.83 y 5.0, superando en todos los casos el mínimo de 4/5 establecido como criterio de aceptación. Los criterios de redacción y utilidad fueron los mejor valorados, lo que refleja que las descripciones generadas resultan comprensibles y útiles para las artesanas al momento de promocionar sus productos. En cuanto a la precisión, las evaluadoras consideraron que el contenido corresponde bien con cada artesanía, aunque en el caso del Centro de Mesa Multicolor señalaron que hubiera sido útil incluir las dimensiones del producto.

Finalmente, las pruebas de usabilidad confirmaron que el sistema cumple con los tiempos establecidos en los requerimientos no funcionales. Todas las tareas fueron completadas con éxito, alcanzando una tasa del 100%. El registro de un producto, que incluye el procesamiento automático de imagen y la generación de descripción, tomó aproximadamente dos minutos, por debajo del límite de tres minutos establecido. Esto demuestra que el sistema puede ser usado sin dificultad por personas con conocimientos digitales básicos.

CONCLUSIONES

El desarrollo del catálogo digital web para la Asociación de Artesanas de Paja Toquilla de la Comunidad Loma Alta dio respuesta a una necesidad real de digitalización que el grupo no había logrado resolver por falta de herramientas tecnológicas pensadas para su contexto específico. El sistema construido combina dos módulos de inteligencia artificial — uno para la optimización de imágenes y otro para la generación automática de descripciones — dentro de una plataforma web orientada a usuarias con conocimientos digitales básicos, lo que representa un cambio concreto en la manera en que la asociación presenta y promociona sus artesanías en espacios digitales.

Implementar un sistema basado en Flask y SQLAlchemy con roles diferenciados permitió estructurar la gestión del catálogo de forma segura y ordenada. Cada artesana tiene acceso únicamente a sus propios productos, mientras que el administrador mantiene visibilidad y control sobre todo el catálogo. La base de datos relacional compuesta por doce tablas garantiza que la información entre usuarios, productos, categorías, imágenes y descripciones se mantenga íntegra y referenciada correctamente, soportando sin inconvenientes todas las operaciones de creación, edición, eliminación y consulta.

En cuanto al pipeline de imágenes, los resultados evidencian el desempeño del sistema. Combinando eliminación de fondo con U²-Net, ajuste de contraste con CLAHE adaptativo y un realce final de nitidez mediante Unsharp Masking, se logró que las fotografías de los productos quedaran visualmente estandarizadas sin perder su esencia. De los diez productos sometidos a evaluación, todos superaron el 0.8 en SSIM, con un rango que fue de 0.8125 hasta 0.9439, lo que representa un cumplimiento del 100% en esa métrica. El PSNR local también arrojó resultados satisfactorios: nueve de los diez productos alcanzaron o superaron el umbral de 20 dB definido, lo que confirma que el pipeline mejora la calidad visual de las fotografías sin afectar la estructura ni los colores propios de cada artesanía. Se identificó además que productos con tonalidades muy parecidas al fondo de la fotografía presentan limitaciones en la segmentación con U²-Net, lo que evidencia

la necesidad de ajustar parámetros según las características visuales de cada tipo de producto.

Integrar Gemini 2.5 Flash con un prompt bien estructurado y contextualizado culturalmente dio como resultado descripciones comerciales que las propias artesanas valoraron positivamente. Los promedios en precisión, redacción y utilidad fueron 5.0, 4.83 y 5.0 sobre 5.0 respectivamente, todos por encima del mínimo de 4.0 puntos exigido. Se identificó además que usar palabras de inspiración según la categoría dentro del prompt ayuda a que el texto generado se aproxime al lenguaje con el que las artesanas describen naturalmente sus productos.

Las pruebas de usabilidad mostraron que el sistema puede ser operado de forma autónoma por usuarias con conocimientos básicos. Cada una de las tareas evaluadas se completó dentro del tiempo establecido en los requerimientos no funcionales, lo que dio una tasa de éxito del 100%. Registrar un producto completo, desde subir la fotografía hasta obtener la imagen procesada y la descripción generada, tomó aproximadamente dos minutos en promedio, un tiempo que confirma la viabilidad del sistema para el ritmo de trabajo cotidiano de la asociación.

Viendo los resultados en conjunto, estos datos respaldan que los objetivos planteados al inicio del proyecto se cumplieron. El sistema desarrollado estandariza la presentación visual y textual de los productos artesanales, reduce la dependencia de conocimientos técnicos por parte de las artesanas y fortalece la presencia digital de la asociación, contribuyendo al desarrollo tecnológico de una comunidad rural con vocación artesanal y cultural.

RECOMENDACIONES

Se recomienda evaluar el modelo birefnets-general como alternativa al U²-Net actualmente implementado para la segmentación de fondos. Durante las pruebas se identificó que productos con tonalidades similares al fondo de la fotografía generan errores de segmentación que afectan la calidad del resultado. Realizar pruebas comparativas de SSIM entre ambos modelos sobre un conjunto de imágenes artesanales permitiría seleccionar objetivamente el algoritmo más adecuado según el tipo de producto.

Respecto al módulo de generación de descripciones, se recomienda incorporar en el prompt enviado a Gemini un campo con las dimensiones físicas del producto. Durante la fase de evaluación, las artesanas señalaron que incluir medidas como alto, ancho y peso en las descripciones generadas enriquecería el contenido comercial y facilitaría la toma de decisión de compra por parte del cliente. Implementar esta mejora no requiere modificaciones en la arquitectura del sistema, únicamente una actualización en la lógica de construcción del prompt y la adición de un campo en el formulario de registro del producto.

También se recomienda dar soporte para que cada producto pueda contar con varias imágenes mostradas en formato carrusel, en lugar de depender de una sola fotografía. La base de datos ya contempla esta posibilidad: la tabla imágenes permite registrar más de una fotografía por producto sin necesidad de modificar su estructura actual. Desarrollar esta funcionalidad permitiría a las artesanas mostrar sus productos desde distintos ángulos, mejorando la experiencia del usuario que navega el catálogo buscando conocer mejor cada pieza.

Pensando en la sostenibilidad del sistema a largo plazo, se recomienda establecer un plan de capacitación periódica dirigido a las artesanas, con énfasis en el registro manual de ventas y el manejo del inventario. Dado que estas funciones dependen del ingreso constante de datos por parte de las usuarias, su uso correcto determina directamente la confiabilidad de los reportes generados por el sistema. Una capacitación semestral de dos horas sería suficiente para mantener las competencias digitales necesarias para el uso adecuado del catálogo.

Finalmente, se recomienda implementar un módulo de notificaciones automáticas que alerte a las artesanas cuando el stock de un producto llegue a un nivel mínimo definido. El sistema actual registra y muestra el inventario en tiempo real, pero no genera avisos proactivos, lo que puede ocasionar que productos sin unidades disponibles permanezcan visibles en el catálogo sin que la artesana lo advierta oportunamente.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] I. G. Arnao, «Diseño de un catálogo on-line para la promoción y venta de productos elaborados por los artesanos del cantón playas,» Tesis de Grado, Universidad de Guayaquil, 2020.
- [2] M. Xu, Z. Zhang, X. Zhou, B. Ma, and C. Jiang, «"Image enhancement with art design: a visual feature approach with a CNN-transformer fusion model",» *PeerJ Computer Science*, 2024.
- [3] Z. N. Y. W. S. Xiang, «Research on Handicraft Design Based on Artificial Intelligence Technology in Complex Environments,» *Wiley Interdiscip*, 2022.
- [4] J. Liang, «La aplicación de tecnología asistida por inteligencia artificial en el diseño de productos culturales y creativos,» *Journal of Cultural Creative Design*, n° 31069, p. 14, 2024.
- [5] Y. E. S. a. D. J. J. Hartmann, The power of generative marketing: Can generative AI create superhuman visual marketing content?, vol. 42, *Journal of Marketing Research*, 2025, pp. 13-31.
- [6] M.L. Aguilar-García, «El patrimonio artesanal: Los sombreros de paja toquilla,» *Universidad-Verdad*, vol. 64, 2021.
- [7] L. S. A. R. a. R. Y. Y. Yusrijal, «The Impact of Digitalization on Traditional Handicraft Markets Among the Toraja Community,» *Journal Social Civilecial*, vol. 3, 2025.
- [8] A. Distributors, «Folleto digital de artesanías ecuatorianas,» ago 2025. [En línea]. Available: <https://ecuadorstores.com/es/folletos-digitales/#header-newsletter-signup>.
- [9] S. María, Paja toquilla, una nueva mirada. Innovación tecnológica, Cuenca: Universidad del Azuay, 2015.
- [10] C. López, El valor del patrimonio cultural, Territorios rurales, experiencias y proyecciones latinoamericanas, *Territorio5*, 2009.

- [11] .G. Z. a. H. F. D. Rivera Rosas, «Documentación cultural como estrategia de promoción de artesanías del estado de Veracruz,» *LATAM Asunción*, vol. 5, nº 5, 10 2024.
- [12] U. N. C. o. T. a. D. (UNCTAD), Digital Economy Report 2021: United Nations Cross-border data flows and development, United Nations, 2021.
- [13] OECD, «The Digital Transformation of SMEs,» de *OECD Studies on SMEs and Entrepreneurship*, OECD Publishing, 2021.
- [14] D. Z. Aguirre, «Desarrollo de un plan de negocio para la comercialización de artesanías al detalle en Weston Florida,» *Tesis de maestría*, p. 132, 2012.
- [15] Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información, «Política Pública para la Transformación Digital del Estado,» *Gobierno del Ecuador*, 2025.
- [16] M. D. S. Vega, «Diseño e implementación de una aplicación web para la venta de artesanías en el programa ciudades creativas de la Unesco,» *Tesis de Pregrado, ESPOL*, 2018.
- [17] L. M. B. M. E. F. Q. C. Z. Q. Danny Javier Gómez Costain, «PROCESOS DE COMERCIALIZACIÓN DE PRODUCTOS ARTESANALES DERIVADOS DE TECA MEDIANTE UNA PLATAFORMA DE COMERCIO ELECTRÓNICO,» *MAGAZINE DE LAS CIENCIAS*, vol. 9, nº VCICACI, 2025.
- [18] A. M. K. & M. Haenlein, «Users of the world, unite! The challenges and opportunities of Social Media,» *Business Horizons*, vol. 53, pp. 59-68, 2019.
- [19] K. F. A. Chávez, «Plan de marketing digital para la mejora de la promoción de los productos de los artesanos Shipibo Conibo Cantagallo,» *Repositorio ISIL*, 2022.
- [20] Secretaría Nacional de Planificación, «Plan Nacional de Desarrollo Ecuador No Se Detiene 2025–2029,» *Gobierno del Ecuador*, 2025.

- [21] M. T. C. P. Hernández - Sampieri Roberto, Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta, vol. 6, México: McGraw Hil, 2018.
- [22] P. E. Mendieta-Andrade, J. L. Ordóñez-Parra, y K. V. Bermeo-Pazmiño, «Caracterización de los artesanos del sector textil de la ciudad de Cuenca en su contexto comercial y productivo,» *Digital Publisher CEIT*, vol. 5, nº 5, pp. 206-218, 2020.
- [23] J. C. Sánchez, «Metodología de la investigación Científica y tecnológica,» 2004.
- [24] C. E. Montes, «Metodología de investigación tecnológica,» *ISPSN*, pp. 2014-10740, 2014.
- [25] R. Hernández-Sampieri, C. Fernández-Collado y P. Baptista, Metodología de la investigación, 7ma ed., México: MCGRAW-HILL.
- [26] J. Nielsen, «Why You Only Need to Test with 5 Users,» *Nielsen Norman Group*, 2000.
- [27] Roger S. Pressman, Ingeniería del software: un enfoque práctico, 8.^a ed., México: McGraw-Hill, 2015.
- [28] D. O. D. Christopher Crespo León, «Herramienta para caracterización de rendimiento de algoritmos de segmentación,» *SciSpace*, 2020.
- [29] J. N. I. V. G. A. F. L. Sheyla Ayleen Villegas Gavilanes, «Uso de inteligencia artificial para promocionar productos artesanales de asociaciones en Salcedo y Pujilí, Cotopaxi,» *Arandu UTIC*, vol. 12, nº 1, pp. 686-697, 2025.
- [30] J. B. d. Areba, Metodología del análisis estructurado de sistemas, 2 ed., España: Universidad Pontificia Comillas (Publicaciones), 2001.
- [31] D. J. C. TOMALÁ, «PROPUESTA DE UN SENDERO ORQUIDEARIO PARA EL DESARROLLO ECOTURÍSTICO DE LA COMUNA LOMA ALTA, PARROQUIA COLONCHE, PROVINCIA DE SANTA ELENA,» *Dspace ESPOCH*, pp. 20-25, 2016.

- [32] Ministerio de turismo, «Tejido del sombrero de paja toquilla un Patrimonio Inmaterial de la Humanidad,» Instituto Nacional de Patrimonio Cultural., Quito, 2018.
- [33] V. López, «Mujeres de la península fortalecen su técnica de sombreros de paja toquilla,» Expreso, Santa Elena, 2025.
- [34] G. L. E. S. M. V. Ana maria castillo, «Retos de futuro para un sector tradicional: la artesanía y las TIC unidas en el proyecto ARTCademy,» *Revista Eviterna*, 2021.
- [35] Econexia, «Impacto de la tecnología en la artesanía: fusionando tradición y modernidad,» *Artículos*, 2023.
- [36] A. N. d. Ecuador, «CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR,» 2008.
- [37] A. N. d. Ecuador, «LEY ORGÁNICA DE PROTECCIÓN DE DATOS,» 2021.
- [38] C. N. d. Ecuador, «LEY DE COMERCIO ELECTRONICO, FIRMAS Y MENSAJES DE DATOS,» 2002.
- [39] I. d. d. todos, «Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT),» Informe sobre inclusión digital, 2023.
- [40] K. W. G. E. E. P. , J. K. M. Karina Betzabeth Pozo, «Transformación digital de las MIPYMES en América Latina: barreras, oportunidades y esrategias para la competitividad,» vol. 3, nº 2, 2025.
- [41] AEPD, «Guías de la Agencia Española de Protección de Datos (AEPD) para la innovación y la privacidad digital,» *datos.gob.e*, 08 04 2026.
- [42] N. Sengupta, «Directrices de la OCDE sobre privacidad y protección de datos personales,» 20 01 2025. [En línea]. Available: <https://www.bitraser.com/article/oecd-guidelines-privacy-personal-data-protection.php>.
- [43] «Informe sobre comercio electrónico mundial,» *Organización mundia del comercio*, 2021.
- [44] BID, « Economía digital en América Latina,» *cancilleria.gov*, 2020.

- [45] S. UNESCO/CCI, «Artesanía y Diseño,» *memobpi*, 2021.
- [46] N. García Canclini, «Culturas híbridas: Estrategias para entrar y salir de la modernidad.,» de *Grijalbo*, México, 2001.
- [47] UNESCO, «Convención para la Salvaguardia del Patrimonio Cultural Inmaterial,» 2023.
- [48] Ministerio de Cultura del Ecuador, «Política pública para la gestión del patrimonio cultura,» 2018.
- [49] CEPAL, «Una transformación digital real y efectiva puede ayudar a América Latina y el Caribe a superar las trampas que impiden su desarrollo,» 2024. [En línea]. Available: <https://www.cepal.org/es/comunicados/transformacion-digital-real-efectiva-puede-ayudar-america-latina-caribe-superar-trampas>.
- [50] K. & T. Laudon, E-commerce: Business, Technology, Society, GLOBAL, 2016.
- [51] B. Mundial, «Economía digital en América Latina y el Caribe,» Digital Development Partnership, 2024.
- [52] Westerman, G. et al, Leading Digital: Turning Technology into Business Transformation., 2014.
- [53] G. Vial, «Understanding Digital Transformation,» *MIS Quarterly Executive*, vol. 28, nº 2, pp. 118-144, 2019.
- [54] P. K. a. G. Armstrong, «Principles of Marketing,» *Pearson Education*, vol. 17, 2018.
- [55] M. F. Boné-Andrade, «Inclusión Digital y Acceso a Tecnologías de la Información en Zonas Rurales de Ecuador,» *Revista Científica Zambos*, vol. 2, nº 2, pp. 1-16, 2023.
- [56] E. M. Rogers, «Diffusion of Innovations,» New York, 5, 2003.
- [57] L. L. Qingxiong Ma, «The Technology Acceptance Model,» *Journal of Organizational and End User Computing*, vol. 4, pp. 59-72, 2004.
- [58] Stair, R., & Reynolds, G, «Principles of Information Systems,» *Cengage*, 2014.

- [59] K. & L. J. Laudon, «Management Information Systems,» *Pearson*, 2018.
- [60] R. Pressman, «Software Engineering,» *McGraw-Hill*, 2014.
- [61] Kurose, J. & Ross, K, «Computer Networking: A Top-Down Approach,» *Pearson*, 2017.
- [62] D. Chaffey, «Digital Business and E-Commerce Management.,» *Pearson*, 2015.
- [63] K. Laudon, «E-commerce,» *Pearson*, 2020.
- [64] OECD, «OECD Digital Economy Outlook,» 2020. [En línea]. Available: https://www.oecd.org/en/publications/oecd-digital-economy-outlook-2020_bb167041-en.html.
- [65] D. J, «Web Design with HTML, CSS, JavaScript,» *Wiley*, 2014.
- [66] M. W. Docs, «Web Development Guide,» *Mozilla*, 2020.
- [67] R. Sebesta, «Concepts of Programming Languages,» *Pearson*, 2016.
- [68] IEEE, «Software Engineering Body of Knowledge,» Computer Society, 2014. [En línea]. Available: <https://www.computer.org/education/bodies-of-knowledge/software-engineering#evolving>.
- [69] Addison-Wesley, «Design Patterns,» *MA. NEXTSTEP*, vol. 1, 1994.
- [70] Microsoft, «Visual Studio Code Documentation,» 2023.
- [71] R. & N. S. Elmasri, «Fundamentals of Database Systems,» *Pearson*, 2016.
- [72] T. Connolly, «Database Systems: A Practical Approach,» *Pearson*, 2015.
- [73] nubecian, «Introducción las bases de datos,» 04 2019. [En línea]. Available: <https://www.nubecian.com/2019/04/introduccion-las-bases-de-datos.html>.
- [74] M. 8. Oracle, «Reference Manual,» 2025. [En línea]. Available: <https://dev.mysql.com/doc/>.
- [75] SQLAlchemy, «SQLAlchemy Documentation,» 08 2025. [En línea]. Available: <https://docs.sqlalchemy.org/>.

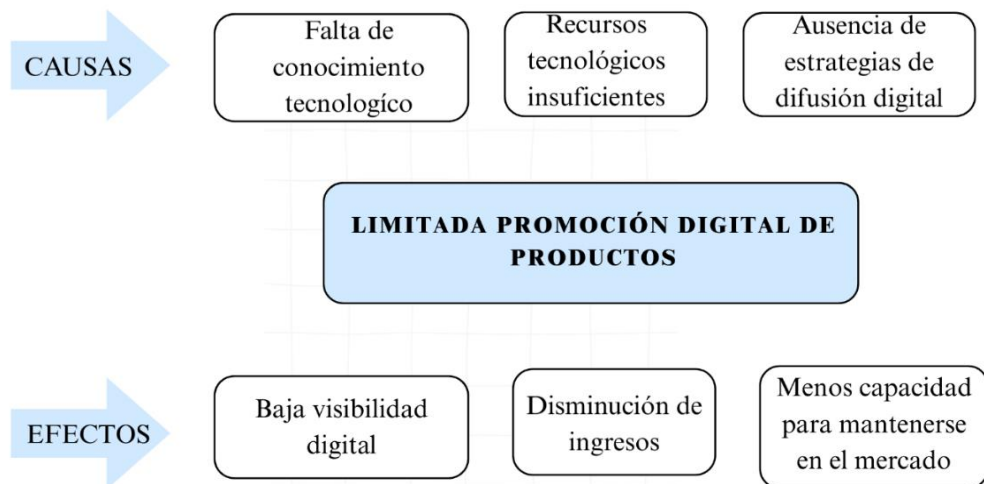
- [76] C. Google, «¿Qué es la Inteligencia artificial?,» 2024. [En línea]. Available: <https://cloud.google.com/learn/what-is-artificial-intelligence?hl=es-419>.
- [77] S. A. web, «¿En qué consiste la automatización inteligente?,» 2024. [En línea]. Available: <https://planderecuperacion.gob.es/noticias/que-es-inteligencia-artificial-ia-prtr>.
- [78] L. J. Aguilar, Fundamentos de programación, Madrid , 2001.
- [79] S. S. Skiena, The Algorithm Design, New york: Texts in Comp,uter Science, 2020.
- [80] S. J. R. a. P. Norvig, «Artificial Intelligence: A Modern Approach,» *Hoboken NJ: Pearson*, vol. 4, 2021.
- [81] B. E. V. B. G. X. H. S. Vanessa Lorena Valverde González, «Desarrollo web con Python y Flask,» *ESPOCH*, p. 286, 2025.
- [82] A. R. Jeffrey, «Language Models are Unsupervised Multitask Learners,» *OpenAI Blog*, vol. 1, nº 8, 2019.
- [83] E. Santiago-Ruiz, «Automatización de textos administrativos y de comunicación formal,» *Revista Transdigital*, 2024.
- [84] A. T. S. B. D. E. Oriol Vinyals, «Show and Tell: A Neural Image Caption Generator,» *arXiv*, 20 04 2015.
- [85] I. C. S. M. R. C. J. S. N. L. E. N. Roberto Jose María, «Clasificación de imágenes con redes neuronales mejora el comportamiento del consumidor en estudiantes universitarios,» *REVISTA INVECOM*, vol. 6, nº 2, 2025.
- [86] D. Z. Alain Horé, «Image quality metrics: PSNR vs. SSIM,» *en 2010 20th International Conference on Pattern Recognition*, pp. 2366-2369, 08 2010.
- [87] I. q. a. f. e. v. t. s. similarity, «Image quality assessment: from error visibility to structural similarity,» *IEEE Transactions on Image Processing*, vol. 13, pp. 600 - 612, 2004.

- [88] R. J. J. E. B. Y. y. K. M. SM Pizer, «Ecuación de histograma adaptativa con limitación de contraste: velocidad y eficacia,» *Actas de la Primera Conferencia sobre Visualización en Computación Biomédica*, pp. 337-345, 1990.
- [89] Gabriel Centini Campos, Saulo Martiello Mastelini, Gabriel Jonas Aguiar, Rafael Gomes Mantovani, Leonimer Flávio de Melo and Sylvio Barbon Jr, «Machine learning hyperparameter selection for Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization,» *EURASIP Journal on Image and Video Processing*, vol. 2019, pp. 2-18, 2019.
- [90] O. S. C. Vision, «OpenCV: Histograms - 2: Histogram Equalization,» [En línea]. Available: https://docs.opencv.org/4.x/d5/daf/tutorial_py_histogram_equalization.html.
- [91] Z. Z. , C. H. , M. D. , O. R. Z. , M. J. Xuebin Qin, «U2-Net: Going deeper with nested U-structure for salient object detection,» *Pattern Recognition*, vol. 106, p. 107404, 2020.
- [92] Danielgatis, «GitHub - danielgatis/rembg: Rembg is a tool to remove images background · GitHub,» 2020. [En línea]. Available: <https://github.com/danielgatis/rembg>. [Último acceso: 22 2026].
- [93] «2019 IEEE International Conference on Advanced Robotics and its Social Impacts (ARSO)[Title page],» de *2019 IEEE International Conference on Advanced Robotics and its Social Impacts (ARSO)*, Beijing, China, 2019.
- [94] v. J. García, «Estudio e implementación de redes neuronales convolucionales para la segmentación de imágenes,» *Facultad de ciencias*, pp. 16-54, 2024.
- [95] D. Kunal, «U2-Net: An Approach to Efficient Background Removal,» U2-Net, 11 06 2024. [En línea]. Available: <https://learnopencv.com/u2-net-image-segmentation/>. [Último acceso: 04 2026].
- [96] E. Rogers, .Diffusion of innovations, 4th ed., New York: Free Press, 1995.

- [97] K. M. T. Jorge Luis Triana Riveros, «Adopción de innovaciones en la agricultura familiar latinoamericana.,» *Pensamiento actual*, vol. 21, n° 36, 2021.
- [98] R. T. y G. L. J. E. Smith, «Connectivity and digital inclusion in rural Latin America,» *Telecommunications Policy*, vol. 48, n° 7, 2024.
- [99] Silvia Ramos Bellot, «INTELIGENCIA ARTIFICIAL GENERATIVA Y REPRESENTACIÓN ARQUITECTÓNICA,» pp. 15-45, 2023.
- [100] A. J. & N. G. Muhammad Abdelhadie Al-Malla, «Image captioning model using attention and object features to mimic human image understanding,» *Journal of Big Data*, vol. 9, 2022.
- [101] L. Xu, Q. Tang, J. Lv, B. Zheng, X. Zeng y W. Li, «Deep image captioning: A review of methods, trends and future challenges,» *Neurocomputing*, n° 546, pp. 126-287, 2023.
- [102] J. S. a. R. Frost, «E-Marketing,» *Pearson Education*, vol. 17th, 2014.
- [103] J. Pulizzi, «Content Marketing: Strategies for Digital Marketers,» *McGraw-Hill*, 2014.
- [104] T. L. & S. M. R. Tuten, «Social Media Marketing,» *Sage Publications*, vol. 3, 2017.
- [105] H. D. A. A. E. Bommasani Rishi, «On the Opportunities and Risks of Foundation Models,» *arXiv*, 2021.
- [106] «Ethics of Artificial Intelligence and Robotics (Stanford Encyclopedia of Philosophy),» 30 04 2020. [En línea]. Available: <https://plato.stanford.edu/entries/ethics-ai/#PriDatPro>.
- [107] «Ethics of Artificial Intelligence - AI | UNESCO,» Quick Links, 27 01 2016. [En línea]. Available: <https://www.unesco.org/en/artificial-intelligence/recommendation-ethics>. [Último acceso: 2026].
- [108] «AI Principles Overview - OECD.AI,» OECD.AI, [En línea]. Available: <https://oecd.ai/en/ai-principles>. [Último acceso: 04 2026].

ANEXOS

Anexo 1 – Árbol de problemas



Anexo 2 – Lista de verificación de funcionalidades

Nº	Funcionalidad	¿Funciona correctamente?	Observaciones
1	Inicio de sesión con credenciales validas	☒ Sí ☐ No	Completado en menos de 30 segundos
2	Redireccionamiento según rol	☒ Sí ☐ No	Admin y artesana redirigen correctamente
3	Registro de nueva artesana por admin	☒ Sí ☐ No	
4	Validación de correo electrónico	☒ Sí ☐ No	
5	Registro de producto con imagen	☒ Sí ☐ No	Completado en aproximadamente 2 minutos
6	Edición de producto propio	☒ Sí ☐ No	
7	Eliminación de producto propio	☒ Sí ☐ No	
8	Procesamiento automático de imagen	☒ Sí ☐ No	Pipeline ejecutado en 15-20 segundos
9	Generación automática de descripción	☒ Sí ☐ No	Gemini 2.5 Flash responde correctamente
10	Edición manual de descripción sin regenerar	☒ Sí ☐ No	
11	Catálogo visible sin autenticación	☒ Sí ☐ No	
12	Recuperación de contraseña por correo	☒ Sí ☐ No	
13	Token de recuperación de un solo uso	☒ Sí ☐ No	
14	Me gusta en producto	☒ Sí ☐ No	
15	Comentario en producto	☒ Sí ☐ No	
16	Registro de venta y actualización de stock	☒ Sí ☐ No	
17	Reportes por periodo en panel admin	☒ Sí ☐ No	
18	Compartir producto en redes sociales	☒ Sí ☐ No	Probado con WhatsApp y Facebook

Anexo 3 – Evaluación de algoritmos de IA

Sección A – Evaluación de procesamiento de imágenes

Nº	Producto evaluado	Condición de la imagen original	SSIM obtenido	PSNR obtenido	Criterio	¿Cumple criterio?
1	Sombrero de Toquilla	Fondo oscuro de tela	0.9439	24.79 dB	SSIM > 0.8 / PSNR ≥ 20 dB	☒ sí
2	Sombrero con banda tricolor	Fondo neutro	0.9017	25.36 dB	SSIM > 0.8 / PSNR ≥ 20 dB	☒ sí
3	Canasta con Bordado de Flor	Fondo de madera café	0.8976	25.16 dB	SSIM > 0.8 / PSNR ≥ 20 dB	☒ sí
4	Bolso Ovalado Pequeño	Fondo de madera café	0.9042	27.02 dB	SSIM > 0.8 / PSNR ≥ 20 dB	☒ sí
5	Alhajero con Detalles Fucsia	Fondo oscuro	0.9337	28.87 dB	SSIM > 0.8 / PSNR ≥ 20 dB	☒ sí
6	Monedero Multicolor	Fondo de madera café	0.8829	19.69 dB	SSIM > 0.8 / PSNR ≥ 20 dB	☐ Parcial
7	Cartera Bicolor	Fondo claro	0.9090	21.59 dB	SSIM > 0.8 / PSNR ≥ 20 dB	☒ sí
8	Centro de Mesa Multicolor	Fondo de madera café	0.8849	23.00 dB	SSIM > 0.8 / PSNR ≥ 20 dB	☒ sí
9	Aretes Fucsia	Fondo de madera café	0.8125	20.82 dB	SSIM > 0.8 / PSNR ≥ 20 dB	☒ sí
10	Set de 2 Portavasos	Fondo de mesa	0.8966	25.27 dB	SSIM > 0.8 / PSNR ≥ 20 dB	☒ sí

Criterio de aceptación: SSIM > 0.8 y PSNR ≥ 20 dB sobre la región del objeto segmentado

Nota: los valores fueron calculados aplicando métricas enmascaradas mediante la librería scikit-image de Python, evaluando exclusivamente los píxeles correspondientes al objeto artesanal.

Sección B – Evaluación de descripciones generadas por IA

Las siguientes descripciones fueron evaluadas por artesanas de la Asociación de Paja Toquilla de Loma Alta mediante una escala de valoración del 1 al 5 en tres criterios: precisión del contenido, redacción y utilidad comercial.

N°	Producto	Descripción generada	Precisión (1-5)	Redacción (1-5)	Utilidad (1-5)	Promedio
1	Sombrero de Toquilla	¡Luce un estilo único con este bonito Sombrero de Toquilla! 🧶 Hecho a mano con paja toquilla 100% natural por artesanas de Comuna Loma Alta, en Santa Elena, Ecuador. Su tejido fino y forma elegante te dan un estilo clásico, además te protege del sol. ¡Llévate esta pieza de calidad por solo \$10.00 y apoya el comercio justo! 🌱👩🏽	5	5	5	5
2	Centro de Mesa Multicolor	Dale un toque tradicional y lleno de color a tu hogar con este hermoso Centro de Mesa Multicolor. Hecho a mano con paja toquilla 100% natural por artesanas de Comuna Loma Alta, Ecuador. Su diseño redondo y vibrante, con tonos rosas, azules y amarillos, junto a su textura natural y flecos, lo hacen un detalle especial. Ideal para decorar tu mesa o cualquier rincón. ¡Apoya el comercio justo por solo \$4.00! 🌱👩🏽💚	4.5	5	5	4.83
3	Canasta con Bordado de Flor	Descubre nuestra hermosa Canasta con Bordado de Flor, tejida a mano con paja toquilla 100% natural por artesanas de Comuna Loma Alta. 🧶 Su estilo rústico y forma estable, con ese toque vibrante de flores rojas y hojas verdes, la hacen perfecta. Es práctica y multusos, ideal para decorar tu hogar o llevar tus cosas. Cada canasta es un legado cultural y un apoyo al trabajo hecho a mano de estas mujeres. ¡Consíguela por solo \$15.00! ¡Dale un aire fresco y tradicional a tu espacio hoy mismo! 🌱	5	5	5	5

Escala de valoración:

- 1= Muy deficiente
- 2= Deficiente
- 3= Regular
- 4= Bueno
- 5= Muy bueno

Criterio de aceptación: promedio $\geq 4/5$

Anexo 4 – Formato de registro de pruebas de usabilidad

Dispositivo utilizado: ☒ Teléfono móvil ☐ Computadora ☐ Tablet

Participante	Tarea 1 Login	Tarea 2 Registro	Tarea 3 Editar desc.	Tarea 4 Navegar	Tarea 5 Compartir	Tasa éxito
P-01	< 30 seg	~ 2min	< 1 min	< 30 seg	< 30 seg	5 / 5 = 100%
P-02	< 30 seg	~ 2min	< 1 min	< 30 seg	< 30 seg	5 / 5 = 100%
P-03	< 30 seg	~ 2min	< 1 min	< 30 seg	< 30 seg	5 / 5 = 100%
P-04	< 30 seg	~ 2min	< 1 min	< 30 seg	< 30 seg	5 / 5 = 100%
P-05	< 30 seg	~ 2min	< 1 min	< 30 seg	< 30 seg	5 / 5 = 100%
P-06	< 30 seg	~ 2min	< 1 min	< 30 seg	< 30 seg	5 / 5 = 100%
P-07	< 30 seg	~ 2min	< 1 min	< 30 seg	< 30 seg	5 / 5 = 100%
P-08	< 30 seg	~ 2min	< 1 min	< 30 seg	< 30 seg	5 / 5 = 100%
Promedio	< 30 seg	~ 2min	< 1 min	< 30 seg	< 30 seg	5 / 5 = 100%

Observaciones generales:

Todas las participantes completaron las cinco tareas evaluadas dentro de los tiempos máximos establecidos. No se registraron dificultades significativas durante la ejecución de las tareas.

Anexo 5 – Consentimiento informado

FORMULARIO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Estimada participante:

El presente proyecto de titulación tiene como objetivo desarrollar y evaluar un sistema de catálogo digital con inteligencia artificial para la Asociación de Artesanas de Paja Toquilla de la Comuna Loma Alta. Su participación es completamente voluntaria y consiste en realizar pruebas de uso del sistema y evaluar las descripciones generadas automáticamente.

La información recopilada será utilizada únicamente con fines académicos y de investigación. Sus datos personales serán tratados con confidencialidad.

Al firmar este documento usted confirma que:

- Ha sido informada sobre el propósito de la investigación.
- Participa de forma voluntaria y puede retirarse en cualquier momento.
- Autoriza el uso de los datos recopilados con fines académicos.

Nombre y Apellido: <u>Piedad del Rocio Tomala del Pezo</u>
Cargo: Presidenta de la Asociación de Artesanas de Paja Toquilla – Comuna Loma Alta
Firma: <u>Piedad del Rocio Tomala del Pezo</u>

Investigadora responsable: Nataly Gonzabay **Firma:** Nataly Gonzabay

Anexo 6 – Tabla de Observación directa

Criterios de observación

Criterio de observación	Descripción de la situación	Resultado esperado	Cumple (sí / No)	Observación
Infraestructura tecnológica	Se observó que cuentan con teléfonos móviles y acceso básico a internet.	Disponibilidad de equipos tecnológicos adecuados	No	No cuentan con herramientas avanzadas.
Uso de herramientas digitales	Uso ocasional de redes sociales como Facebook y WhatsApp para promoción.	Uso constante de plataformas digitales organizadas	No	No existe catalogo digital estructurado
Nivel de conocimientos digitales	Manejo básico de aplicaciones móviles, sin conocimientos técnicos en edición.	Conocimiento en herramientas digitales de edición y publicación	No	Limitado conocimiento tecnológico
Coordinación organizacional	Existe organización básica, pero sin roles definidos en el área digital.	Distribución clara de funciones tecnológicas	No	Falta de asignación de responsabilidades digitales
Participación de artesanas	Participación en actividades productivas, pero no en capacitaciones tecnológicas.	Participación en formación digital	No	No han recibido capacitaciones recientes
Oportunidades detectadas	Existe interés en mejorar la promoción digital de productos.	Implementación de herramientas tecnológicas	Si	La disposición al cambio identificada fue validada durante la implementación del sistema propuesto.

Anexo 7 – Entrevista

Objetivo: Obtener Información sobre el uso de herramientas digitales en la promoción de productos artesanales.

Preguntas:

1. ¿Cómo promocionan actualmente sus productos artesanales?

Actualmente promocionamos nuestros productos a través de las redes sociales como Facebook y WhatsApp, donde publicamos fotos tomadas con nuestros celulares. También vamos a ferias locales para dar a conocer nuestras artesanías.

2. ¿Qué dificultades tienen al momento de publicar sus productos en internet?

Dificultades al momento de editar las fotografías de las artesanías por lo que en algunas veces es necesario editarlas para que se vean mejor y la dificultad para redactar descripciones para llamar la atención al cliente.

3. ¿Utilizan alguna herramienta para mejorar la calidad de las imágenes o descripciones?

No utilizamos herramientas que nos ayude en ese caso, solo las opciones básicas del celular. En algunos casos se pide ayuda a familiares, pero no existe conocimientos técnicos para mejorar la presentación de las artesanías.

4. ¿Considera necesario contar con un catálogo digital organizado?

Claro que sí consideramos porque es muy necesario, ya que permitirá mostrar mejor nuestras artesanías, llevarlos bien organizado y que los clientes conozcan todo lo que ofrecemos.

5. ¿Estarían dispuestas a utilizar un sistema web para gestionar sus productos?

Sí, estamos dispuestas a utilizar un sistema web siempre que sea fácil de usar y se nos brinde una capacitación básica para poder manejarlo correctamente.

6. ¿Qué características le gustaría que tenga una herramienta digital para apoyar su trabajo?

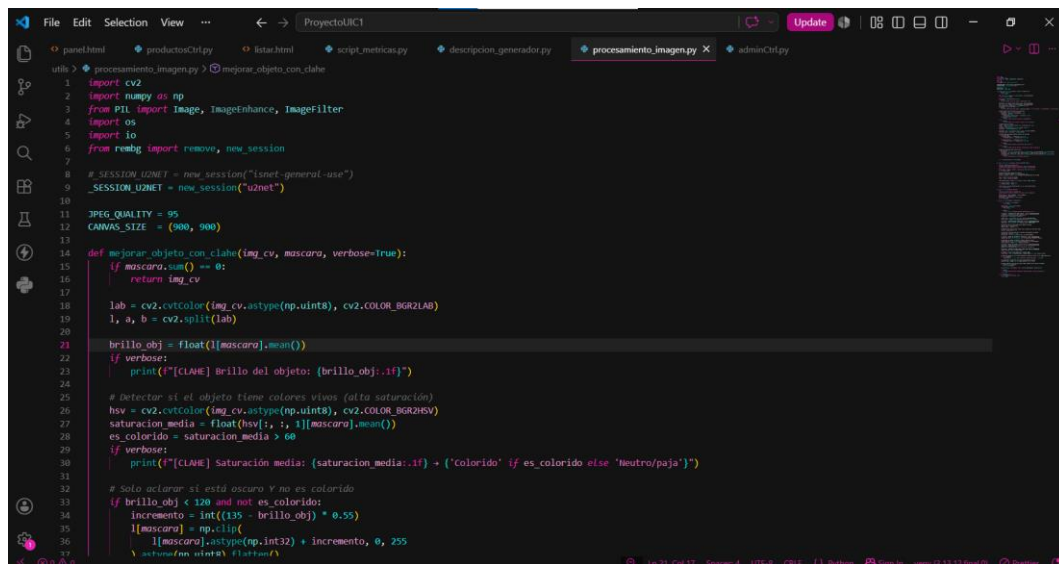
Nos gustaría que pueda mejorar la imagen, que nos ayude a generar las descripciones de nuestras artesanías para que se vea más atractivo y llame la atención de las personas, y que sea fácil de usar desde el celular.

Anexo 8 – Código fuente de módulos principales

El presente anexo contiene el código fuente de los módulos de inteligencia artificial desarrollados para el sistema de catálogo digital. Se presentan las versiones finales ejecutadas durante la fase de pruebas y validación del sistema.

Sección A – Módulo de optimización automática de imágenes

Implementa el pipeline de procesamiento compuesto por eliminación de fondo mediante el modelo U²-Net a través de la librería rembg, mejora de contraste e iluminación con CLAHE adaptivo en el espacio de color LAB mediante OpenCV, realce de nitidez con Unsharp Masking mediante Pillow, y composición final sobre fondo blanco estandarizado en lienzo de 900 x 900 píxeles.



```
File Edit Selection View ... ProyectoUC1
util > procesamiento_imagenes.py > mejorar_objeto_con_clahe
1 import cv2
2 import numpy as np
3 from PIL import Image, ImageEnhance, ImageFilter
4 import os
5 import io
6 from rembg import remove, new_session
7
8 # _SESSION_U2NET = new_session("isnet-general-use")
9 _SESSION_U2NET = new_session("u2net")
10
11 JPEG_QUALITY = 95
12 CANVAS_SIZE = (900, 900)
13
14 def mejorar_objeto_con_clahe(img_cv, mascara, verbose=True):
15     if mascara.sum() == 0:
16         return img_cv
17
18     lab = cv2.cvtColor(img_cv.astype(np.uint8), cv2.COLOR_BGR2LAB)
19     l, a, b = cv2.split(lab)
20
21     brillo_obj = float([mascara].mean())
22     if verbose:
23         print(f"[CLAHE] Brillo del objeto: {brillo_obj:.1f}")
24
25     # Detectar si el objeto tiene colores vivos (alta saturación)
26     hsv = cv2.cvtColor(img_cv.astype(np.uint8), cv2.COLOR_BGR2HSV)
27     saturacion_media = float(hsv[:, :, 1][mascara].mean())
28     es_colorido = saturacion_media > 60
29     if verbose:
30         print(f"[CLAHE] Saturación media: {saturacion_media:.1f} + {'colorido' if es_colorido else 'neutro/paja'}")
31
32     # Solo aclarar si está oscuro y no es colorido
33     if brillo_obj < 120 and not es_colorido:
34         incremento = int((135 - brillo_obj) * 0.55)
35         l[mascara] = np.clip(
36             l[mascara].astype(np.int32) + incremento, 0, 255
37             ).astype(np.uint8).flatten()
```

Código:

```
import cv2

import numpy as np

from PIL import Image, ImageEnhance, ImageFilter

import os

import io

from rembg import remove, new_session

# _SESSION_U2NET = new_session("isnet-general-use")
_SESSION_U2NET = new_session("u2net")

JPEG_QUALITY = 95
```

```

CANVAS_SIZE = (900, 900)

def mejorar_objeto_con_clahe(img_cv, mascara, verbose=True):
    if mascara.sum() == 0:
        return img_cv

    lab = cv2.cvtColor(img_cv.astype(np.uint8), cv2.COLOR_BGR2LAB)
    l, a, b = cv2.split(lab)

    brillo_obj = float(l[mascara].mean())
    if verbose:
        print(f'[CLAHE] Brillo del objeto: {brillo_obj:.1f}')

    # Detectar si el objeto tiene colores vivos (alta saturación)
    hsv = cv2.cvtColor(img_cv.astype(np.uint8), cv2.COLOR_BGR2HSV)
    saturacion_medio = float(hsv[:, :, 1][mascara].mean())
    es_colorido = saturacion_medio > 60

    if verbose:
        print(f'[CLAHE] Saturación media: {saturacion_medio:.1f} → {'Colorido' if
es_colorido else 'Neutro/paja'})

    # Solo aclarar si está oscuro Y no es colorido
    if brillo_obj < 120 and not es_colorido:
        incremento = int((135 - brillo_obj) * 0.55)
        l[mascara] = np.clip(
            l[mascara].astype(np.int32) + incremento, 0, 255
        ).astype(np.uint8).flatten()
        if verbose:
            print(f'[CLAHE] Aclarado aplicado: +{incremento}')
    else:
        if verbose:
            print(f'[CLAHE] Sin aclarado — objeto claro o colorido')

    # CLAHE suave para textura
    clahe = cv2.createCLAHE(clipLimit=1.0, tileGridSize=(16, 16))
    l_clahe = clahe.apply(l)
    l_fusion = cv2.addWeighted(l, 0.95, l_clahe, 0.05, 0)
    l[mascara] = l_fusion[mascara].flatten()

    resultado = cv2.cvtColor(cv2.merge([l, a, b]), cv2.COLOR_LAB2BGR)
    resultado_float = resultado.astype(np.float32)

    # Calidez SOLO para paja toquilla natural (no colorida)
    if not es_colorido:

```

```

    resultado_float[:, :, 2][mascara] = np.clip(
        resultado_float[:, :, 2][mascara] + 6, 0, 255
    )
    resultado_float[:, :, 1][mascara] = np.clip(
        resultado_float[:, :, 1][mascara] + 4, 0, 255
    )
    if verbose:
        print(f"[CLAHE] Calidez aplicada para paja natural")
    else:
        if verbose:
            print(f"[CLAHE] Calidez omitida — preservando colores originales")

    # Boost de saturación para colores vivos
    if es_colorido:
        hsv_boost = cv2.cvtColor(resultado_float.astype(np.uint8),
cv2.COLOR_BGR2HSV).astype(np.float32)
        hsv_boost[:, :, 1][mascara] = np.clip(hsv_boost[:, :, 1][mascara] * 1.20, 0, 255)
        resultado_float = cv2.cvtColor(hsv_boost.astype(np.uint8),
cv2.COLOR_HSV2BGR).astype(np.float32)
        if verbose:
            print(f"[CLAHE] Boost de saturación aplicado")

    return resultado_float.astype(np.uint8)

def smart_crop_and_resize(img_pil, canvas_size=(900, 900)):
    """
    [PILLOW - NORMALIZACIÓN GEOMÉTRICA]
    Estandariza las dimensiones de la imagen al lienzo web manteniendo
    la relación de aspecto original para evitar óvalos o deformaciones.
    """
    final_canvas = Image.new("RGBA", canvas_size, (255, 255, 255, 0))
    w, h = img_pil.size

    # Escala proporcional matemática estricta
    escala = min(canvas_size[0] / w, canvas_size[1] / h)
    escala_con_margen = escala * 0.92 # Margen de seguridad para el catálogo

    new_w = int(w * escala_con_margen)
    new_h = int(h * escala_con_margen)

    img_redimensionada = img_pil.resize((new_w, new_h), Image.LANCZOS)

    x = (canvas_size[0] - new_w) // 2
    y = (canvas_size[1] - new_h) // 2

```

```

final_canvas.paste(img_redimensionada, (x, y), img_redimensionada)
return final_canvas

def calcular_calidad(img_np, mascara):
    """
    Mide qué tan bien quedó la segmentación.
    Si hay muy pocos píxeles de objeto = el modelo recortó demasiado.
    """
    total_pixeles = img_np.shape[0] * img_np.shape[1]
    pixeles_objeto = mascara.sum()
    porcentaje = pixeles_objeto / total_pixeles
    return porcentaje

def procesar_imagen(filepath, verbose=True):
    try:
        if not os.path.exists(filepath):
            return False

        img_original = cv2.imread(filepath)
        if img_original is None:
            return False

        if verbose:
            print(f"\n===== INICIANDO PIPELINE AUTOMATIZADO =====")

        # — PASO 1: ELIMINACIÓN DE FONDO (U2-Net / rembg)
        _, buffer = cv2.imencode(".png", img_original)
        # output_data = remove(buffer.tobytes())

        output_data = remove(buffer.tobytes(), session=_SESSION_U2NET)
        img_pil_rgba = Image.open(io.BytesIO(output_data)).convert("RGBA")

        # — PASO 2: REDIMENSIONADO PROPORCIONAL (Pillow)
        img_canvas = smart_crop_and_resize(img_pil_rgba, CANVAS_SIZE)

        # Extracción de la máscara binaria del objeto recortado
        img_np = np.array(img_canvas)
        alpha_channel = img_np[:, :, 3]

        # Umbralización para rescatar fibras finas y mechas sin ruido del fondo
        mascara = alpha_channel > 30

        # Conversión cromática explícita a BGR para procesamiento en OpenCV
        img_obj_rgb = img_np[:, :, :3]
        img_obj_bgr = cv2.cvtColor(img_obj_rgb, cv2.COLOR_RGB2BGR)

```

```

# — PASO 3: MEJORA DE CONTRASTE E ILUMINACIÓN (CLAHE)
img_bgr_mejorado = mejorar_objeto_con_clahe(img_obj_bgr, mascara, verbose)

# Retornamos el objeto corregido al espacio RGB para Pillow
img_rgb_mejorado = cv2.cvtColor(img_bgr_mejorado, cv2.COLOR_BGR2RGB)
img_pil_objeto = Image.fromarray(img_rgb_mejorado)

# — PASO 4: REALCE DE NITIDEZ (Unsharp Masking)
img_nitida = img_pil_objeto.filter(
    ImageFilter.UnsharpMask(radius=1.0, percent=80, threshold=4)
)
# — PASO 5: COMPOSICIÓN SOBRE FONDO BLANCO PURO ABSOLUTO
objeto_final_np = np.array(img_nitida)

# Creamos un lienzo sólido blanco de 3 canales (RGB)
fondo_blanco = np.full((CANVAS_SIZE[1], CANVAS_SIZE[0], 3), 255,
dtype=np.uint8)

# Inyección selectiva: Si el píxel pertenece al objeto se pinta; si no, queda blanco
puro

for c in range(3):
    fondo_blanco[:, :, c] = np.where(mascara, objeto_final_np[:, :, c], 255)

# Convertimos a formato PIL listo para almacenamiento de datos
img_final_save = Image.fromarray(fondo_blanco).convert("RGB")

# Forzar remoción física en disco para romper bloqueos de escritura en Windows
if os.path.exists(filepath):
    os.remove(filepath)

img_final_save.save(filepath, "JPEG", quality=JPEG_QUALITY, optimize=True)

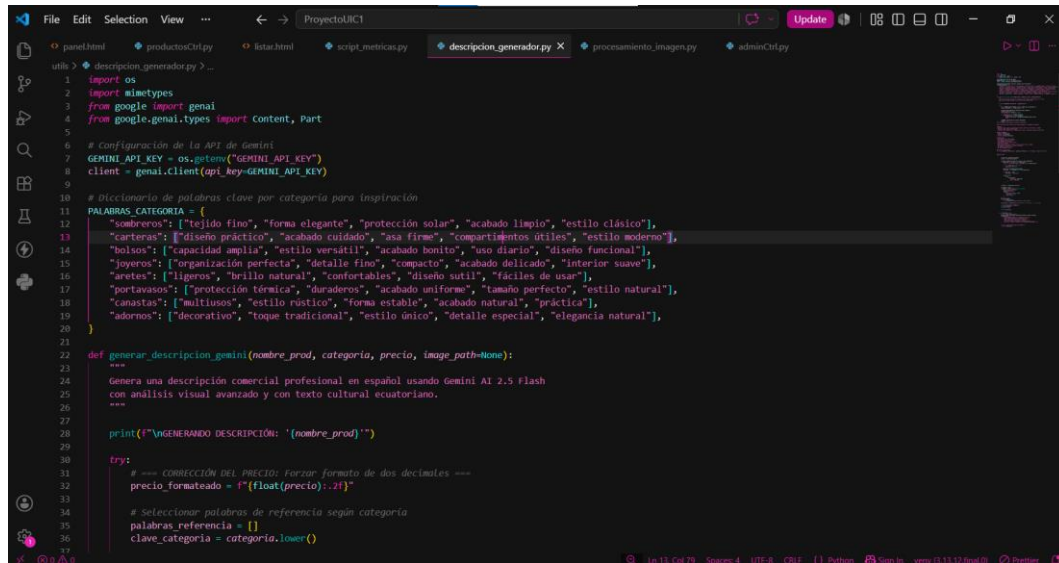
if verbose:
    print("[ÉXITO] Pipeline completado: Fondo eliminado y texturas expuestas.")
return True

except Exception as e:
    print(f"[ERROR EN PIPELINE]: {e}")
return False

```

Sección B – Módulo de generación automática de descripciones

Implementa la integración con la API de Google Gemini 2.5 Flash para la generación de descripciones comerciales multimodales. Incluye el prompt estructurado con contexto cultural ecuatoriano, el diccionario de palabras de inspiración por categoría, el procesamiento de la respuesta del modelo y la descripción de respaldo en caso de fallo de la API.

A screenshot of a code editor window titled 'ProyectoUJC1'. The editor shows a Python file named 'descripcion_generador.py'. The code includes imports for 'os', 'mimetypes', and 'google.generativeai' (genai). It defines a Gemini API key and a client. A dictionary 'PALABRAS_CATEGORIA' lists various product categories and their associated descriptive keywords in Spanish. A function 'generar_descripcion_gemini' is defined, which takes product name, category, price, and image path as arguments. The function generates a prompt for the Gemini API, including the category keywords and the product details. It then calls the 'generate_content' method of the Gemini client to produce a description. The code also includes a fallback mechanism in case the API call fails.

```
1 import os
2 import mimetypes
3 from google import generai
4 from google.generativeai.types import Content, Part
5
6 # Configuración de la API de Gemini
7 GEMINI_API_KEY = os.getenv("GEMINI_API_KEY")
8 client = generai.Client(api_key=GEMINI_API_KEY)
9
10 # Diccionario de palabras clave por categoría para inspiración
11 PALABRAS_CATEGORIA = {
12     "sombreros": ["tejido fino", "forma elegante", "protección solar", "acabado limpio", "estilo clásico"],
13     "carteras": ["diseño práctico", "acabado cuidado", "asa firme", "compartimentos útiles", "estilo moderno"],
14     "bolso": ["capacidad amplia", "estilo versátil", "acabado bonito", "uso diario", "diseño funcional"],
15     "joyeros": ["organización perfecta", "detalle fino", "compacto", "acabado delicado", "interior suave"],
16     "aretes": ["ligeros", "brillo natural", "cómodos", "diseño sutil", "fáciles de usar"],
17     "portavasos": ["protección térmica", "duraderos", "acabado uniforme", "tamaño perfecto", "estilo natural"],
18     "canastas": ["multifusos", "estilo rústico", "forma estable", "acabado natural", "práctica"],
19     "adornos": ["decorativo", "toque tradicional", "estilo único", "detalle especial", "elegancia natural"],
20 }
21
22 def generar_descripcion_gemini(nombre_prod, categoria, precio, image_path=None):
23     """
24     Genera una descripción comercial profesional en español usando Gemini AI 2.5 Flash
25     con análisis visual avanzado y con texto cultural ecuatoriano.
26     """
27     print(f"GENERANDO DESCRIPCIÓN: '{nombre_prod}'")
28
29     try:
30         # CORRECCIÓN DEL PRECIO: Forzar formato de dos decimales ---
31         precio_formateado = f"{float(precio):.2f}"
32
33         # Seleccionar palabras de referencia según categoría
34         palabras_referencia = []
35         clave_categoria = categoria.lower()
36         palabras_referencia = PALABRAS_CATEGORIA.get(clave_categoria, [])
37
38         # Construir el prompt para Gemini
39         prompt = f"""
40         Eres un experto en descripciones de productos de moda ecuatoriana.
41         Genera una descripción comercial profesional en español para el producto:
42         {nombre_prod}.
43         El precio es: {precio_formateado}.
44         Inspírate en las palabras clave de la categoría: {', '.join(palabras_referencia)}.
45         Incluye detalles sobre la calidad, el diseño y el uso del producto.
46         """
47
48         # Generar la descripción
49         response = client.generate_content(prompt)
50         descripcion = response.text
51
52         return descripcion
53     except Exception as e:
54         print(f"Error al generar descripción: {e}")
55         return None
```

Código:

```
import os
import mimetypes
from google import generai
from google.generativeai.types import Content, Part

# Configuración de la API de Gemini
GEMINI_API_KEY = os.getenv("GEMINI_API_KEY")
client = generai.Client(api_key=GEMINI_API_KEY)

# Diccionario de palabras clave por categoría para inspiración
PALABRAS_CATEGORIA = {
    "sombreros": ["tejido fino", "forma elegante", "protección solar", "acabado limpio",
"estilo clásico"],
    "carteras": ["diseño práctico", "acabado cuidado", "asa firme", "compartimentos
útiles", "estilo moderno"],
```

```

    "bolsos": ["capacidad amplia", "estilo versátil", "acabado bonito", "uso diario", "diseño funcional"],
    "joyeros": ["organización perfecta", "detalle fino", "compacto", "acabado delicado", "interior suave"],
    "aretes": ["ligeros", "brillo natural", "confortables", "diseño sutil", "fáciles de usar"],
    "portavasos": ["protección térmica", "duraderos", "acabado uniforme", "tamaño perfecto", "estilo natural"],
    "canastas": ["multiusos", "estilo rústico", "forma estable", "acabado natural", "práctica"],
    "adornos": ["decorativo", "toque tradicional", "estilo único", "detalle especial", "elegancia natural"],
}

```

```

def generar_descripcion_gemini(nombre_prod, categoria, precio, image_path=None):
    """
    Genera una descripción comercial profesional en español usando Gemini AI 2.5 Flash
    con análisis visual avanzado y con texto cultural ecuatoriano.
    """
    print(f"\nGENERANDO DESCRIPCIÓN: '{nombre_prod}'")
    try:
        # === CORRECCIÓN DEL PRECIO: Forzar formato de dos decimales
        precio_formateado = f"{float(precio):.2f}"

        # Seleccionar palabras de referencia según categoría
        palabras_referencia = []
        clave_categoria = categoria.lower()

        for categoria_key in PALABRAS_CATEGORIA:
            if categoria_key in clave_categoria:
                palabras_referencia = PALABRAS_CATEGORIA[categoria_key]
                break

        # PROMPT (Actualizado con precio_formateado)
        prompt = f"""
Eres un experto en marketing de productos artesanales.

```

Genera una descripción comercial en español basada en la imagen del producto.

CONTEXTO:

- Producto hecho a mano por artesanas de Comuna Loma Alta, Santa Elena - Ecuador
- Material: paja toquilla 100% natural
- Comercio justo, apoyo local, trabajo hecho a mano y tradición artesanal ecuatoriana

DATOS DEL PRODUCTO:

- Nombre: {*nombre_prod*}
- Categoría: {*categoria*}
- Precio: \${*precio_formateado*}

INSTRUCCIONES:

- Escribe entre 60 y 80 palabras
- Usa español sencillo y natural
- Tono amigable y comercial
- Incluye el precio de forma natural
- Usa máximo 3 emojis
- Describe colores, forma, textura y uso práctico según la imagen
- Usa palabras cotidianas y fáciles de entender
- No enumeres características
- No uses lenguaje técnico

Palabras de inspiración:

{", ".join(palabras_referencia) if palabras_referencia else "artesanal, elegant, práctico"}

Comienza ahora:

"""

Construir contenido multimodal

partes = [Part(*text*=prompt)]

Incluir imagen para análisis visual si está disponible

if image_path and os.path.exists(image_path):

print(f" Analizando imagen: {os.path.basename(image_path)}")

with open(image_path, "rb") as f:

```

img_bytes = f.read()

# Detectar tipo MIME automáticamente
mime_type, _ = mimetypes.guess_type(image_path)

if mime_type is None:
    mime_type = "image/jpeg"

partes.append(
    Part(
        inline_data={
            "mime_type": mime_type,
            "data": img_bytes
        }
    )
)

contenido = Content(parts=partes)

# Llamada a Gemini
respuesta = client.models.generate_content(
    model="gemini-2.5-flash",
    contents=contenido,
    config={
        'max_output_tokens': 1200,
        'temperature': 0.7,
        'top_p': 0.95,
    }
)

# Limpieza segura
if not respuesta.text:
    raise Exception("Gemini devolvió un texto vacío")

descripcion = respuesta.text.replace("***", "").replace("'", "").strip()

print(f"\nDESCRIPCIÓN GENERADA:")
print(descripcion)

```

```

print("-" * 50)

return descripcion

except Exception as e:

    print(f" ERROR GEMINI: {e}")

    # Descripción de fallback profesional usando el precio correcto

    fallback_desc = (

        f"Este {nombre_prod} está elaborado a mano con "

        f"paja toquilla natural por artesanas de la "

        f"Comuna Loma Alta, Santa Elena - Ecuador. "

        f"Su diseño combina tradición, calidad y estilo "

        f"para el uso diario. Disponible por ${precio_formateado}. 🍷"

    )

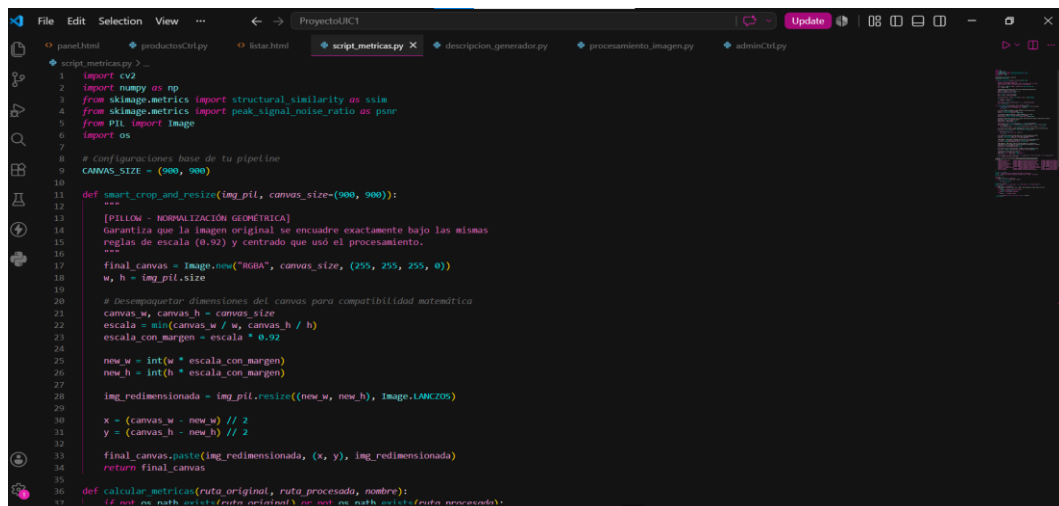
    print(f" Usando descripción de fallback")

    return fallback_desc

```

Sección C – Script de evaluación de métricas de calidad

Script de evaluación técnica utilizado para calcular los índices SSIM y PSNR local sobre la región del objeto artesanal en las imágenes procesadas. Utiliza normalización geométrica mediante la misma función *smart_crop_and_resize* del pipeline de producción para garantizar comparaciones equivalentes entre imagen original e imagen procesada. Los resultados obtenidos con este script corresponden a los valores registrados en la Tabla 28 del presente documento.



```

File Edit Selection View -- ProjectGURU
script_metricas.py x description_generador.py procesamiento_imagen.py adminCtrl.py
1 import cv2
2 import numpy as np
3 from skimage.metrics import structural_similarity as ssim
4 from skimage.metrics import peak_signal_noise_ratio as psnr
5 from PIL import Image
6 import os
7
8 # Configuraciones base de tu pipeline
9 CANVAS_SIZE = (900, 900)
10
11 def smart_crop_and_resize(img_pil, canvas_size=(900, 900)):
12     """
13     [PILLOW - NORMALIZACIÓN GEOMÉTRICA]
14     Garantiza que la imagen original se encuadre exactamente bajo las mismas
15     reglas de escala (0.92) y centrado que usó el procesamiento.
16     """
17     final_canvas = Image.new("RGBA", canvas_size, (255, 255, 255, 0))
18     w, h = img_pil.size
19
20     # Desempaquetar dimensiones del canvas para compatibilidad matemática
21     canvas_w, canvas_h = canvas_size
22     escala = min(canvas_w / w, canvas_h / h)
23     escala_con_margen = escala * 0.92
24
25     new_w = int(w * escala_con_margen)
26     new_h = int(h * escala_con_margen)
27
28     img_redimensionada = img_pil.resize((new_w, new_h), Image.LANCZOS)
29
30     x = (canvas_w - new_w) // 2
31     y = (canvas_h - new_h) // 2
32
33     final_canvas.paste(img_redimensionada, (x, y), img_redimensionada)
34     return final_canvas
35
36 def calcular_metricas(ruta_original, ruta_procesada, nombre):
37     if not os.path.exists(ruta_original) or not os.path.exists(ruta_procesada):

```

Código:

```
import cv2
import numpy as np
from skimage.metrics import structural_similarity as ssim
from skimage.metrics import peak_signal_noise_ratio as psnr
from PIL import Image
import os

# Configuraciones base de tu pipeline
CANVAS_SIZE = (900, 900)

def smart_crop_and_resize(img_pil, canvas_size=(900, 900)):
    """
    [PILLOW - NORMALIZACIÓN GEOMÉTRICA]
    Garantiza que la imagen original se encuadre exactamente bajo las mismas
    reglas de escala (0.92) y centrado que usó el procesamiento.
    """
    final_canvas = Image.new("RGBA", canvas_size, (255, 255, 255, 0))
    w, h = img_pil.size

    # Desempaquetar dimensiones del canvas para compatibilidad matemática
    canvas_w, canvas_h = canvas_size
    escala = min(canvas_w / w, canvas_h / h)
    escala_con_margen = escala * 0.92

    new_w = int(w * escala_con_margen)
    new_h = int(h * escala_con_margen)

    img_redimensionada = img_pil.resize((new_w, new_h), Image.LANCZOS)

    x = (canvas_w - new_w) // 2
    y = (canvas_h - new_h) // 2

    final_canvas.paste(img_redimensionada, (x, y), img_redimensionada)
    return final_canvas
```

```

def calcular_metricas(ruta_original, ruta_procesada, nombre):
    if not os.path.exists(ruta_original) or not os.path.exists(ruta_procesada):
        print(f"✗ Archivos no encontrados para: {nombre}")
        return None

    # 1. Cargar imagen procesada (ya mide 900x900 y tiene fondo blanco)
    img_proc = cv2.imread(ruta_procesada)
    img_proc_r = cv2.resize(img_proc, CANVAS_SIZE)

    # 2. Normalizar geométricamente la imagen ORIGINAL de la cámara
    img_orig_pil = Image.open(ruta_original).convert("RGBA")
    img_orig_canvas = smart_crop_and_resize(img_orig_pil, CANVAS_SIZE)

    # Inyectar fondo blanco absoluto a la original normalizada para igualar condiciones de
    entorno
    img_orig_np = np.array(img_orig_canvas)
    alpha_channel = img_orig_np[:, :, 3]
    mascara_orig = alpha_channel > 30

    img_orig_bgr = cv2.cvtColor(img_orig_np[:, :, :3], cv2.COLOR_RGB2BGR)
    img_orig_normalizada = np.full((CANVAS_SIZE[1], CANVAS_SIZE[0], 3), 255,
dtype=np.uint8)
    for c in range(3):
        img_orig_normalizada[:, :, c] = np.where(mascara_orig, img_orig_bgr[:, :, c], 255)

    # 3. Crear máscara sobre la imagen PROCESADA para aislar la artesanía del fondo
    blanco web
    mascara_proc = np.any(img_proc_r < 240, axis=2).astype(np.uint8)

    if mascara_proc.sum() == 0:
        print(f"⚠ Máscara vacía para: {nombre}")
        return None

    # 4. Conversión a escala de grises para los cálculos estándar de calidad

```

```

orig_gray = cv2.cvtColor(img_orig_normalizada, cv2.COLOR_BGR2GRAY)
proc_gray = cv2.cvtColor(img_proc_r, cv2.COLOR_BGR2GRAY)

# — MÉTRICA 1: SSIM LOCAL (Fidelidad Estructural de las Fibras/Bordes) —
_, ssim_map = ssim(orig_gray, proc_gray, full=True, data_range=255)
valor_ssim = float(ssim_map[mascara_proc == 1].mean())

# — MÉTRICA 2: PSNR LOCAL (Control de Ruido Digital en el Objeto) —
# Extraemos solo los arreglos de pixeles lineales que pertenecen al producto
pixeles_orig = orig_gray[mascara_proc == 1]
pixeles_proc = proc_gray[mascara_proc == 1]

# Al evaluar solo el tejido acoplado, el PSNR se vuelve totalmente válido
valor_psnr = float(psnr(pixeles_orig, pixeles_proc, data_range=255))

# Validaciones individuales de criterios
cumple_ssim = "✅" if valor_ssim > 0.8 else "❌"
cumple_psnr = "✅" if valor_psnr >= 20.0 else "⚠️"

print(f"{nombre:<25} SSIM: {valor_ssim:.4f} {cumple_ssim} | PSNR: {valor_psnr:.2f} dB {cumple_psnr}")

return nombre, valor_ssim, valor_psnr

# — Los 10 productos seleccionados —————
productos = [
    ("Canasta con Bordado", "pruebas_imagenes/originales/canastaflor.jpeg", "pruebas_imagenes/procesadas/canastaflor.jpeg"),
    ("Bolso Ovalado", "pruebas_imagenes/originales/bolsoovald.jpg", "pruebas_imagenes/procesadas/bolsoovald.jpg"),
    ("Alhajero Fucsia", "pruebas_imagenes/originales/alhajero.jpg", "pruebas_imagenes/procesadas/alhajero.jpg"),

```

```

("Centro Mesa Multicolor",
"pruebas_imagenes/originales/adornocolor.jpg", "pruebas_imagenes/procesadas/adorno
color.jpg"),

("Monedero
Multicolor", "pruebas_imagenes/originales/monederocolor.png", "pruebas_imagenes/p
rocesadas/monederocolor.png"),

("Cartera
Bicolor", "pruebas_imagenes/originales/Cartera.jpg", "pruebas_imagenes/proces
adas/Cartera.jpg"),

("Sombrero de
Toquilla", "pruebas_imagenes/originales/sombreromujer.jpeg", "pruebas_imagenes/proc
esadas/sombreromujer.jpeg"),

("Sombrero con Banda
Tricolor", "pruebas_imagenes/originales/minisombrero.jpg", "pruebas_imagenes/p
rocesadas/minisombrero.jpg"),

("Aretes
Fucsia", "pruebas_imagenes/originales/aretes.jpg", "pruebas_imagenes/proces
adas/aretes.jpg"),

("Set
Portavasos", "pruebas_imagenes/originales/portavasos.jpg", "pruebas_imagenes/p
rocesadas/portavasos.jpg"),
]

```

```

print("\n" + "="*75)
print(" REPORTE DE CALIDAD CIENTÍFICO UNIFICADO — ARTESANÍAS")
print(" Criterios mínimos de aceptación: SSIM > 0.80 | PSNR >= 20.00 dB")
print("="*75)

resultados = []
for nombre, orig, proc in productos:
    r = calcular_metricas(orig, proc, nombre)
    if r:
        resultados.append(r)

print("\n" + "="*75)

print(f'{"PRODUCTO":<25} {"SSIM LOCAL":<15} {"PSNR LOCAL":<15} {"ESTADO FINAL"}')

print("-"*75)

for nombre, s, p in resultados:

    # Ajustamos el criterio: SSIM > 0.8 y PSNR > 20 dB (debido al CLAHE y Boost de color)
    if s < 0.1:

```

```

    estado = "✖ ERROR DE ALINEACIÓN/ARCHIVO"
elif s > 0.8 and p >= 20.0:
    estado = "🏆 EXCELENTE (MEJORADO)"
else:
    estado = "⚠ REVISAR FILTROS"

print(f'{nombre:<25} {s:<15.4f} {p:<11.2f} dB {estado}')
print("="*75)

```

Resultado – Pruebas métricas

```

• (venv) PS C:\ProyectoUIC1> python script_metricas.py

=====
REPORTE DE CALIDAD CIENTÍFICO UNIFICADO – ARTESANÍAS
Criterios mínimos de aceptación: SSIM > 0.80 | PSNR >= 20.00 dB
=====

Canasta con Bordado      SSIM: 0.8976 🟢 | PSNR: 25.16 dB 🟢
Bolso Ovalado            SSIM: 0.9042 🟢 | PSNR: 27.02 dB 🟢
Alhajero Fucsia          SSIM: 0.9337 🟢 | PSNR: 28.87 dB 🟢
Centro Mesa Multicolor   SSIM: 0.8849 🟢 | PSNR: 23.00 dB 🟢
Monedero Multicolor      SSIM: 0.8829 🟢 | PSNR: 19.69 dB 🟡
Cartera Bicolor          SSIM: 0.9090 🟢 | PSNR: 21.59 dB 🟢
Sombrero de Toquilla     SSIM: 0.9439 🟢 | PSNR: 24.79 dB 🟢
Sombrero con Banda Tricolor SSIM: 0.9017 🟢 | PSNR: 25.36 dB 🟢
Aretes Fucsia            SSIM: 0.8125 🟢 | PSNR: 20.82 dB 🟢
Set Portavastos          SSIM: 0.8966 🟢 | PSNR: 25.27 dB 🟢

=====
PRODUCTO      SSIM LOCAL  PSNR LOCAL  ESTADO FINAL
=====
Canasta con Bordado      0.8976      25.16      dB 🏆 EXCELENTE (MEJORADO)
Bolso Ovalado            0.9042      27.02      dB 🏆 EXCELENTE (MEJORADO)
Alhajero Fucsia          0.9337      28.87      dB 🏆 EXCELENTE (MEJORADO)
Centro Mesa Multicolor   0.8849      23.00      dB 🏆 EXCELENTE (MEJORADO)
Monedero Multicolor      0.8829      19.69      dB ⚠ REVISAR FILTROS
Cartera Bicolor          0.9090      21.59      dB 🏆 EXCELENTE (MEJORADO)
Sombrero de Toquilla     0.9439      24.79      dB 🏆 EXCELENTE (MEJORADO)
Sombrero con Banda Tricolor 0.9017      25.36      dB 🏆 EXCELENTE (MEJORADO)
Aretes Fucsia            0.8125      20.82      dB 🏆 EXCELENTE (MEJORADO)
Set Portavastos          0.8966      25.27      dB 🏆 EXCELENTE (MEJORADO)
=====

• (venv) PS C:\ProyectoUIC1>

```

Anexo 9: Implementación de metadatos Open Graph

El presente anexo muestra los fragmentos de código fuente que implementan los metadatos Open Graph para la previsualización enriquecida de productos al compartirlos en Facebook o WhatsApp.

Generación de las variables Open Graph en la vista de detalle (app.py):

Selección de la imagen principal del producto

```
imagen_principal = next(  
    (img for img in imagenes if img.es_principal),  
    imagenes[0] if imagenes else None)
```

Generación de la URL pública de la imagen optimizada

```
og_imagen_url = url_for(  
    'static', filename='uploads/' + imagen_principal.ruta_archivo,  
    _external=True) if imagen_principal else "
```

#Prueba

```
    #og_imagen_url = 'https://theatrics-cheesy-headstone.ngrok-free.dev/static/uploads/' +  
    imagen_principal.ruta_archivo
```

Construcción de la respuesta con metadatos Open Graph

```
resp = make_response(render_template('productos/detalleprod.html',  
    producto=producto,  
    artesana=artesana,  
    imagenes=imagenes,  
    descripcion=descripcion,  
    og_titulo=producto.nombre_prod,  
    og_descripcion=descripcion.descripcion[:150] if descripcion else "",  
    og_imagen=og_imagen_url,  
    total_likes=total_likes,  
    ya_dio_like=ya_dio_like,  
    comentarios=comentarios,  
))
```

```
resp.set_cookie('visitor_id', visitor_id, max_age=60*60*24*365)
```

```
return resp
```

Renderizado de las etiquetas meta en la plantilla base (base.html):

```
{% if og_titulo is defined %}

<meta property="og:title"    content="{{ og_titulo }}">

<meta property="og:description" content="{{ og_descripcion | default('') }}">

<meta property="og:image"    content="{{ og_imagen | default('') }}">

<meta property="og:url"      content="{{ request.url }}">

<meta property="og:type"     content="product">

{% else %}

<meta property="og:title"    content="Catálogo Artesanal — Loma Alta">

<meta property="og:description" content="Artesanías de paja toquilla hechas a mano en Santa Elena, Ecuador.">

<meta property="og:type"     content="website">

{% endif %}

</head>
```

Cuando se accede a la vista de detalle de un producto, las variables generadas en `app.py` se inyectan en `base.html`, permitiendo que Facebook y WhatsApp generen automáticamente la tarjeta de previsualización con el nombre, descripción e imagen optimizada del producto, tal como se evidencia en las Figuras 25 y 26.



```
1 <!doctype html>
2 <html lang="es">
3 <head>
4   <meta charset="utf-8">
5   <meta name="viewport" content="width=device-width,initial-scale=1">
6   <title>Catálogo Artesanal</title>
7
8   <!-- Bootstrap CSS -->
9   <link href="https://cdn.jsdelivr.net/npm/bootstrap@5.3.3/dist/css/bootstrap.min.css" rel="stylesheet">
10
11   <!-- Font Awesome -->
12   <link rel="stylesheet" href="https://cdn.jsdelivr.net/npm/@fortawesome/fontawesome-free@6.5.0/css/all.min.css">
13
14   <!-- Estilos personalizados -->
15   <link rel="stylesheet" href="/static/css/main.css">
16
17   <!-- Open Graph para compartir en redes -->
18   <!-- Open Graph -->
19
20   <meta property="og:title"    content="Joyerero">
21   <meta property="og:description" content="Organiza tus tesoros con estilo! ✨ Este bonito joyero está tejido a mano con paja toquilla 100% natural por las artesanas de Comuna Loma Alta en Sant">
22   <meta property="og:image"    content="http://127.0.0.1:5000/static/uploads/producto_59_0_cajajoyerero.jpeg">
23   <meta property="og:url"      content="http://127.0.0.1:5000/producto/59">
24   <meta property="og:type"     content="product">
25
```